



ภาควิชาวิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

Water Vending Automatic Machine

ชื่อนักศึกษา

- | | | | |
|------------------|------------|--------------|----------|
| 1. นายทศพล | บุรีก้อง | รหัสประจำตัว | 43035410 |
| 2. นายวิทยา | ชาวเพชรดี | รหัสประจำตัว | 43035427 |
| 3. นายจิระศักดิ์ | ฟุ้งจันทิก | รหัสประจำตัว | 43035629 |

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการควบคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์โกศล ตราชู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์โกศล ตราชู	
2. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
3. ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	
4. อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
5. อาจารย์สุระชัย พิมพ์สวัสดิ์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



<BT4403092>

เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิญานิพนธ์

เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

WATER VENDING AUTOMATIC MACHINE



นายทศพล บุรีก้อง
นายวิทยา ชาวเพชรดี
นายจิระศักดิ์ ฟุ้งจันทิก

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน... 44213
วัน, เดือน, ปี- 4 พ.ศ. 2545

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

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0122725

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

Water Vending Automatic Machine

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และตัววัดอัตราการไหลของน้ำ
- 2) เพื่อออกแบบโครงสร้างของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ
- 3) เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ
- 4) เพื่อทดสอบเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ
- 5) เพื่อนำโครงงานนี้ไปใช้ในอนาคตต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้รับความรู้จากการศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์ และตัววัดอัตราการไหล
- 2) ได้แบบโครงสร้างของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ
- 3) ได้เครื่องต้นแบบของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ
- 4) ได้นำผลการทดสอบมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ
- 5) นำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายทศพล บุรีก้อง นายวิทยา ชาวเพชรดี นายจิระศักดิ์ ฟุ้งจันทิก
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุชิน อางหาญ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนตรวจสอบเหรียญ ส่วนที่สองเป็นส่วนการทอนเหรียญ ส่วนที่สามเป็นส่วนการจ่ายน้ำ โดยใช้ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวประมวลผล และควบคุมการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

II

Thesis Title	Water Vending Automatic Machine
Students	Mr.Tossapol Bureekong Mr.Wittaya Chawped-dee Mr.Jerasak Fungchanthuk
Advisor	Mr.Koson Trachu
Co- Advisor	Mr.Suchin Adhan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Industrial of Sciece in Industrial Education
Academic Year	2001

ABSTRACT

The thesis present the water vending automatic machine. The project can be divided into three parts ; coin validation coin pay and water pay. Liquid Crystal Display is display and working control by michocontroller MCS-51.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอบขอบคุณอาจารย์ โกศล ทรายู และอาจารย์สุชิน อางหาญ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาในการดำเนินงาน และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดีเสมอมา รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกๆ ท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน การใช้สถานที่เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการจัดทำปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอด นอกจากนี้ยังขอขอบคุณ รุ่งพี และเพื่อนๆ รวมทั้งบุคคลอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ช่วยให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการแก้ไขปัญหา รวมทั้งให้คำเสนอแนะด้านอื่นๆ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ชี้ความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ตัวตรวจจับแบบความเหนียวน้ำ	3
2.2.1 หลักการทำงานเบื้องต้น	3
2.2.2 รูปร่างของสนามแม่เหล็ก	4
2.2.3 ความไวในการตรวจจับและขนาด	6
2.3 สเตปเปอร์มอเตอร์	8
2.3.1 ชนิดของสเตปเปอร์มอเตอร์	8
2.3.2 การพันขดลวดบนสเตปเปอร์มอเตอร์	9
2.3.3 การกระตุ้น และการควบคุมการหมุนของสเตปเปอร์มอเตอร์	10
2.4 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	11
2.4.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบสุ่มค่า	11
2.5 อุปกรณ์ตรวจจับ	12
2.5.1 โฟโตทรานซิสเตอร์	12
2.5.2 อินฟราเรดแอลอีดี	13
2.6 อุปกรณ์แสดงผลแบบดิจิทัล	14
2.6.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6.2 การเชื่อมต่อ LCD	14
2.7 ตัวแปรพื้นฐานที่มีผลต่อการวัดอัตราการไหล	15
2.7.1 อุณหภูมิ	15
2.7.2 ความดัน	16
2.7.3 ความหนาแน่น	16
2.7.4 ค่าการอัดตัว	16
2.7.5 ค่าความหนืด	17
2.7.6 ความไวในการไหล	17
2.8 เครื่องมือวัดการไหล	18
2.8.1 เครื่องมือวัดการไหลแบบแบ่งการไหลออกเป็นห้องๆ	18
2.9 หรีดรีเลย์	21
2.9.1 แบบหน้าสัมผัส	23
2.9.2 การทำงานของรีดรีเลย์	25
2.9.3 หรีดรีเลย์แบบอื่นๆ	26
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	28
3.1 กล่าวนำ	28
3.2 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ	28
3.3 การออกแบบวงจร	30
3.3.1 ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ	30
3.3.2 ภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ	32
3.3.3 ภาคสวิตช์ตรวจสอบจำนวนเหรียญ	35
3.3.4 ภาคขับเคลื่อนมอเตอร์	36
3.3.5 ภาคขับโซลินอยด์	37
3.3.6 ภาคประมวลผล	38
3.3.7 ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว	38
3.3.8 ภาควัดปริมาณการไหลของน้ำ	38
3.3.9 ภาคตรวจสอบน้ำในถัง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.10 ภาคสวัสดิ์การเลือกจำนวนเงิน	40
3.3.11 ภาคจ่ายไฟ	41
3.4 การออกแบบระบบกลไก	41
3.4.1 การออกแบบรางเหรียญ	41
3.4.2 การออกแบบรางคัดแยกเหรียญ	43
3.4.3 การออกแบบส่วนจ่ายเหรียญ	43
3.4.4 การออกแบบช่องเก็บเหรียญ	45
3.4.5 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ	45
3.4.6 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับในมิเตอร์น้ำ	46
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	48
4.1 กล่าวนำ	48
4.2 การทดลองภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ	48
4.3 การทดลองภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ	50
4.4 การทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ	53
4.4.1 การทดลองภาคตรวจสอบเหรียญ	53
4.4.2 การทดลองจำหน่ายน้ำดื่ม	57
4.4.3 การทดลองภาควัดปริมาณอัตราการไหลของน้ำ	60
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	62
5.1 บทสรุป	62
5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข	62
5.3 แนวทางการพัฒนา	63
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	64
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	72
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรม	86
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	127
ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	141
บรรณานุกรม	145
ประวัติผู้แต่ง	146



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1 การกคคีย์เลือกจำนวนเงิน	40
ตารางที่ 4.1 เอาต์พุตของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ขณะหยอดเหรียญ 10 บาท	49
ตารางที่ 4.2 เอาต์พุตของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ขณะหยอดเหรียญ 5 บาท	49
ตารางที่ 4.3 เอาต์พุตของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ขณะหยอดเหรียญ 1 บาท	50
ตารางที่ 4.4 เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ขณะยังไม่มีเหรียญ	51
ตารางที่ 4.5 เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ขณะหยอดเหรียญ 10 บาท	51
ตารางที่ 4.6 เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ขณะหยอดเหรียญ 5 บาท	52
ตารางที่ 4.7 เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ขณะหยอดเหรียญ 1 บาท	52
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองภาคตรวจสอบเหรียญ	53
ตารางที่ 4.9 เอาต์พุตที่ได้จาก ภาคแสดงผล 7 ส่วน	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนผังการทำงานของตัวตรวจจับความเหนียวนำ	3
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งสวิตช์ซึ่ง	4
รูปที่ 2.3 สนามแม่เหล็กของขดลวด	4
รูปที่ 2.4 สนามแม่เหล็กของขดลวดกับ Ferrous Metal Plate	4
รูปที่ 2.5 สนามแม่เหล็กของขดลวดกับ Laminated Core	4
รูปที่ 2.6 สนามแม่เหล็กของขดลวดกับ Laminated Core และ Copper Ring	6
รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด และความไว (ระยะสวิตช์ซึ่ง)	7
รูปที่ 2.8 วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับสเตปเปอร์มอเตอร์ทั้ง 2 แบบ	9
รูปที่ 2.9 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์	10
รูปที่ 2.10 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลที่สร้างขึ้นจากวงจรนับขึ้น/ลง และวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อก	11
รูปที่ 2.11 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบประมาณค่า	12
รูปที่ 2.12 วงจรสมมูล และสัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์	13
รูปที่ 2.13 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	15
รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์ของรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ A	23
รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ของรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ B	23
รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ของรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ C	23
รูปที่ 2.17 รีเลย์ A จำนวนหน้าสัมผัส 1 ชุด	24
รูปที่ 2.18 รีเลย์ B จำนวนหน้าสัมผัส 1 ชุด	24
รูปที่ 2.19 รีเลย์ A จำนวนหน้าสัมผัส 2 ชุด	24
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ	28
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด	30
รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	31
รูปที่ 3.4 วงจรนับ	32
รูปที่ 3.5 วงจรออสซิลเลเตอร์	33
รูปที่ 3.6 วงจรเรกติไฟร์	34
รูปที่ 3.7 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.8 วงจรภาคสวิตช์ควบคุมการเลือกเหรียญ	35
รูปที่ 3.9 สเตปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	36
รูปที่ 3.10 วงจรภาคขับสเตปเปอร์มอเตอร์	37
รูปที่ 3.11 วงจรภาคขับโซลินอยด์	37
รูปที่ 3.12 ภาควัดปริมาณการไหลของน้ำ	38
รูปที่ 3.13 วงจรตรวจสอบน้ำในถัง	39
รูปที่ 3.14 วงจรภาคสวิตช์เลือกจำนวนเงิน	40
รูปที่ 3.15 วงจรภาคจ่ายไฟ	41
รูปที่ 3.16 การออกแบบแผงเหรียญ	42
รูปที่ 3.17 การออกแบบแผงคัดแยกเหรียญ	43
รูปที่ 3.18 การออกแบบส่วนจ่ายเหรียญ	44
รูปที่ 3.19 การออกแบบช่องเก็บเหรียญ	45
รูปที่ 3.20 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ	46
รูปที่ 3.21 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับในมิเตอร์น้ำ	46
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ	65
รูปที่ ก.2 ด้านข้างของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ	66
รูปที่ ก.3 ช่องสำหรับนำพาชนะมาใส่น้ำ	67
รูปที่ ก.4 ส่วนแสดงสถานะการทำงาน และปุ่มควบคุม	68
รูปที่ ก.5 ช่องสำหรับหยอดเหรียญ	68
รูปที่ ก.6 ช่องรับเหรียญคืน	69
รูปที่ ก.7 รางหยกเหรียญ และรางทอนเหรียญ	69
รูปที่ ก.8 การติดตั้งวงจรพิมพ์ต่างๆ	70
รูปที่ ก.9 มิเตอร์น้ำ	71
รูปที่ ก.10 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32	71
รูปที่ ข.1 วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด	73
รูปที่ ข.2 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.3 วงจรนับ	74
รูปที่ ข.4 วงจรออสซิลเลเตอร์	74
รูปที่ ข.5 วงจรเรกติไฟร์	75
รูปที่ ข.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	75
รูปที่ ข.7 วงจรภาคสวิตช์ควบคุมการเลือกเหรียญ	76
รูปที่ ข.8 วงจรขับสเตปเปอร์มอเตอร์	76
รูปที่ ข.9 ภาคขับโซลินอยด์	77
รูปที่ ข.10 ภาควัดปริมาณการไหลของน้ำ	77
รูปที่ ข.11 วงจรตรวจสอบน้ำในถัง	78
รูปที่ ข.12 ภาคสวิตช์เลือกจำนวนเหรียญ	78
รูปที่ ข.13 วงจรภาคจ่ายไฟ	79
รูปที่ ข.14 การลงอุปกรณ์ภาคตรวจวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ เส้นผ่านศูนย์กลาง และภาคตรวจสอบน้ำในท่อ	80
รูปที่ ข.15 ปลายวงจรภาคตรวจวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ เส้นผ่านศูนย์กลาง และภาคตรวจสอบน้ำในท่อน้ำในท่อ	81
รูปที่ ข.16 การลงอุปกรณ์ภาคขับสเตปเปอร์มอเตอร์	82
รูปที่ ข.17 ปลายวงจรภาคขับสเตปเปอร์มอเตอร์	82
รูปที่ ข.18 ปลายวงจรภาคขับโซลินอยด์ และรีเลย์	83
รูปที่ ข.19 การลงอุปกรณ์ภาคขับโซลินอยด์ตัวดี	84
รูปที่ ข.20 ปลายวงจรภาครับข้อมูลจากผู้ใช้	85
รูปที่ ข.21 การลงอุปกรณ์ภาครับข้อมูลจากผู้ใช้	85
รูปที่ ค.1 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมเริ่มต้นเช็คน้ำ และเหรียญ	87
รูปที่ ค.2 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ	88
รูปที่ ค.3 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางเหรียญ	89
รูปที่ ค.4 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดโซลินอยด์ 1 บาท	90
รูปที่ ค.5 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดโซลินอยด์ 5 บาท	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ค.6 ฟังการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดโซลินอยล์ 10 บาท	92
รูปที่ ค.7 ฟังการทำงานของโปรแกรมบวกเลข และคีย์สวิตช์	93
รูปที่ ค.8 ฟังการทำงานของโปรแกรมเหรียญคืน	94
รูปที่ ค.9 ฟังการทำงานของโปรแกรมเช็คการกดคีย์	95
รูปที่ ค.10 ฟังการทำงานโปรแกรมการลบเลข	96
รูปที่ ค.11 ฟังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน	97
รูปที่ ค.11 (ต่อ) ฟังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน	98
รูปที่ ค.11 (ต่อ) ฟังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน	99
รูปที่ ค.11 (ต่อ) ฟังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน	100
รูปที่ ค.11 (ต่อ) ฟังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน	101
รูปที่ ค.12 ฟังการทำงานของโปรแกรมนับ และโซลินอยล์	102
รูปที่ ค.13 โปรแกรมการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ	103
รูปที่ ฉ.1 ด้านหน้าของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ	142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปรัชญานิพนธ์

ในปัจจุบัน สภาพการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยได้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็ว ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี และการให้บริการต่างๆ ก็เป็นความเจริญก้าวหน้าด้านหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ หรือผู้ใช้บริการที่ต้องการความสะดวกสบาย และความรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน การดำรงชีวิตของมนุษย์ หรือผู้ใช้บริการต่างๆ ล้วนแล้วแต่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ทันสมัยเข้ามาใช้ เพื่ออำนวยความสะดวก ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์ต้องการน้ำดื่ม และน้ำดื่มนั้นต้องเป็นน้ำดื่มที่สะอาด ปลอดภัยต่อตัวผู้บริโภค จึงมีแนวคิดที่จะทำเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติโดยการหยอดเหรียญ เพื่อเป็นการบริการน้ำดื่มให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัตินี้จะถูกติดตั้งอยู่ตามที่สาธารณะ หรือตามชุมชนที่มีผู้ใช้บริการหนาแน่น และตามสถานที่ทั่วไป เนื่องจากสามารถให้บริการได้ 24 ชั่วโมงโดยไม่ต้องมีพนักงานคอยให้บริการ ซึ่งเป็นการประหยัดกำลังคนได้อีกด้านหนึ่ง อีกทั้งยังประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง ดังนั้นทางผู้จัดทำได้เล็งเห็นว่าสิ่งที่กล่าวมาเป็นสิ่งที่จำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ จึงได้สร้างโครงการนี้ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการให้บริการ และเป็นแนวทางในการพัฒนา ศึกษาเพื่อสร้างโครงการขึ้นต่อไป

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

- 1) สามารถรับเหรียญได้ 3 ชนิด คือ เหรียญ 1 บาท, 5 บาท, และ 10 บาท
- 2) สามารถจ่ายน้ำออกมาตามจำนวนเงินที่หยอด
- 3) สามารถนำภาชนะมาใส่น้ำได้เองทางช่องรับน้ำ
- 4) มีแผงควบคุมด้านหน้าเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน
- 5) สามารถทอนเงินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้า และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับตัวตรวจจับแบบความเหนียวนำ สเตปเปอร์มอเตอร์, การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล, อุปกรณ์ตรวจจับ, อุปกรณ์แสดงผล แบบดิจิทัล ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำ

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานในส่วนของวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการออกแบบวงจร ได้แก่ ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ ภาคสวิทช์ควบคุมการเลือกเหรียญ ภาคสวิทช์ตรวจสอบจำนวนเหรียญ ภาคขับเคลื่อนสเตปเปอร์มอเตอร์ ภาคขับโซลินอยด์ ภาคขับโซลินอยด์วาล์ว ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว ภาคประมวลผล และภาคจ่ายไฟ ในส่วนที่สองเป็นการออกแบบระบบกลไก ได้แก่ การออกแบบรางเหรียญ การออกแบบรางคัดแยกเหรียญ การออกแบบช่องเก็บเหรียญ การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ และการออกแบบมิเตอร์วัดปริมาณอัตราการไหลน้ำ

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง ประกอบด้วยการทดลอง และผลการทดลองของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ และการทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และการพัฒนา เป็นการสรุปผลในการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้น และได้เสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรม

ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี และหลักการ

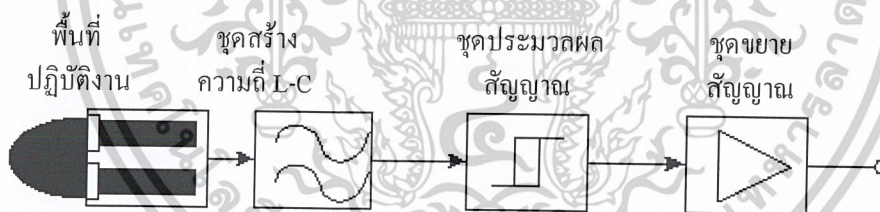
2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริิญาานิพนธ์ในบทนี้ เป็นทฤษฎี และหลักการงานที่นำมาประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วย ตัวตรวจจับแบบความเหนี่ยวนำ สเตปเปอร์มอเตอร์ การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล อุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์แสดงผลแบบดิจิตอล ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ซึ่งจะได้กล่าวดังต่อไปนี้

2.2 ตัวตรวจจับแบบความเหนี่ยวนำ

2.2.1 หลักการทำงานเบื้องต้น

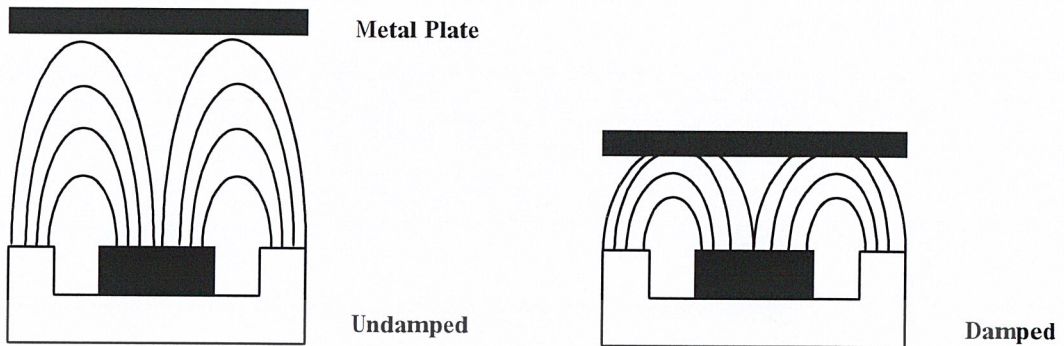
โดยพื้นฐานแล้วตัวตรวจจับแบบความเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor) จะประกอบไปด้วยชุดสร้างคลื่น L-C (L-C Oscillator) ชุดประมวลผลสัญญาณ และชุดขยายสัญญาณ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังการทำงานของตัวตรวจจับแบบความเหนี่ยวนำ

ชุดสร้างคลื่นจะถูกกำหนดให้ชี้ไปยังตำแหน่งที่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กเมื่อวัตถุปรากฏขึ้นในพื้นที่ปฏิบัติงาน (Active Area) วัตถุที่ตรวจจับ จะทำให้ขั้วแม่เหล็กเปลี่ยนแปลง ในกรณีที่วัตถุเป็นเหล็ก (Ferrous Metal) หรือเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) กรณีที่วัตถุเป็นเหล็กหรือไม่เป็นเหล็ก ดังนั้น วัตถุที่ปรากฏขึ้นในสนามแม่เหล็กจึงทำหน้าที่คล้ายขดลวดทุกขุมิกของหม้อแปลงไฟฟ้า ลักษณะเช่นนี้ทำให้พลังงานของชุดสร้างคลื่นลดลงซึ่งก็คือ ชุดสร้างคลื่นที่มีการลดทอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

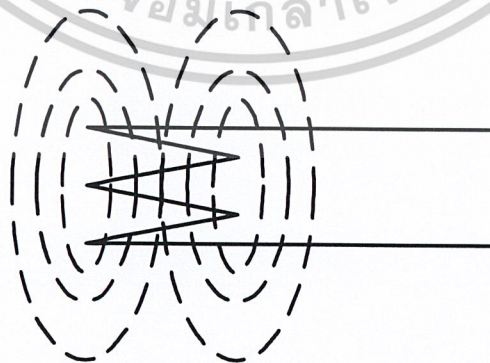


รูปที่ 2.2 ตำแหน่งสวิตช์ซึ่ง

การลดทอนจะทำให้เกิดกระแสของชุดสร้างความถี่ลดลง ซึ่งทำให้ชุดประมวลผลสัญญาณตรวจผลได้ และเปลี่ยนสัญญาณกลับมาเป็นสัญญาณสำหรับสวิตช์ (Switching Signal) สัญญาณสำหรับสวิตช์ 2 ชนิดของตัวตรวจจับแบบความเหนี่ยวนำจึงเป็นแบบ “มีความหน่วง” (Damped) และ “ไม่มีความหน่วง” (Undamped) ดังแสดงในรูป 2.2

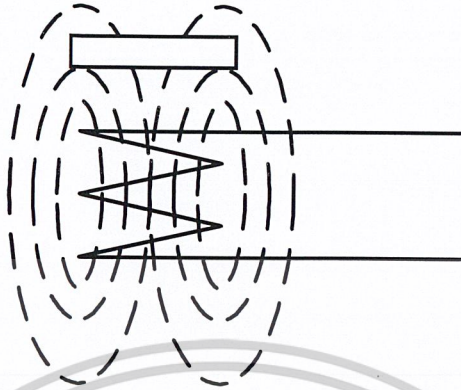
2.2.2 รูปร่างของสนามแม่เหล็ก

เนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งสวิตช์นั้น จะขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กลักษณะรูปทรง และโครงสร้างของขดลวด จึงเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของตัวตรวจจับความเหนี่ยวนำ



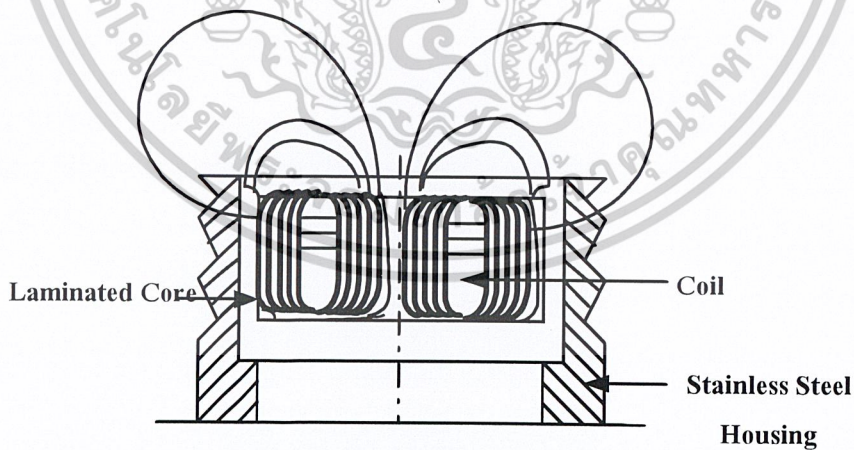
รูปที่ 2.3 สนามแม่เหล็กของขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 สนามแม่เหล็กของขดลวดกับ Ferrous Metal Plate

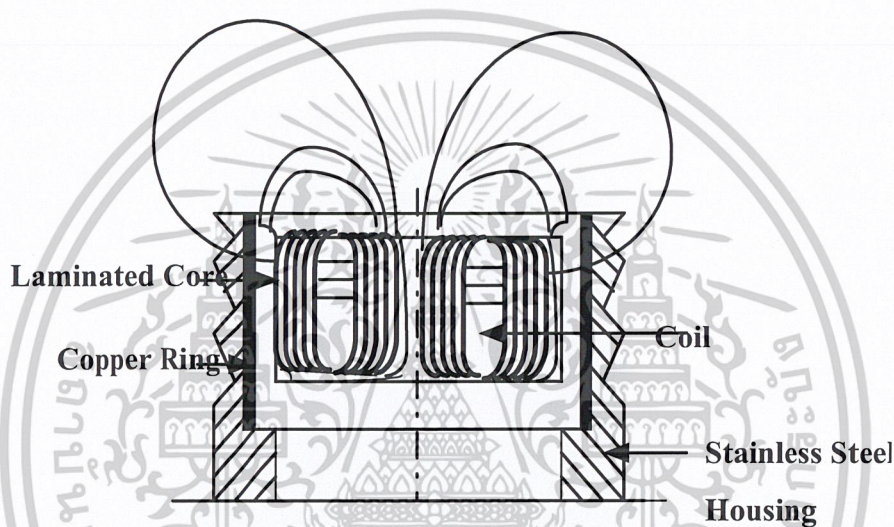
จากรูปที่ 2.4 เมื่อมีชิ้นส่วนของโลหะปรากฏขึ้น จะสามารถทำให้สนามแม่เหล็กมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงได้ แต่สนามแม่เหล็กรั่วไหล (Stray Field) ด้านข้างยังคงปริมาณมากเกินไปที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง เพราะอาจจะมีชิ้นส่วนวัตถุที่เป็นโลหะอยู่ในบริเวณนั้นอาจจะกระตุ้นตัวตรวจจับโดยที่ไม่ต้องการได้



รูปที่ 2.5 สนามแม่เหล็กของขดลวดกับ Laminated Core

แกนแบบแผ่นเหล็กบางซ้อนอัด (Laminated Core) ดังรูปที่ 2.5 จะทำให้สนามแม่เหล็กมีรูปร่างที่แน่นอนในทิศทางหนึ่ง และทำให้สนามแม่เหล็กรั่วไหลน้อยมาก ซึ่งทำให้โครงสร้างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะนี้มีความเหมาะสมในการที่จะไปใช้งานมาก เพราะสนามแม่เหล็กจะพุ่งออกทางด้านหน้าตามแนวแกน ซึ่งจะไม่มีสนามแม่เหล็กด้านข้างๆ เลย ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ไม่สามารถติดตั้งตรวจจับแบบฟลัชเมาท์ (Flush-Mounted) เข้าไปในชิ้นส่วนโลหะของเครื่องจักรได้ และทำให้ลดอาการสวิตซ์โดยไม่จำเป็นได้เป็นอย่างดี



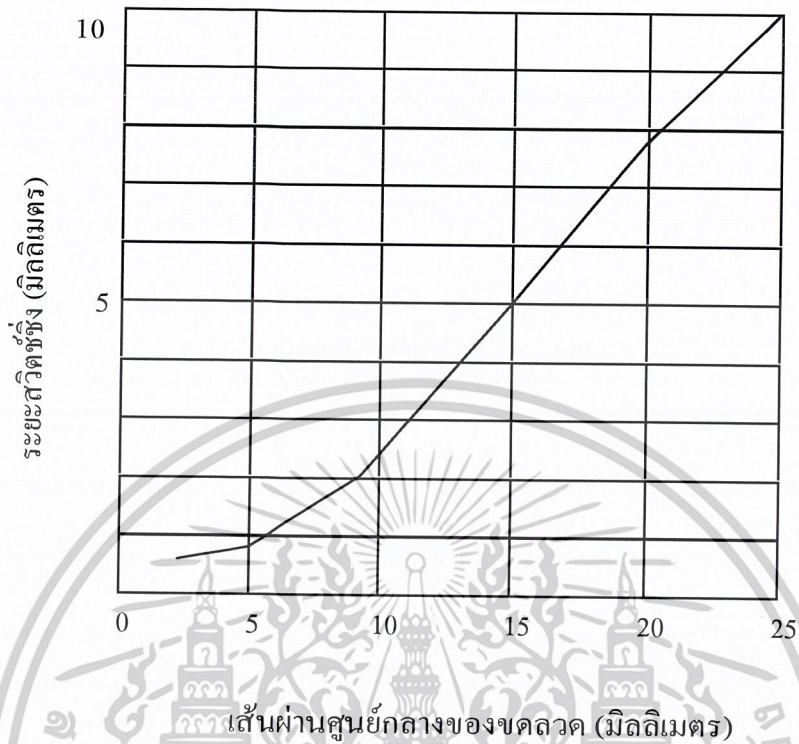
รูปที่ 2.6 สนามแม่เหล็กของขดลวดกับ Laminated Core และ Copper Ring

เมื่อเพิ่มวงแหวนโลหะ ดังรูปที่ 2.6 ครอบรอบแกนเหล็ก จะทำให้เกิดทิศทางของสนามแม่เหล็กถูกจัดแนวให้พุ่งออกไปทางด้านหน้าของตัวตรวจจับให้ดียิ่งขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับแบบหัวฝังจมในเนื้อโลหะ อย่างไรก็ตาม ลักษณะโครงสร้างแบบนี้จะให้ความไวในการตรวจจับลดลงบ้างเล็กน้อย ซึ่งหมายถึงว่าระยะตรวจจับลดลงเล็กน้อยเช่นกัน

2.2.3 ความไวในการตรวจจับ และขนาด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และขดลวดจะเป็นตัวกำหนดความไวในการตรวจจับ ตัวตรวจจับแบบความเหนียวนำยิ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดโตมากขึ้นเท่าใด ความกว้างของสนามแม่เหล็กที่กระจายออกไปยังที่ว่างยิ่งแผ่ออกไปมากขึ้นเท่านั้นชุดสร้างความถี่แต่ละชุดจะได้รับการปรับแต่งเป็นอย่างดีให้ความถี่คงที่เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามมิได้หมายความว่า ความไวของเส้นผ่านศูนย์กลาง และความไวในการตรวจจับจะเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด และความไว (ระยะสวิตซ์ซิ่ง)

เป็นความจริงที่ว่าเมื่อขดลวดโตขึ้น สนามแม่เหล็กจะกว้างขึ้น ขนาดของวัสดุตรวจจับจะใหญ่ขึ้นเช่นกัน เพื่อที่จะทำให้สนามแม่เหล็กเกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงพอที่จะกระตุ้นการทำงานของสวิตซ์ ซึ่งหมายถึง การตรวจจับในระยะที่ห่างออกไป จะทำได้ดีเมื่อวัสดุที่ต้องการตรวจจับมีขนาดใหญ่ขึ้น

ขนาดความยาวของขดลวดจะไม่มีผลกับความไวในการตรวจจับ แต่อย่างไรก็ตามระยะห่างของขดลวด และแกนกลางที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กจะมีผลกับความไวในการตรวจจับ

การลดทอนของชุดสร้างความถี่ซึ่งคือ การลดลงของขนาดกระแส มิได้ขึ้นอยู่กับระยะห่างตามแนวแกนเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับระยะรัศมี ระยะตัวตรวจจับ และวัสดุที่ต้องการตรวจจับด้วยระยะห่างตามแนวด้านข้าง (Lateral) จะไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กมากเท่าใดนัก การลดทอนจะเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย ถ้าวัสดุตรวจจับเคลื่อนเข้าหาตัวตรวจจับทางด้านแนวด้านข้าง ส่งผลให้ระยะการตรวจจับลดลง บริเวณที่สามารถตรวจจับวัตถุได้เรียกว่า “พื้นที่ปฏิบัติการ” (Reaction Zone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สเตปเปอร์มอเตอร์

สเตปเปอร์มอเตอร์เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะการทำงานของสเตปเปอร์มอเตอร์จะเคลื่อนที่เป็นขั้นซึ่งอาจจะเป็นขั้นละ 1.8, 5 และ 7.5 องศา ขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ ส่วนใหญ่สเตปเปอร์มอเตอร์จะใช้งานควบคุมระบบดิจิทัล เช่น เครื่องพิมพ์, เครื่องพลอตเตอร์, เครื่องขับแผ่นดิสก์ ตลอดจนอุปกรณ์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หรือเครื่องมือวัด และระบบอื่นๆ

สเตปเปอร์มอเตอร์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

- 1) โรเตอร์เป็นส่วนที่หมุนได้ จะเป็นแม่เหล็กถาวร และอื่นๆ
- 2) สเตเตอร์ เป็นส่วนที่อยู่กับที่ จะเป็นขดลวดหลายๆ ขด

2.3.1 ชนิดของสเตปเปอร์มอเตอร์

สามารถแบ่งสเตปเปอร์มอเตอร์ตามโครงสร้างพื้นฐานได้ 4 ชนิด คือ

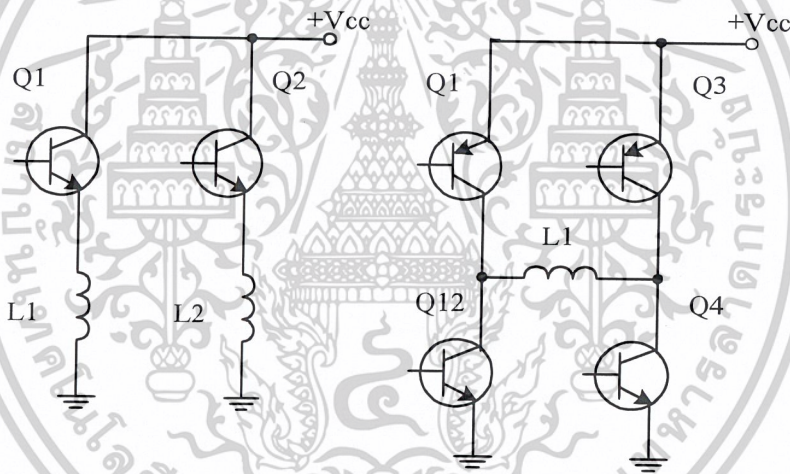
- 1) ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable Reluctance :VR) มีโครงสร้างมอเตอร์มัลติทูธ (Multi - Tooth) ทำจากเหล็กอ่อน จะทราบได้ว่าเป็นมอเตอร์ชนิดนี้โดยการตรวจสอบได้ง่ายมากคือใช้มือหมุนเพลลาของมอเตอร์และสังเกตว่าหมุนได้ตลอดโดยไม่ติดขัด เพราะที่โรเตอร์จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กแตกต่างจากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต และชนิดไฮบริด ซึ่งมีสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์ขณะหมุนจะรู้สึกขั้วๆ เหมือนเป็นฟันเฟือง สเตปเปอร์มอเตอร์ชนิดนี้มีจุดด้อยในความต้องการของตำแหน่งการทำงานได้ไม่ดีนักเมื่อมีขั้นในการหมุนสูง
- 2) ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Permanent Magnet : PM) มีโครงสร้างของมอเตอร์แบบเรียบไม่มีซี่ขั้วแม่เหล็ก บนโรเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร การควบคุมทำได้โดยการป้อนกระแสกระตุ้นที่ขดลวดบนสเตเตอร์ เช่น ถ้าเป็นสเตเตอร์แบบ 4 เฟส จะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ 4 ขั้ว ซึ่งมีคอยล์พันแยกจากกัน ขั้วแม่เหล็กถาวรบนโรเตอร์จะถูกแรงดึงดูดจากขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขดลวด โรเตอร์จะอยู่คงที่ที่ขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์นั้นถึงแม้จะไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าอีกต่อไป ทำให้เกิดเป็นแรงยึดหน่วงขึ้น ชนิดนี้มีข้อดีในความต้องการของตำแหน่งแม่ ความเร็วจะมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆ
- 3) ชนิดไฮบริด (Hybrid) เป็นชนิดที่นิยมนำมาใช้งานกันมากที่สุดโดยเฉพาะนำมาใช้กับอุปกรณ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โครงสร้างภายในได้จากการรวมเอาโครงสร้างของโรเตอร์วาริเอเบิลรีลักแตนซ์ และชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มาประกอบเข้าด้วยกันจึงทำให้เป็นมอเตอร์ชนิดที่มีแรงยึดหน่วงสูง มีแรงบิดดีและผลักได้ดีซึ่งมีความคงที่และทำงานได้ดี ถึงแม้ว่าจะมีสเตปต่อรอบในการหมุนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ชนิดแรเอิร์ธเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Rare Earth Permanent Magnet) เป็นสเตปเปอร์มอเตอร์แบบใหม่อีกชนิดหนึ่ง ปรับปรุงมาจากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มีโครงสร้างของโรเตอร์เป็นแผ่นยึดติดกับเฟลอมอเตอร์ มีโมเมนต์ความเฉื่อยต่ำ อัตราเร่งสูง แรงบิดดีทางกล และความถูกต้องของตำแหน่งสูงมาก ความเร็วเริ่มหมุนและหยุดสูง สูญเสียพลังงานต่ำ ชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ดิสก์แมกเน็ตสเตปเปอร์มอเตอร์ (Disc Magnet stepper motor)

2.3.2 การพันขดลวดบนสเตปเปอร์มอเตอร์

1) แบบไบโพลาร์ (Bipolar) มีการพันขดลวด 1 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนสเตเตอร์ถูกกำหนดด้วยทิศทางของกระแสไฟฟ้า และทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามได้โดยการกลับทิศทางกระแสไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งการกำหนดทิศทางกระแสไหลและการกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้าทำได้โดยการใช้วงจรสวิตซ์ซึ่งกลับขั้วไฟฟ้า



(ก) ชนิดยูนิโพลาร์ใช้ทรานซิสเตอร์สวิตซ์
ตัวเดียวต่อ 1 ขดลวด

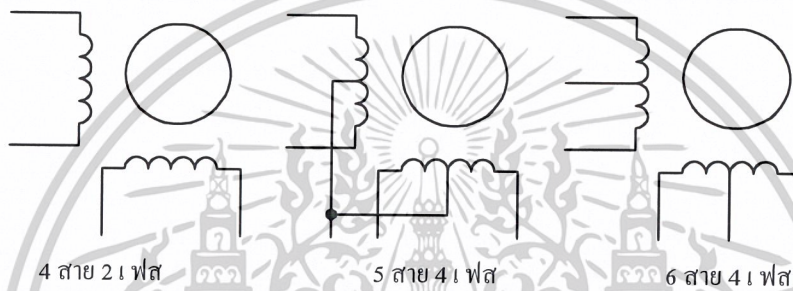
(ข) ชนิดโพลาร์ใช้ทรานซิสเตอร์สวิตซ์
4 ตัวต่อ 1 ขดลวด

รูปที่ 2.8 วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับสเตปเปอร์มอเตอร์

2) แบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) มีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้าม การกลับขั้วแม่เหล็กเปลี่ยนไปมาทำได้โดยการสวิตซ์ซึ่งกระแสไฟฟ้าจากขดลวดหนึ่งไปยังอีกขดลวดหนึ่งแทนเท่านั้น โดยปกติขดลวดทั้งสองจะมีการเชื่อมต่อกันหรือมีจุดร่วมเพื่อลดจำนวนของสายไฟที่ต่อจากมอเตอร์ วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ทำได้ง่ายกว่าแบบไบโพลาร์ เพราะต้องการเพียงสวิตซ์ธรรมดาในการเปิด และปิดกำลังไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ในทิศทางที่ต้องการให้หมุนได้ทันที รูปที่ 2.8 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้า ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวสวิตช์ซึ่งให้กับสเตปเปอร์มอเตอร์ที่มีการพันขดลวดทั้งสองแบบ จะเห็นได้ว่าในแบบของยูนิโพลาร์เป็นวงจรที่ง่าย และไม่มีควมซับซ้อนเลย

ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเตปเปอร์มอเตอร์ทั้งสองแบบนี้แสดงดังรูปที่ 2.9 การพิจารณาว่ามอเตอร์ตัวใดมีการพันขดลวดแบบใด จะสังเกตได้โดยถ้าเป็นแบบ ไบโพลาร์จะมีสายไฟต่อออกจากมอเตอร์เพียง 4 สาย และถ้าเป็นแบบยูนิโพลาร์จะมี 5 หรือ 6 สาย หรือ อาจอ่านจากป้ายชื่อที่ติดอยู่กับมอเตอร์



รูปที่ 2.9 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์

2.3.3 การกระตุ้น และการควบคุมการหมุนของสเตปเปอร์มอเตอร์

การทำให้สเตปเปอร์มอเตอร์เคลื่อนไปที่ละขั้น ทำได้โดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งจะต้องป้อนเป็นแบบซีควเอนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้อง การป้อนพัลส์กระตุ้นสเตปเปอร์มอเตอร์สามารถทำได้ 3 รูปแบบคือ

1) แบบเวฟ (Wave) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวดแต่ละขดของสเตปเปอร์มอเตอร์ทีละขดเรียงลำดับกันได้ ลักษณะแบบนี้จึงทำให้แรงบิดน้อย

2) แบบ 2 เฟส (Two Phase) มีลักษณะคล้ายกับแบบเวฟ แต่การกระตุ้นแบบนี้จะทำการกระตุ้นโดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ขดลวด 2 ขดที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน เรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบเวฟขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุน การเพิ่มจำนวนขดของขดลวดที่ถูกกระตุ้นจะทำให้เพิ่มแรงบิดได้มากกว่าแบบเวฟ โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มที่ด้วยแรงดึงจาก 2 ขดลวดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ข้อเสียของการกระตุ้นแบบนี้ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้ามากขึ้น

3) แบบครึ่งสเตป (Half Step) เป็นแบบที่ได้จากการผสมระหว่างการกระตุ้นแบบเวฟ และแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนสเตปต่อรอบอีกหนึ่งเท่าตัว แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงสเตปมีระยะสั้นลง และแต่ละสเตปเกิดจากแรงดึงของขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

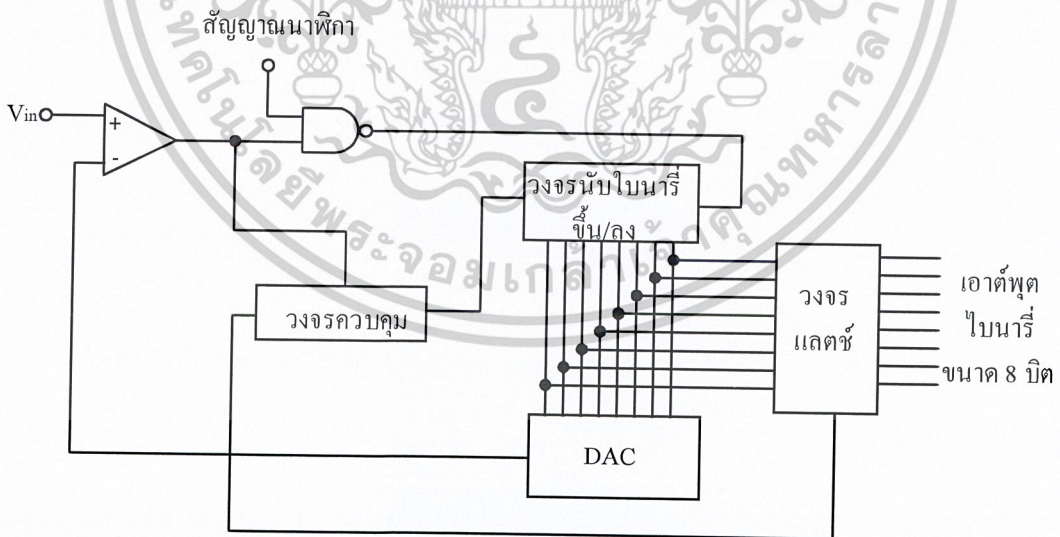
พร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งจึงมีเพิ่มมากขึ้น ที่สำคัญการกระตุ้นแบบนี้จะต้องทำการหมุน 2 สเตปจึงเท่ากับ 1 สเตปของ 2 แบบแรก ส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้าต้องใช้เหมือนกับแบบ 2 เฟส

2.4 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

การทำงานของไอซีตัวเดียวจำเป็นต้องอาศัยสัญญาณดิจิทัลในการควบคุมการทำงาน และประมวลผล เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้งานไอซีตัวเดียวร่วมกับสัญญาณแอนะล็อก ต้องอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลหรือวงจรดีทิวเอเข้ามาช่วย โดยวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลที่ใช้งานทั่วไปมีดังต่อไปนี้

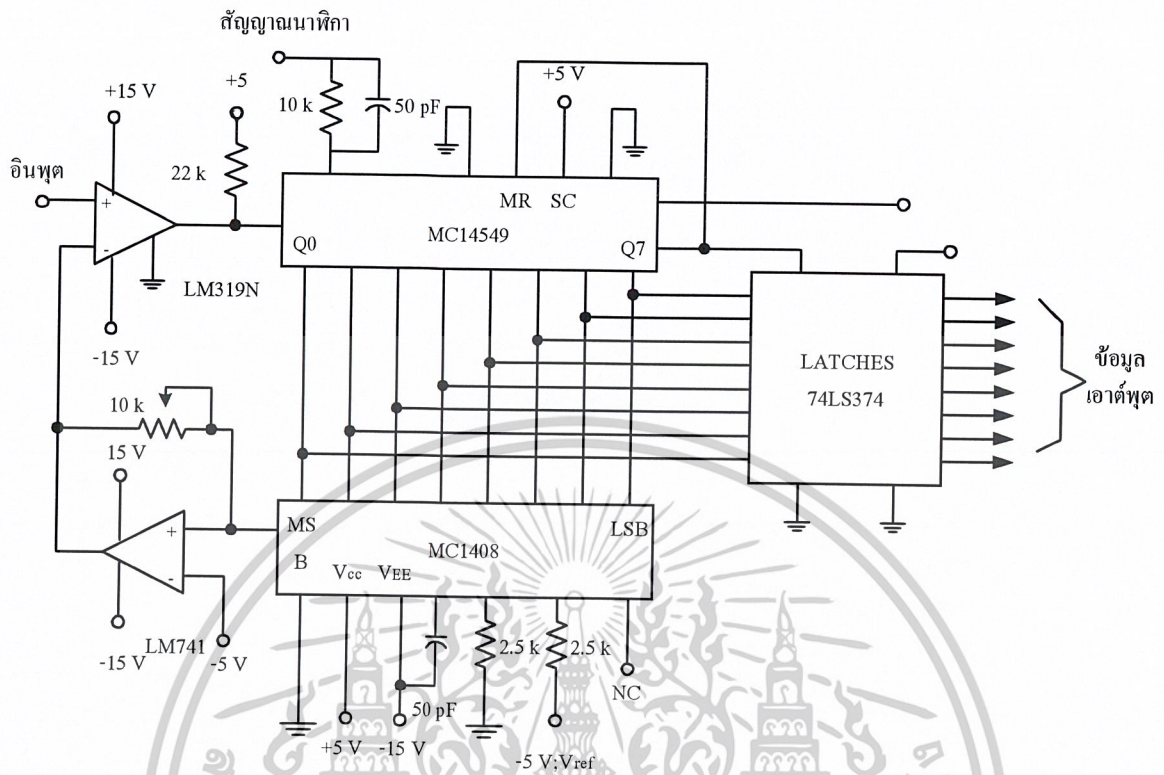
2.4.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบการสุ่ม และการคงค่า

วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลต้องการเวลาในการแปลงสัญญาณหรือที่เรียกว่า Conversion Time เพื่อเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลที่เหมาะสม ถ้าสัญญาณแอนะล็อกมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างช่วงเวลาการแปลง เอาต์พุตของค่าวงจรเปลี่ยนสัญญาณอาจเกิดความผิดพลาด จึงต้องมีการป้องกันด้วยการสุ่ม และคงค่าสัญญาณ เพื่อใช้จับค่าของสัญญาณแอนะล็อกที่จะเริ่มของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณแล้วเก็บไว้ด้วยตัวเก็บประจุ ระหว่างช่วงเวลาการแปลงหลังจากการเปลี่ยนสัญญาณเสร็จสิ้นจึงจับค่าสัญญาณแอนะล็อกค่าใหม่มาเก็บไว้อีกครั้งเป็นเช่นนี้ต่อเรื่อยไป



รูปที่ 2.10 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลที่สร้างขึ้นจากวงจรรับขึ้น/ลง และวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบประมาณค่า

2.5 อุปกรณ์ตรวจจับ

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนนำสัญญาณเข้าที่ทำหน้าที่เป็นส่วนรับค่าทางกายภาพ เรียกว่า ตัวตรวจจับ ซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงค่าทางกายภาพที่ได้รับเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งอาจจะเป็นแรงดันหรือกระแสก็ได้ และส่งให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตีความหมาย และดังกล่าวไปใช้งานได้ตามต้องการ

ตัวตรวจจับแบบพื้นฐาน เช่น สวิตช์กลไก, สวิตช์แม่เหล็ก, โฟโตทรานซิสเตอร์, เซลล์รับแสง, ออปโตคัปเปอร์, ตัวตรวจจับตำแหน่ง, ตัวตรวจจับแรงดัน, ตัวตรวจจับอุณหภูมิ, ตัวตรวจจับเสียง เป็นต้น ตัวตรวจจับต่างๆ เหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะทางกายภาพให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

2.5.1 โฟโตทรานซิสเตอร์

โดยสภาวะปกติสารกึ่งตัวนำจะมีคุณสมบัติที่ไวต่อแสง เมื่อนำเอาสารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ โปรตรอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ ดังนั้น โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นมาจากเกิดการเกิดปรากฏการณ์ที่ไวต่อแสงของสารกึ่งตัวนำ และมีรอยต่อ P-N ระหว่างสารสองชนิดของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งรอยต่อนี้มีขนาดใหญ่กว่ารอยต่อ P-N ของทรานซิสเตอร์ทั่วไป ความแตกต่างจากทรานซิสเตอร์ทั่วไป คือ ที่ตัวถังด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีช่องสำหรับรับแสงเพื่อส่งไปยังรอยต่อ P-N โดยช่องรับแสงนี้จะมีวัสดุเคลียร์ไมก้า (Clear Mica) หรือ ควอตซ์เลนส์ (Quartz Lens) ติดอยู่บนช่องรับแสงดังกล่าว

วงจรมุมและการทำงาน

วงจรมุมของโฟโตทรานซิสเตอร์ดังในรูปที่ 2.18 ซึ่งก็คือการนำทรานซิสเตอร์มาต่อร่วมกับโฟโตไดโอด โดยตัวโฟโตไดโอดจะเป็นตัวควบคุมการจ่ายแรงดันให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เมื่อเกิดแสงมาตกกระทบที่ตัวโฟโตไดโอด จะทำให้เกิดแรงดันไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ก่อให้เกิดกระแสเบสขึ้น ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในที่สุด



รูปที่ 2.12 วงจรมุม และสัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์

2.5.2 อินฟราเรด แอลอีดี

อินฟราเรด แอลอีดี ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟราเรด เมื่อตัวมันนำกระแส อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษ และเกิดพลังงานจากโปรตรอน การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันทีที่มีกระแสไหลผ่าน

อินฟราเรด แอลอีดี สามารถกำเนิดแสงอินฟราเรดได้ในช่วงสองความยาวคลื่นดังนี้ คือ อินฟราเรดแอลอีดี ที่สร้างจากสารแกเลียมอาเซไนด์ (Gallium Arsenide : GaAs) จะให้ความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร และอินฟราเรดที่สามารถสร้างจากสารอีกชนิดหนึ่งที่เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าแกเลียมอลูมิเนียมอาแซไนต์ (Gallium Aluminum Arsenide : GaAlAs) ซึ่งจะกำเนิดแสงอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตร

2.6 อุปกรณ์แสดงผลแบบดิจิทัล

อุปกรณ์ในปัจจุบันมักมีส่วนแสดงผลเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถควบคุมและใช้งานได้สะดวกขึ้น เช่น ใช้ออกสถานะการทำงาน บอกข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ส่วนแสดงผลอาจจะเป็นไฟบอกสถานะอย่างง่าย ๆ หรืออาจเป็นจอแสดงผล แสดงข้อความเป็นตัวอักษรได้ จอแสดงผลแบบหลังมีด้วยกันหลายประเภทขึ้นกับเทคโนโลยีที่ใช้ เช่นใช้ ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode : LED) หรือจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (Liquid Crystal Display : LCD) จอแสดงผลประเภทที่กำลังเป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่ แบบที่ใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลว เนื่องจากใช้พลังงานน้อย และมีความละเอียดสูง สามารถแสดงตัวอักษรและรูปภาพได้หลายแบบ

2.6.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

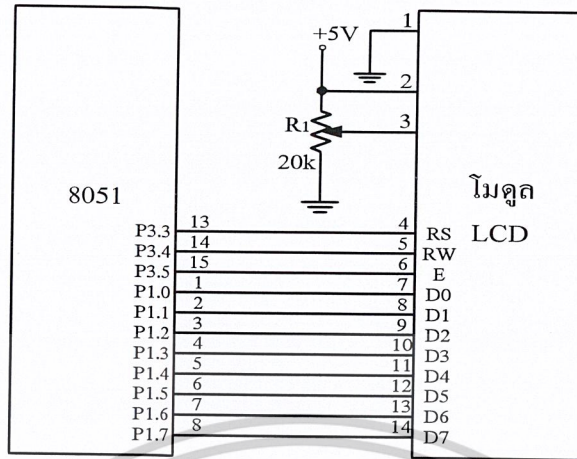
จอแสดงผลแบบผลึกเหลว เป็นจอแสดงผลที่สามารถแสดงข้อความที่เป็นตัวเลข, ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่น สาเหตุที่มีการนำจอแสดงผลแบบผลึกเหลวไปใช้งานกันมาก เนื่องจากความสะดวกความสมบูรณ์ของข้อความ

คอนโทรลเลอร์เบอร์ HD 44780 เป็นคอนโทรลเลอร์แบบยัดติดตั้งหน้าขนาด 80 ขา จากอิตาชิ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานต่างๆ ให้จอแสดงผลแบบผลึกเหลว ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก HD 44780 มีสัญญาณติดต่อกับภายนอกเพียง 14 เส้น การใช้งาน HD 44780 หรือไอซีเบอร์อื่นๆ ที่มีการทำงานคล้ายๆ กัน

2.6.2 การเชื่อมต่อ LCD

โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว สามารถที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้หลายเบอร์ รูปที่ 2.20 แสดงการเชื่อมต่อโมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 โดยมีหน้าที่การทำงานของแต่ละขา ดังนี้ คือ ขา 1 ต่อกราวด์ ขา 2 ต่อไฟ +5 โวลต์ ขา 3 ต่อกับความต้านทานปรับค่าได้แบบโพเทนชิโอมิเตอร์ เพื่อปรับความเข้ม และความสว่าง ขา 4, 5 และ 6 ใช้ต่อสัญญาณควบคุม ส่วนบัสข้อมูล (Data Bus) ที่ขา 7 ถึงขา 14 จะต่อกับพอร์ต 1 ของ 8051 เพื่ออ่าน และเขียนข้อมูลไปบนโมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การเชื่อมต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

การต่อโมดูลในรูปที่ 2.20 ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเป็นภาษาแอสเซมบลีได้ ซึ่งใช้กับโมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16 ตัวอักษร 2 แถว และโปรแกรมจะแสดงข้อความที่จอแสดงผลการทำงานของแต่ละคำสั่ง

2.7 ตัวแปรพื้นฐานที่มีผลต่อการวัดอัตราการไหล

คุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของของไหลแต่ละชนิดที่ควรทราบ ทั้งนี้ก็เพื่อว่าจะเป็นตัวพิจารณาเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เช่น ค่าความหนืด, ค่าความหนาแน่น, ความดัน, อุณหภูมิ และค่าตัวเลขของเรโนลด์ ค่าต่างๆ ดังกล่าวในข้อต้นนี้จะมีความสัมพันธ์กัน ตัวอย่าง เช่น เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ค่าต่างๆ เหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเกือบทั้งสิ้น

2.7.1 อุณหภูมิ

ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะทำให้ตัวแปรอื่นๆ อีกหลายตัว เช่น ค่าความหนืด, ค่าความหนาแน่น, ความอัดตัวเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ในการวัดของไหลที่เป็นของเหลวเนื่องจากอุณหภูมิในช่วงไหลผ่านตัววัดมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยดังนั้นจึงประมาณว่ามีค่าคงที่ แต่ในของไหลที่เป็นก๊าซหรือไออุณหภูมิจะต้องวัด และนำมาเป็นตัวแก้ไขหรือชดเชยค่าของการไหลด้วย ในการวัดอัตราการไหลของปริมาตรค่าอุณหภูมิพื้นฐานหรืออ้างอิงจะมีค่าอยู่ที่ 60° F ค่าการไหลในระบบที่มีอุณหภูมิต่างๆ จะต้องเทียบกับอุณหภูมิอ้างอิงนี้เพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบและเป็นมาตรฐานเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ความดัน

การเปลี่ยนแปลงค่าของความดันในของเหลวจะมีผลต่อตัวแปรอื่นๆ น้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ค่าความดันพื้นฐานอ้างอิงมีค่า 14.7 psia สำหรับการวัดแบบค่ากำหนดปริมาตร เช่น ค่าอัตราการไหลของลมกำหนดไว้ 15 SCFM หมายความว่าค่าการไหลของลมขณะนั้นมียุทธศาสตร์เท่ากับ 15 ลูกบาศก์ฟุต/นาที ที่อุณหภูมิ 60 °F และความดัน 14.7 psia

2.7.3 ค่าความหนาแน่น

ความหนาแน่น คือ ค่ามวลของสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรซึ่งเขียนอยู่ในรูปของสมการได้ว่า $\rho = m/v$ ค่าความหนาแน่นของของเหลวจะเปลี่ยนค่าตามอุณหภูมิแต่เกือบจะไม่มีผลเมื่อความดันเปลี่ยนไป ยกเว้นในช่วงความดันสูงมากๆ โดยปกติจะเรียกของเหลวว่าเป็นสารประเภทอัดตัวไม่ลง แต่ในกรณีที่เป็นก๊าซหรือไอความหนาแน่นจะเปลี่ยนตามทั้งค่าความดันและอุณหภูมิ

2.7.4 ค่าการอัดตัว

ของเหลวเมื่อเพิ่มความดันในส่วนหนึ่งของปริมาตรถือว่าแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในการคำนวณจึงให้เป็นค่าคงที่แต่ในกรณีที่เป็นก๊าซหรือไอค่าการอัดตัวนี้ถือเป็นตัวประกอบที่มีความสำคัญมาก ความสำคัญระหว่างความดันและปริมาตรของก๊าซจะเป็นไปตามกฎที่ว่า

$$PV = RT \quad (2.1)$$

โดยที่ P = ความดันสัมบูรณ์

V = ปริมาตรจำเพาะ

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์

R = ค่าคงที่ของก๊าซ

ในของเหลวความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความดันและปริมาณถูกกำหนดโดยค่า Bulk Modulus

$$\text{Bulk Modulus} = \frac{\text{ค่าความดันที่เปลี่ยนไป}}{\text{ปริมาตรที่เปลี่ยนไป} / \text{ปริมาตรเดิม}} \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 ค่าความหนืด

ค่าความหนืด คือ คุณสมบัติด้านการไหลของของเหลว เราจะพบว่าของเหลวที่มีความหนืดมากจะไหลช้ากว่าของเหลวที่มีความหนืดน้อย ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้เกิดจากผลของการยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของโครงสร้างของของเหลวต่างๆ ในขณะที่อุณหภูมิต่ำๆ โมเลกุลของของเหลวจะยึดเหนี่ยวกันอย่างใกล้ชิดทำให้มีแรงยึดเกาะมาก แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้โมเลกุลแยกตัวออกจากกันแรงยึดเกาะก็จะน้อยลงเป็นเหตุให้ความหนืดน้อยลงด้วย ดังนั้นก็พอที่จะกล่าวได้ว่า อุณหภูมิจะมีอิทธิพลต่อความหนืด

2.7.6 ความเร็วของการไหล

ความเร็วของการไหล เป็นความเร็วในทิศทางการไหล ความเร็วหรืออัตราการไหลจะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของการไหล กล่าวคือเมื่อความเร็วเฉลี่ยถูกทำให้ช้าลงการไหลจะเป็นแบบราบเรียบ และหากเพิ่มความเร็วในการไหลให้สูงขึ้นการไหลก็จะกลายเป็นการไหลแบบปั่นป่วน

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)}}{\text{พื้นที่หน้าตัดของท่อ (ตารางเมตร)}} \quad (2.3)$$

ในการวัดอัตราการไหลของของเหลวนั้นธรรมชาติของการไหลสามารถอธิบายได้ด้วยตัวเลขของเรย์โนลด์

$$R = \frac{VD\rho}{\mu} \quad (2.4)$$

โดยที่

V = ความเร็วเฉลี่ย

D = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ

ρ = ความหนาแน่นของของไหล

μ = ความหนืด

ค่าตัวเลขของเรย์โนลด์สามารถที่จะบอกได้ว่าการไหลของของไหลนั้นจะเป็นแบบราบเรียบหรือแบบปั่นป่วน กล่าวคือถ้าตัวเลขของเรย์โนลด์มีค่าน้อยกว่า 2000 จะแสดงการไหลแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราบเรียบและหากตัวเลขมากกว่า 4000 จะเป็นการไหลแบบปั่นป่วน ค่าตัวเลขที่อยู่ระหว่างทั้งสองจำนวนนั้นไม่สามารถที่จะทำนายธรรมชาติของการไหลได้ว่าเป็นแบบใด

2.8 เครื่องมือวัดการไหล

2.8.1 เครื่องมือวัดการไหลแบบแบ่งการไหลออกเป็นห้วงๆ (Positive Displacement)

เครื่องมือวัดการไหลแบบ Positive Displacement เป็นเครื่องมือวัดปริมาตรของการไหล โดยแต่ละรอบของการหมุนของเครื่องวัดจะแบ่งปริมาตรของของเหลวออกเป็นห้วงๆ แต่ละห้วงที่ไหลผ่านมีปริมาตรที่แน่นอน ดังนั้นอัตราการไหลขึ้นอยู่กับจำนวนห้วงที่ไหลผ่านในหนึ่งหน่วยเวลา ลักษณะของเครื่องมือวัดแบบนี้หลักการคือติดกลไกในยุคแรกๆ อาศัยชุดเฟืองที่ติดกับแกนทำให้อ่านค่าการไหล รวมทั้งหน้าปัดได้โดยตรงแต่ในปัจจุบันสามารถต่อเข้ากับระบบดิจิทัลได้โดยตรง ถ้าเราติดตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าเป็นห้วงๆ ให้ผลผลิตสัญญาณตามจำนวนรอบของการหมุนดังสมการข้างล่าง

$$Q = K \times n \quad (2.5)$$

เมื่อ Q = ปริมาตรทั้งหมดที่ไหลผ่านเครื่องวัด

K = ค่าคงที่

N = จำนวนพัลส์ที่วัดได้

แต่ถ้าต้องการทราบค่าอัตราการไหล ก็สามารถทำได้โดยผ่านภาคคำนวณหา

$$Q = C \times \frac{n}{T} \quad (2.6)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล มีหน่วยเป็นปริมาตรต่อหน่วยเวลา เช่น ลูกบาศก์เมตร

C = ค่าคงที่

N = จำนวนพัลส์ที่วัดใน 1 หน่วยเวลา T

รูปแบบของเครื่องวัดการไหล ชนิด Positive Displacement มีหลายแบบแบ่งตามลักษณะการหมุนของตัววัดได้ดังนี้ แบบนิวตติงดิสก์, แบบลูกสูบหมุน, แบบโอวอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แบบนิวเตตังคิสก์

นิวเตตังคิสก์เป็นแบบที่นิยมใช้วัดอัตราการไหลของน้ำ หรือน้ำมันหนืดๆ ตัวคิสก์จะถูกติดตั้งอยู่บนบอลแบริ่งในตำแหน่งเอียงพอดีที่ขอบด้านทั้งสองด้านสัมผัสกับกล่องที่บรรจุอยู่ทำให้ปริมาตรถูกแบ่งเป็น 2 ห้อง คือด้านล่างและด้านบนของตัวคิสก์

การทำงาน ด้านข้างของกล่องบรรจุคิสก์ถูกเจาะเป็น 2 ช่อง ช่องหนึ่งเป็นทางเข้าของของเหลวอีกช่องหนึ่งเป็นทางออก เมื่อมีของเหลวไหลเข้าสู่กล่องทำให้คิสก์หมุนไปขอบคิสก์ด้านที่สัมผัสกับกล่องทำหน้าที่เป็นตัวกั้นของเหลวที่ไหลเข้าไปในกล่องแล้วมิให้รั่วออกทิศทางการหมุนของคิสก์จะเป็นไปตามทิศทางการไหลของของเหลว เนื่องจากความดันคิฟเฟอเรนเชียลที่เกิดขึ้นที่ด้านเข้า และด้านออกของตัววัดในหนึ่งรอบที่คิสก์หมุนไปจะมีปริมาตรของเหลวไหลผ่านตัววัดแบ่งเป็น 2 ช่อง คือช่วงบน และช่วงล่างของคิสก์ดังนั้นปริมาตรที่ไหลผ่านตัววัดจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบที่คิสก์หมุนไปแทนที่ติดกับแกนแบริ่งสามารถนำไปขับเฟืองอ่านค่าไหลรวมได้โดยตรงหรืออาจต่อไปเข้ากับตัวสร้างพัลส์ผลิตสัญญาณไฟฟ้าให้สัญญาณเป็นดิจิทัลได้

2) แบบลูกสูบหมุน

หลักการการทำงานของแบบนี้คล้ายๆ กับแบบนิวเตตังคิสก์แต่ใช้ลูกสูบที่ถูกวางเยื้องศูนย์กลางรอบวงกลมหมุนถ่ายไปรอบๆ โรเตอร์โดยด้านเข้าและด้านออกของของเหลวถูกกั้นด้วย ไคอะแฟรมแผ่นตรง

จังหวะการทำงาน ของเหลวที่มีความดันจะไหลเข้าตัววัดทางช่องรับของเหลวสู่ห้องถัดไปทางขวามือและผลักดันให้ลูกสูบหมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เมื่อตำแหน่งของลูกสูบหมุนจะทำให้ช่องรับของเหลวถูกปิดมากขึ้นจนกระทั่งช่องรับของเหลวปิดสนิท ต่อจากนั้นช่องของเหลวออกจะถูกเปิดออก ของเหลวในห้องจะถูกลูกสูบอัดให้ออกทางช่องของเหลวออกออกในจังหวะเดียวกันนั่นเอง ช่องรับของเหลวก็เริ่มเปิดออกรับของเหลวเข้า และผลักดันให้ของเหลวที่เข้าไปในจังหวะก่อนไหลออกสู่ทางออกจนหมด จังหวะการทำงานก็จะวนเวียนไปตลอดในลักษณะนี้ การวัดปริมาณของเหลวที่ไหลผ่านตัววัดนี้จะใช้การวัดจำนวนรอบของลูกสูบที่หมุนไป เนื่องจากลูกสูบถูกออกแบบให้หมุนไปติดกับกรอบนอกและสัมผัสกับไคอะแฟรมอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการรั่วไหลของของเหลวจะมีน้อยมากยกเว้นในช่วงอัตราการไหลต่ำๆ เท่านั้น ขณะไม่ใช้งานควรมีวาล์วปิดไว้ตลอดเวลาเพื่อป้องกันการรั่ว

3) เครื่องวัดอัตราการไหลแบบโอวอล

ลักษณะเป็นเฟืองรูปวงรีสองอันขบกันอยู่ในตัววัดเฟืองนี้จะถูกผลักดันให้หมุนไปเนื่องจากความดันของของเหลวทางด้านเข้า เมื่อเฟืองทั้งคู่หมุนไปจะเกิดจังหวะรับ และคายของเหลวสลับกันไป จังหวะที่เฟืองตัวที่สองคายของเหลวออกและเฟืองตัวแรกรับของเหลวเข้าเต็มทีพร้อมที่จะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คายออกเมื่อเฟืองหมุนต่อไป จังหวะที่เฟืองตัวแรกคายของเหลวออกและเฟืองตัวที่สองเริ่มรับของเหลวเข้า จนเฟืองตัวที่สองรับของเหลวเข้าเต็มที่พร้อมที่จะคายออกเป็นเช่นนี้ตลอดไป การหมุนของเฟืองแต่ละรอบจะส่งผ่านของเหลวไปได้ 4 ช่วงของปริมาณที่ช่องว่างระหว่างเฟืองกับกรอบตัววัด การที่จะออกแบบตัวหมุนเป็นเฟืองขบกันเพื่อป้องกันการเลื่อนของตัวโอวอลและเพื่อให้เป็นตัวกั้นระหว่างของเหลวทางด้านในและด้านนอกได้ดียิ่งขึ้น การวัดอัตราการไหลด้วยวิธีนี้สามารถลดค่าผิดพลาดลงเหลือต่ำกว่า 0.5% เท่านั้น

การสร้างสัญญาณเอาต์พุตทางไฟฟ้า จะตรวจวัดที่เฟืองตัวใดตัวหนึ่งโดยยึดแม่เหล็กถาวรไว้ที่เฟืองโรเตอร์ที่หมุนไปตามอัตราการไหล เมื่อจุดที่ติดตั้งแม่เหล็กหมุนผ่านเซนเซอร์ตัวเล็กจะเกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้นเป็นห้วงๆ จำนวนห้วงที่เกิดขึ้นจะแปรผันโดยตรงกับอัตราการไหลสามารถกำหนดได้เช่น 100 cc/Pulse เมื่อผ่านภาคปริแอมพลิฟายเออร์จะได้คลื่นรูปสี่เหลี่ยมออกมาซึ่งสามารถต่อโดยตรงเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้ วัสดุที่ใช้ทำเฟืองโรเตอร์มีหลายชนิดสามารถเลือกใช้ได้ตามของเหลวที่ต้องการวัด เช่น คาร์บอนพิเศษ แบบมาตรฐานทำด้วยสแตนเลสสตีล 316 ขนาดของอัตราการไหลต่ำสุดที่สามารถวัดได้ตั้งแต่ 4 ลิตร/ชั่วโมง จนถึงย่านหมื่นลิตร/ชั่วโมง มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 0.5\%$ ของค่าสูงสุดเหมาะสำหรับใช้วัดปริมาตรของของเหลวที่ต้องการบรรจุหีบห่อ เช่น ใช้ควบคุมการบรรจุน้ำมัน น้ำผลไม้ลงในกล่องบรรจุ เพราะให้ค่าความถูกต้องสูงและให้ความเชื่อถือได้สูงกว่าเครื่องวัดอัตราการไหลแบบ Positive Displacement แบบอื่นๆ ที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วไป

4) มิเตอร์ชนิดใบพัดหมุน

มิเตอร์ชนิดใบพัดหมุนถูกใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม นำไปใช้ใช้เพื่อการวัดน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดิบ ซึ่งจะประกอบด้วยตัวหมุนทรงกระบอกหนึ่งตัวที่ตัวหมุนรอบเพลากลาง และลูกเบี้ยวที่อยู่กับที่ เมื่อของเหลวไหลผ่านใบพัดที่ยื่นออกมาเป็นผลให้มีการหมุนของตัวหมุน และการกระทำของลูกเบี้ยวจะเป็นเหตุให้ใบพัดทำหน้าที่เหมือนกับตัวติดตามลูกเบี้ยว และสร้างห้องวัดเพื่อวัดการไหลผ่านของของไหล การกระทำที่เป็นรูเล็กๆ ของของไหลที่ถูกวัดจะอุดรูรั่วของใบพัดอย่างได้ผล เพื่อสร้างช่องว่างที่ใช้ในการวัด

มิเตอร์ชนิดนี้จะให้ความเที่ยงตรงมากที่สุด สามารถนำไปใช้กับท่อที่มีขนาดถึง 400 มม. ซึ่งมีความเที่ยงตรงปกติประมาณ $\pm 0.1\%$ ส่วนที่มีความเที่ยงตรงประมาณ $\pm 0.5\%$ จะพบในมิเตอร์ที่มีขนาดใหญ่

มิเตอร์เหล่านี้ถูกสร้างขึ้นมาจากวัสดุหลายชนิด มีความสามารถเข้ากับอุณหภูมิ และความดันที่สูงพอสมควร ซึ่งจำกัดด้านบนสุดอยู่ประมาณ 177°C และ 1000 psig (6.9Mpa) มิเตอร์ชนิดนี้

สามารถนำไปใช้ในการวัดการไหลของของเหลวที่สะอาดความหนืดต่ำ ในย่านตั้งแต่ไม่กี่แกลลอน ต่อนาทีไปจนถึง 17,500 แกลลอน/นาที (56.5 ลิตร/นาที)

4.1) ข้อดี

- 1) ความดันสูญเสียต่ำ
- 2) ใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งในแก๊สและของเหลว รวมทั้งของเหลวที่มีความหนืด
- 3) ใช้ได้กับความดันและอุณหภูมิที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับมิเตอร์ชนิดอื่น
- 4) สร้างได้จากวัสดุหลายชนิด
- 5) ให้ความเที่ยงตรงสูง

4.2) ข้อเสีย

- 1) มีแนวโน้มที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก
- 2) มีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับมิเตอร์ชนิดอื่น
- 3) ยากต่อการเสียหายเนื่องจากไอที่ติดมากับของไหล
- 4) ค่าความเที่ยงตรงจะลดลงที่อัตราการไหลต่ำ

2.9 หรีดรีเลย์

หรีดรีเลย์เป็นรีเลย์ประเภทหนึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เป็นโลหะที่มีความไวต่อสนามแม่เหล็กเรียกว่าหรีด โดยปรกติหรีดจะมีสองอันหรีดทั้งสองจะอยู่ในหลอดแก้วซึ่งมาทำขึ้นเพื่อขบบรรจุอยู่หลอดแก้วที่บรรจุหรีดจะถูกนำไปใส่ไว้ในขดลวดอีกทีหนึ่ง เมื่อจ่ายกระแสผ่านขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก มีผลทำให้หรีดในหลอดแก้วต่อกันหรือแยกออกจากกันได้

หรีดรีเลย์มี 3 ชนิด ด้วยกันคือ

- 1) Dryreed Relay
- 2) Ferreed Relay
- 3) Mercury-wetted contact Relay

นอกจากหรีดรีเลย์ทั้ง 3 แบบที่กล่าวถึงแล้วยังมีรีเลย์อีกประเภทหนึ่ง คือ Resonantreed Relay รีเลย์แบบนี้แม้ว่าจะมีคำว่าหรีดอยู่ด้วยก็ตามแต่จะไม่จัดให้อยู่รวมกับรีเลย์ทั้ง 3 แบบรีเลย์ประเภทนี้เป็นรีเลย์ที่มีความไวต่อความถี่

หรีดรีเลย์ประกอบด้วยหลอดแก้ว, ลินโลหะ หรือหรีด และขดลวดเมื่อเอาหลอดแก้วบรรจุหรีดไปสวมเข้ากับขดลวดก็กลายเป็นหรีดรีเลย์ขึ้นมาปลายของหรีดทั้งสองที่อยู่นอกหลอดแก้วเป็นส่วนที่ต่อออกไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดแก้ว ใช้บรรจุหลอดปลายทั้งสองข้างของหลอดแก้วเป็นตัวยึดหลอดไว้อย่างมั่นคงภายในหลอดแก้วจะใส่ก๊าซเฉื่อยประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน ผู้ผลิตรีเลย์หลายแห่งอาจบรรจุส่วนผสมของก๊าซเฉื่อยฮีเลียมเป็นส่วนใหญ่ ก๊าซที่ใส่ไว้ในหลอดแก้วมีจุดมุ่งหมายเพื่อควบคุมแรงดันเบรคดาวน์ พร้อมกันนั้นอาร์กที่เกิดขึ้นจะถูกขจัดไป

หรีด ทำด้วยสารแม่เหล็กอย่างอ่อนโดยจะใช้โลหะผสมระหว่างเหล็กกับนิกเกิล ปกติในหลอดแก้วหนึ่งหลอดจะมีหรีดอยู่สองอัน (แต่ไม่เสมอไป) เมื่อมีสนามแม่เหล็กที่เกิดจากการจ่ายกระแสผ่านขดลวดที่อยู่รอบหลอดแก้วมากกระทำต่อหรีด หรีดทั้งสองก็จะกลายเป็นแม่เหล็กด้วยเหตุว่าหรีด 2 อัน ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะต่างกันหรีดจะดึงดูดเข้าหากันหรีดทำหน้าที่หลายอย่างภายในตัวเอง คือ เป็นหน้าสัมผัส, เป็นสปริง และเป็นอาร์มเจอร์แม่เหล็ก ตอนปลายของหรีดทั้งสองที่อยู่ภายในหลอดแก้วและทำหน้าที่เป็นหน้าสัมผัสนั้นจะชุบไว้ด้วยโลหะประเภท ทอง เงิน หรือ โรเดียม โลหะแต่ละชนิดที่ใช้ทำเป็นหน้าสัมผัสจะเหมาะสมกับโพลขนาดต่างๆกัน

ขณะที่หรีดทั้งสองยังไม่ต่อกันถ้าเราจ่ายกระแสผ่านขดลวด เมื่อถึงจุดที่มีเส้นแรงแม่เหล็กมากพอพื้นที่ส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสของหรีดจะต่อกัน พอเราลดกระแสของขดลวดลงสนามแม่เหล็กก็จะลดลงด้วยทำให้แรงดึงดูดระหว่างหรีดลดลง เมื่อถึงจุดหนึ่งที่แรงดึงดูดไม่สามารถจะเอาชนะแรงสปริงของหรีดได้ หรีดก็จะแยกออกจากกันด้วยแรงสปริงภายในตัวมันเองหน้าสัมผัสก็จะเปิด

การที่นำหรีดไปใส่ไว้ในหลอดแก้วและยังมีก๊าซเฉื่อยบรรจุอยู่อีก ทำให้หรีดกับอากาศภายนอกถูกแยกจากกันโดยสิ้นเชิง ดังนั้นถึงสกรปรกต่างๆ จากภายนอกจึงไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการทำงานของหรีดรีเลย์ ซึ่งถ้าเป็นรีเลย์แบบอาร์มเจอร์ แม้ว่าเวลาใช้งานจะมีฝาพลาสติกครอบอยู่ถึงสกรปรกจำพวกฝุ่นละอองจากภายนอกก็ยังมีโอกาสเข้าไปเกาะตามหน้าสัมผัสต่างๆ อันจะเกิดผลเสียต่อการใช้งานได้

ระยะห่างระหว่างหรีดทั้งสองซึ่งกำหนดไว้ นั้น จะเป็นฉนวนระหว่างหรีดทั้งสองได้อย่างดี ในกรณีที่หรีดยังไม่ต่อกันฉนวนนี้มีค่าประมาณ $5 \times 10^5 \text{ M}\Omega$ ซึ่งนับว่ามีค่าสูงมาก ขนาดของหลอดแก้วที่บรรจุหรีดมีขนาดเล็กมากเมื่อใช้ร่วมกับขดลวดแก้วก็จะมีขนาดโตขึ้นอีกไม่มากนัก ดังนั้นหรีดรีเลย์จึงมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับรีเลย์แบบอื่น อุปกรณ์ที่ออกแบบโดยใช้หรีดรีเลย์จำนวนมากๆ จึงมีขนาดเล็กลง

วัสดุประเภทพลาสติกทำแกนของขดลวดจะมีช่องไว้สำหรับใส่หลอดแก้วที่บรรจุสำหรับขดลวดที่ใช้ร่วมกับหรีดนั้น ก็เป็นขดลวดอาบนํ้าธรรมดาพันไว้บนแกนที่ทำด้วยหรีด

2.9.1 แบบของหน้าสัมผัส

ในข้อกำหนดของรีเลย์บริษัทผู้ผลิตจะกำหนดมาให้ เช่น ค่าแรงดันใช้งาน, ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการ, ค่ากระแสและค่าความต้านทานเป็นต้น นอกจากนี้สิ่งที่จะลืมไม่ได้ก็คือแบบของหน้าสัมผัสหรือคอนแทค

การหาขนาดของหน้าสัมผัสของรีเลย์ทำได้โดยการดูแบบของหน้าสัมผัสสามารถรวมไว้เป็นตาราง พร้อมทั้งให้ชื่อว่าชื่อของอักษรตัวใดจะตรงกับหน้าสัมผัสแบบใด

สมมติว่าผู้เขียนมาในข้อกำหนดว่ารีเลย์ตัวนั้นเป็นแบบ A ก็หมายถึง หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัวนั้นในสภาพปกติจะเปิดอยู่ และหน้าสัมผัสเป็นแบบ SPST จะเขียนสัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์ของรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ A

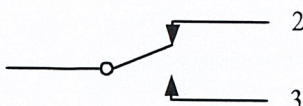
เมื่อเวลาทำงานหน้าสัมผัสถึงจะต่อกันหน้าสัมผัสในแบบ A นี้เราเรียกว่า “Make” ก็ได้ ถ้าเป็นหน้าสัมผัสแบบ B หมายถึง หน้าสัมผัสของรีเลย์ในสภาพปกติจะปิด และเป็นแบบ SPST เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ของรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ B

หน้าสัมผัสแบบนี้เวลาทำงานหน้าสัมผัสจะแยกออกจากกัน หน้าสัมผัสแบบ B นี้เรียกว่า “Break” ก็ได้

หน้าสัมผัสแบบ C แบบนี้เรียกว่า “Break , Make” หรือ Transfer เป็นหน้าสัมผัสแบบ SPDT เขียนสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ของรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสในแบบ C จะมีอยู่ด้วยกัน 3 อัน ในขณะที่รีเลย์ยังไม่ทำงานหน้าสัมผัส 1 และ 2 จะต่อกันอยู่ เมื่อรีเลย์ทำงานหน้าสัมผัส 1 และหน้าสัมผัส 2 จะแยกกัน เมื่อแยกกันแล้วหน้าสัมผัส 1 จะมาต่อกับหน้าสัมผัส 3 แทน ถ้ารีเลย์หยุดทำงานหน้าสัมผัส 1 กับ 2 ก็จะต่อกันตามเดิม

สำหรับจำนวนของชุดหน้าสัมผัสนั้นจะบอกเป็นตัวเลขและเขียนไว้หน้าตัวอักษรที่แสดงแบบของหน้าสัมผัส เช่น 1A, 1B, 2B, และ 2A เป็นต้น

1A หมายถึง หน้าสัมผัสเป็นแบบ A และมีจำนวนหน้าสัมผัส 1 ชุด



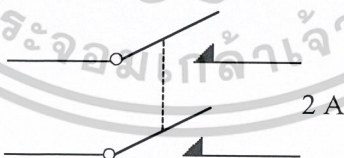
รูปที่ 2.17 รีเลย์แบบ A จำนวนหน้าสัมผัส 1 ชุด

1B หมายถึง หน้าสัมผัสเป็นแบบ B และมีจำนวนหน้าสัมผัส 1 ชุด



รูปที่ 2.18 รีเลย์แบบ B ที่มีจำนวนหน้าสัมผัส 1 ชุด

2A หมายถึง หน้าสัมผัสเป็นแบบ A จำนวนหน้าสัมผัส 2 ชุด เมื่อรีเลย์ทำงานหน้าสัมผัสทั้งสองจะทำงานพร้อมกัน



รูปที่ 2.19 รีเลย์แบบ A ที่มีจำนวนหน้าสัมผัส 2 ชุด

หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัวเดียวอาจจะมีจำนวนถึงเป็นสิบๆ ชุด เท่าที่ยกตัวอย่างให้เห็นนั้นเป็นเพียงตัวอย่างที่ต้องการให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงวิธีสังเกตแบบหน้าสัมผัส และจำนวนของหน้าสัมผัสที่มักใช้กันบ่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 การทำงานของหรีดรีเลย์

หรีดรีเลย์แบบ A คือ หน้าสัมผัสแบบปกติเปิดยังไม่ต่อกันเป็นรีเลย์ในสภาพปกติยังไม่มีการเสถียรผ่านขดลวด ซึ่งอยู่รอบๆ หลอดแก้ว หรีดทั้งสองที่อยู่ในหลอดแก้วมีความยาวเท่ากัน และจะเคลื่อนตัวได้เมื่อเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้น พอจ่ายกระแสผ่านขดลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นหรีดจะกลายเป็นแม่เหล็ก และมีขั้วต่างสนามแม่เหล็ก เมื่อมีค่ามากพอหรีดทั้งสองก็จะต่อกัน เมื่อหยุดจ่ายกระแสให้ขดลวดสนามแม่เหล็กก็จะลดลงจนถึงจุดที่ไม่สามารถจะเอาชนะแรงสปริงของหรีดได้ หรีดก็จะแยกออกจากกันกลับสู่สภาพเดิมอีกครั้งอัน

หรีดรีเลย์ซึ่งมีหน้าสัมผัสเป็นแบบ B หรือ “Break” หน้าสัมผัสในสภาพปกติจะต่อกันอยู่จะสังเกตได้ว่า หรีดรีเลย์ในรูปนี้มีความยาวของหรีดไม่เท่ากัน หรีดที่อยู่ส่วนบนจะสั้นกว่าหรีดอันล่าง ขณะที่รีเลย์ทำงานจะมีหรีดเพียงอันเดียวเท่านั้นที่เคลื่อนที่ คือหรีดอันล่างส่วนหรีดอันบนนั้นจะถูกตรึงอยู่กับที่

หรีดทั้งสองต่อกันได้ด้วยแรงบังคับทางกลไก ดังนั้นจึงอาจเรียกหรีดรีเลย์แบบนี้ได้ว่า “Mechanically Biased” หลักการทำงานของหรีดรีเลย์แบบนี้ก็เช่นเดียวกับหรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ A ต่างกันตรงที่ว่า หรีดรีเลย์แบบ B นี้เมื่อจ่ายกระแสผ่านขดลวดจะทำให้หน้าสัมผัสอันล่างแยกออกจากหน้าสัมผัสอันบน พอหยุดจ่ายกระแสหน้าสัมผัสก็จะกลับมาต่อกันอีก

หรีดรีเลย์แบบ C เป็นแบบ Break Make หรือ Transfer หรีดรีเลย์แบบ C มีหน้าสัมผัสอยู่ 3 อัน สองอันบนมีความเท่ากัน อันล่างยาวที่สุด และจะเป็นตัวเคลื่อนที่ระหว่างหรีดสองอันข้างบนที่อยู่กับที่

เมื่อรีเลย์ยังไม่ทำงานหน้าสัมผัส 1 และ 2 จะต่อกัน เมื่อจ่ายกระแสผ่านขดลวดทำให้หรีดทั้ง 3 เป็นแม่เหล็ก หรีดด้านล่างจะมีขั้วแม่เหล็กต่างจากหรีดด้านล่าง เมื่อสนามแม่เหล็กมีปริมาณมากขึ้น หรีดตัวที่ 1 จะต่อกับหรีดตัวที่ 2

หรีด 2 และหรีด 3 นั้น จะมีความยาวเท่ากัน มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกัน ขณะเดียวกันหรีดทั้งสองกับหรีด 1 จะต่อกัน ขณะที่เกิดอำนาจแม่เหล็กหรีด 1 กับหรีด 2 จะต่อกัน และหรีด 1 ก็สามารถต่อกับหรีด 3 ได้เช่นกัน เนื่องจากโครงสร้างของหรีด 2 กับหรีด 3 ต่างกัน กล่าวคือ หรีด 2 นั้นผิวของหรีดมีสารที่ไม่เป็นแม่เหล็ก ดังนั้นหรีด 3 จึงมีผลตอบสนองต่อสนามแม่เหล็กได้ดีกว่าหรีด 2 แม้ว่าหรีด 2 จะต่อกับหรีด 1 ก็ตาม เมื่อหยุดจ่ายกระแสหรีด 1 จะกลับไปต่อกับหรีด 2 ตามเดิม

หรีดรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเป็นแบบ C แต่หรีด 1 กับหรีด 2 จะต่อกันโดยอาศัยอำนาจของแม่เหล็กถาวรที่ติดอยู่ตอนกลางของหรีด 2

หรีดรีเลย์แบบนี้เป็นแบบ “Magnetically Biased” คืออำนาจแม่เหล็กถาวรบังคับให้หรีดต่อกันสนามแม่เหล็กที่เกิดจากการจ่ายกระแสผ่านขดลวดจะทำให้หรีด 1 ไปต่อกับหรีด 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานให้หรีดต่อกันโดยใช้แม่เหล็กถาวรช่วย หรือเรียกว่า “Magnetically Biased” นอกจากนี้จะใช้กับหรีดที่มีหน้าสัมผัสแบบ C แล้ว ยังใช้กับหน้าสัมผัสแบบ B ด้วย

แม่เหล็กถาวร ซึ่งวางแนบอยู่ทางด้านข้างของหลอดแก้ว เมื่อมีสนามแม่เหล็กจากขดลวดมากระทำต่อหรีดจะทำให้ขั้วแม่เหล็กของหรีดเปลี่ยนไปในทิศทางตรงกันข้าม สนามแม่เหล็กจากขดลวดจะทำให้หรีดที่ต่อกันอยู่แยกออก เมื่อหยุดจ่ายกระแสให้ขดลวดแม่เหล็กถาวรจะมีอำนาจดึงดูด ทำให้หรีดต่อกันอีกครั้ง

2.9.3 หรีดรีเลย์แบบอื่นๆ

หรีดรีเลย์นั้นประกอบด้วยหลอดแก้วบรรจุหรีด และขดลวดหลอดจะสวมอยู่ในขดลวดขดลวด 1 ชุดอาจมีหลอดแก้วหลายหลอดก็ได้

ภายในขดลวด 1 ชุดประกอบด้วยหรีดรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสอยู่ 2 แบบ คือแบบ A และแบบ B หรีด 3 ด้านบนเป็นหน้าสัมผัสแบบ A ด้านล่างเป็นหน้าสัมผัสแบบ B หรีดรีเลย์ตัวนี้จึงเขียนสัญลักษณ์เป็น 3A-1B หน้าสัมผัสแบบ B ที่อยู่ด้านล่างนั้นต่อกันโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กถาวรที่วางไว้ใต้หลอดแก้วแม่เหล็กถาวรดังกล่าวไม่มีผลต่อการทำงานของหรีดอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียงหรีดที่อยู่ด้านล่าง

หรีดรีเลย์อีกแบบหนึ่ง ประกอบด้วยหรีด 2 ชุด มีหน้าสัมผัสแบบ A และแบบ B ต่อกันโดยแม่เหล็กถาวรที่วางไว้ด้านบนหน้าสัมผัสแบบ A อยู่ข้างล่างเมื่อรีเลย์ทำงานหน้าสัมผัสแบบ B จะเปิดและหน้าสัมผัสแบบ A จะปิด ทั้งแบบ A และแบบ B ต่างมีหน้าสัมผัส 1 ชุดจึงเขียนสัญลักษณ์เป็น 1A-1B

ภายในขดลวด 1 ชุดสามารถใส่ “Pole” ได้หลายๆ อันตามที่กล่าวมาแล้ว (“Pole” หมายถึงแต่ละคู่ของหน้าสัมผัสที่อยู่ในหลอดแก้วของตัวเอง) การที่ใส่ “Pole” หลายๆ อันไว้ในขดลวดเพียงชุดเดียวอาจจะเกิดปัญหาขึ้นได้ กล่าวคือเนื่องจาก “Pole” มีหลายอันจึงเป็นการยากที่จะทำให้หรีดทุกอันภายในขดลวดจะไม่เท่ากันโดยตลอด สนามแม่เหล็กจะแรงที่สุดที่ขอบนอกสุดของขดลวดผลของสนามแม่เหล็กจะทำให้หรีดที่อยู่ด้านนอกทำงานก่อนหรีดที่อยู่ตรงกลางโดยจะเอาหรีดที่มีความไวอยู่ตรงกลาง (สนามแม่เหล็กอ่อนที่สุด) และหรีดที่มีความไวน้อยกว่าใส่ไว้ริม (สนามแม่เหล็กแรงที่สุด)

แม้ว่าหรีดรีเลย์ถูกสร้างขึ้นมานานแต่การใช้งานของมันยังคงเป็นไปอย่างกว้างขวาง และได้รับการพัฒนาอยู่เสมอ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ไปเป็นจำนวนมากที่มีหรีดรีเลย์เข้าไปเกี่ยวข้อง กับวงจรบางวงจรในเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่ต้องการความเร็วในการทำงานนำหรีดรีเลย์เข้าช่วย เช่น โทรศัพท์ระบบครอสบาร์ หรือโทรศัพท์ระบบอิเล็กทรอนิกส์จะประกอบด้วยหรีดรีเลย์เป็นจำนวนมากนอกเหนือจากหรีดรีเลย์ธรรมดา และอุปกรณ์ประเภทโซลิดสเตตอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรีดรีเลย์มีขนาดเล็ก ด้วยเหตุนี้บริษัทผู้ผลิตนาฬิกาข้อมือประเภทที่แสดงเวลาเป็นตัวเลขหรือนาฬิกาคอมพิวเตอร์ บางบริษัทจึงนำเอาหรีดรีเลย์ใส่ในตัวเรือนนาฬิกา เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยแสดงเวลา การใช้งานของหรีดในนาฬิกาประเภทนี้ไม่นำสนามแม่เหล็กจากขดลวดไปใช้งาน แต่จะใช้แม่เหล็กถาวรแท่งเล็กๆ ช่วย เช่น ถ้านำหรีดต่อดึงกันหรือแยกกันก็เลื่อนแท่งเหล็กไว้ที่ตำแหน่งที่ถูกต้อง การทำงานของหรีดขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กคั้งนั้น หรีดประเภทนี้จึงเรียกว่าหรีดสวิทช์

นอกจากนี้หรีดรีเลย์ถูกนำไปใช้เป็นสแตปป์สวิทช์ของระบบคอนเวอร์เตอร์ที่เปลี่ยนระบบจากแอนะล็อกให้เป็นดิจิทัลอีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 เป็นแผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ โดยประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ ใช้หลักการของตัวตรวจจับแบบความเหนี่ยวนำ โดยใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ทำการผลิตความถี่ขึ้นมา เมื่อมีเหรียญผ่านเข้ามา จะทำให้ความถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์เปลี่ยนไป จากนั้นนำสัญญาณที่ได้ไปแปลงเป็นไฟตรง แล้วทำการเปลี่ยนแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณดิจิทัล โดยใช้วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล เพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ใช้หลักการตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด ถ้ามีเหรียญผ่านเข้ามายังตัวตรวจจับ ก็จะส่งสัญญาณไปยังวงจรมับ ให้ทำการนับสัญญาณไปจนกว่าเหรียญจะวิ่งผ่านตัวตรวจจับไป จึงจะหยุดทำการนับสัญญาณ แล้วนำสัญญาณที่นับได้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ
- 3) ภาคสวิทซ์การเลือกการทำงาน ใช้สำหรับการกดเลือกจำนวนเงินที่ต้องการ และควบคุมให้เครื่องจ่ายน้ำ และหยุดจ่ายน้ำ
- 4) ภาคสวิทซ์ตรวจสอบจำนวนเหรียญ จะใช้ไมโครสวิทซ์ติดไว้ที่ช่องเก็บเหรียญแต่ละอัน เพื่อทำการตรวจสอบจำนวนเหรียญ ถ้ามีเหรียญใดเหรียญหนึ่งหมด ก็จะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ทำการจ่ายเหรียญถัดไปออกมาแทน
- 5) ภาคขับเคลื่อนมอเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนให้จ่ายเหรียญออกมายังช่องจ่ายเหรียญ เมื่อผู้ใช้บริการต้องการเหรียญคืน
- 6) ภาคขับเคลื่อนมอเตอร์ ทำหน้าที่เปิดปิดประตูเพื่อเปลี่ยนเส้นทางเดินของเหรียญ โดยถ้าเป็นเหรียญจริง และเหรียญในกระบอกทอนเหรียญไม่เต็มโซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2 จะเปิดให้เหรียญเข้าไปที่รางแยกเหรียญ ถ้าเป็นเหรียญจริง และเหรียญในกระบอกทอนเหรียญเต็มโซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 จะเปิดให้เหรียญเข้าไปเก็บที่ช่องเก็บเหรียญ และถ้าเป็นเหรียญปลอมเหรียญจะวิ่งมาที่ช่องคืนเหรียญ
- 7) ภาคขับเคลื่อนวาล์ว ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายน้ำ และหยุดจ่ายน้ำ
- 8) ภาคตรวจสอบน้ำในถัง ทำหน้าที่ตรวจสอบน้ำในถังว่ามีน้ำอยู่ในถังหรือไม่ โดยใช้แท่งตัวนำ 2 แท่งใส่ในถังน้ำเมื่อมีน้ำแท่งตัวนำ 2 แท่งจะต่อถึงกันหลอด LED จะดับ ถ้าไม่มีน้ำแท่งตัวนำ 2 แท่งจะไม่ต่อถึงกันหลอด LED จะสว่าง
- 9) ภาควัดปริมาณอัตราการไหลของน้ำ ใช้หริตสวิทซ์ติดที่มิเตอร์น้ำ และแท่งแม่เหล็กติดที่ใบพัดของมิเตอร์น้ำ และนำสัญญาณที่ได้ไปเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์
- 10) ภาคขับปั้มน้ำ เพื่อเพิ่มแรงดันน้ำให้ไหลแรงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว ใช้สำหรับแสดงค่าจำนวนเงิน โดยจะใช้ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

12) ภาคประมวลผลกลาง ทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผล และควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน

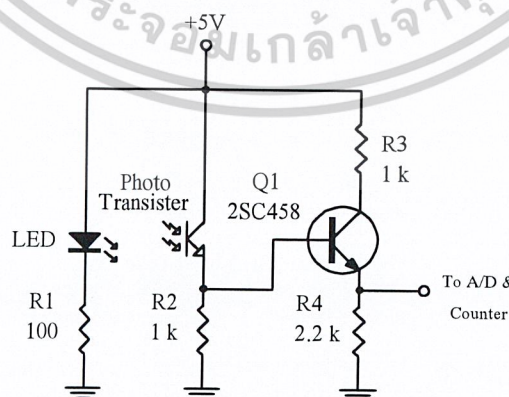
13) ภาคจ่ายไฟ ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับส่วนต่างๆ ของเครื่องทั้งหมด

3.3 การออกแบบวงจร

3.3.1 ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

1) วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด การออกแบบวงจรใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด และโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวส่ง และรับสัญญาณตามลำดับ โดยมีหลักการทำงานคือ ในขณะที่ไม่มีเหรียญผ่านเข้ามา เอาต์พุตที่ขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ จะมีสถานะเป็น “1” จนกว่าจะมีเหรียญผ่านเข้ามาจึงจะเปลี่ยนสถานะเป็น “0” ซึ่งมีทรานซิสเตอร์ Q₁ เป็นตัวขยายกระแส

วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ชุด โดยชุดแรกจะติดตั้งที่ด้านบนสุดของรางเหรียญ ใช้สำหรับตรวจสอบว่ามีเหรียญผ่านเข้ามาหรือยัง เพื่อทำการส่งสัญญาณไปยังวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลให้อ่านค่าในสภาวะที่ไม่มีเหรียญ และรีเซตวงจรนับอินฟราเรดชุดที่ 2 จะเป็นตัวรีเซตวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลให้อ่านค่าในสภาวะที่มีเหรียญ อินฟราเรดชุดที่ 3 ติดอยู่ที่ท้ายสุดของรางเหรียญ เพื่อทำการตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ



รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

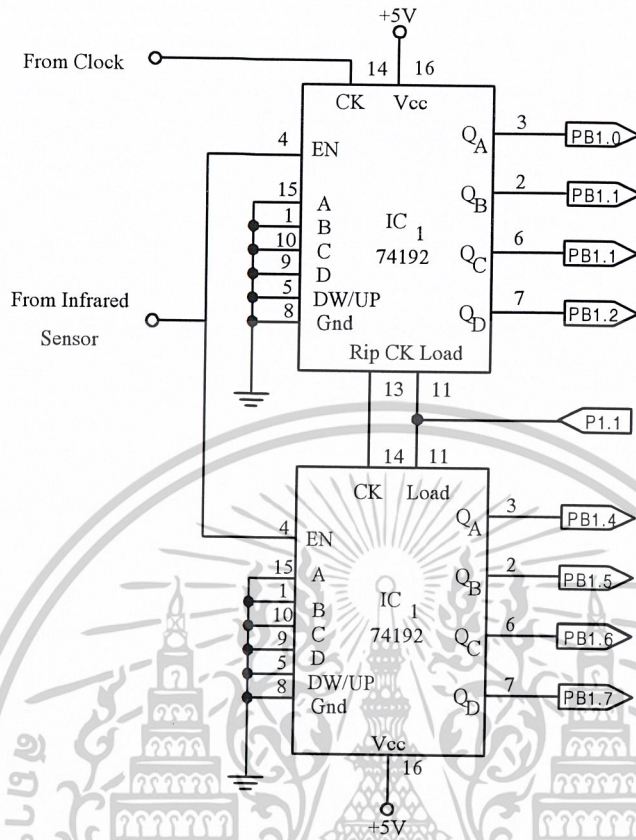
2) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา จากวงจรในรูปที่ 3.3 ไอซีเบอร์ 555 ทำการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อเป็นสัญญาณให้กับวงจรถับ การทำงานของวงจร จะต้องทำการต่อขาอินพุตของวงจร เปรียบเทียบแรงดันทั้ง 2 ชุดรวมกัน คือ ขา 2 และขา 6 ขณะ C_1 ทำการประจุแรงดันเพิ่มขึ้นถึง $2/3$ ของแรงดันแหล่งจ่าย เอาต์พุตที่ขา 3 จะเป็นลอจิก “0” ทำให้ C_1 คายประจุผ่าน R_2 และ Q_{14} ภายใน ไอซี แรงดันตกคร่อม C_1 จะลดลงมาถึง $1/3$ ของแรงดันแหล่งจ่าย วงจรควบคุมจะบังคับให้อาต์พุตที่ขา 3 เป็นลอจิก “1” ทันที และ C_1 จะเริ่มประจุแรงดันอีกจนถึง $2/3$ ของแรงดัน แหล่งจ่ายเอาต์พุตก็จะเปลี่ยนเป็น “0” และทำงานสลับกันไปมาอย่างนี้เรื่อยๆ เราสามารถควบคุมให้วงจรทำงาน หรือหยุดทำงานได้โดยควบคุมที่ขา 4 (ขารีเซต) ถ้าต่อขา 4 ลงกราวด์ วงจรจะไม่ทำงาน วงจรจะทำงานได้ต้องต่อขา 4 กับแรงดันไฟบวก หรือแรงดันที่มีสถานะเป็นลอจิก “1” เท่านั้น



รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

3) วงจรนับ ในรูปที่ 3.4 แสดงวงจรถับ ในวงจรใช้ไอซีเบอร์ 74191 ซึ่งเป็นวงจรถับแบบเลขฐานสอง การทำงานของวงจร คือ เมื่อ ขา 4 ได้รับสัญญาณมาจากวงจรตรวจจับด้วยแสง อินฟราเรด เป็นลอจิก “0” วงจรก็จะเริ่มนับสัญญาณไปจนกว่าสัญญาณจะเปลี่ยนเป็นลอจิก “1” ก็จะหยุดนับ และจะส่งสัญญาณที่นับได้นี้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล เอาต์พุตของวงจรถับจะมีขนาด 8 บิต โดยขา 11 ของไอซีจะต่อกับพอร์ต P1.1 เพื่อทำการโหลดข้อมูลจากขา Data Input ให้ส่งไปยังเอาต์พุต โดยใช้พัลส์ลบ ซึ่งจะป้อนลอจิกเป็น “1” เข้าที่พอร์ต PC.0-PC.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

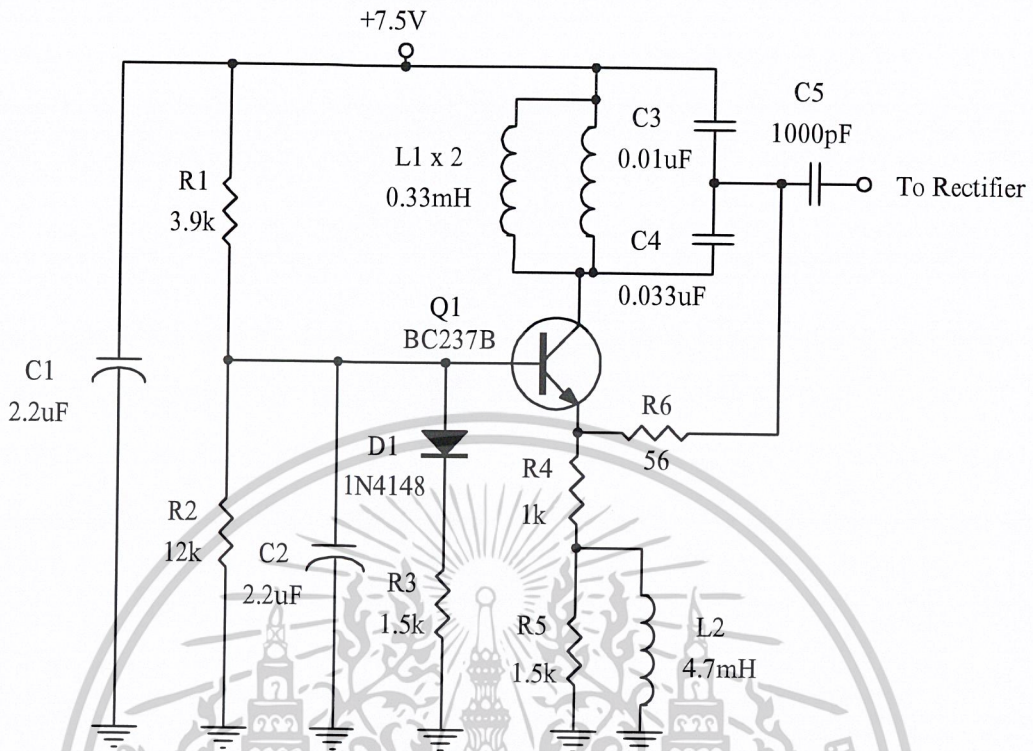


รูปที่ 3.4 วงจรนับ

3.2.2 ภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ

1) วงจรออสซิลเลเตอร์ จากวงจรในรูปที่ 3.5 ทรานซิสเตอร์ Q_1 จะได้รับ ไบแอสจากวงจร โดยการแบ่งแรงดันจากตัวต้านทาน R_1 และ R_2 เมื่อทรานซิสเตอร์ได้รับการไบแอสก็จะทำให้เกิดกระแสไหลทางขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งกระแสที่ได้นี้จะไหลผ่านวงจรเทงค์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำที่พันอยู่บนแกนบ็อบบิ้น และตัวเก็บประจุ 2 ตัวที่ต่ออนุกรมกันอยู่ ซึ่งถ้าส่วนประกอบทั้งสองมีค่า X_L และ X_C เท่ากัน จะทำให้วงจรเกิดสภาวะเรโซแนนซ์ขึ้นที่ วงจรเทงค์ จากหลักการของวงจรออสซิลเลเตอร์จะต้องมีการป้อนกลับสัญญาณจากเอาพุตเข้ามาทางอินพุต เพื่อทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งในวงจรนี้ใช้ตัวต้านทาน R_6 ในการป้อนกลับสัญญาณกลับมาทางอินพุต โดยใช้ตัวเก็บประจุ C_2 ในการดีคัปปลิ่งให้ทางอินพุตอีกทีหนึ่ง ซึ่งเมื่อวงจรทำงานตามหลักดังกล่าวแล้วจะทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



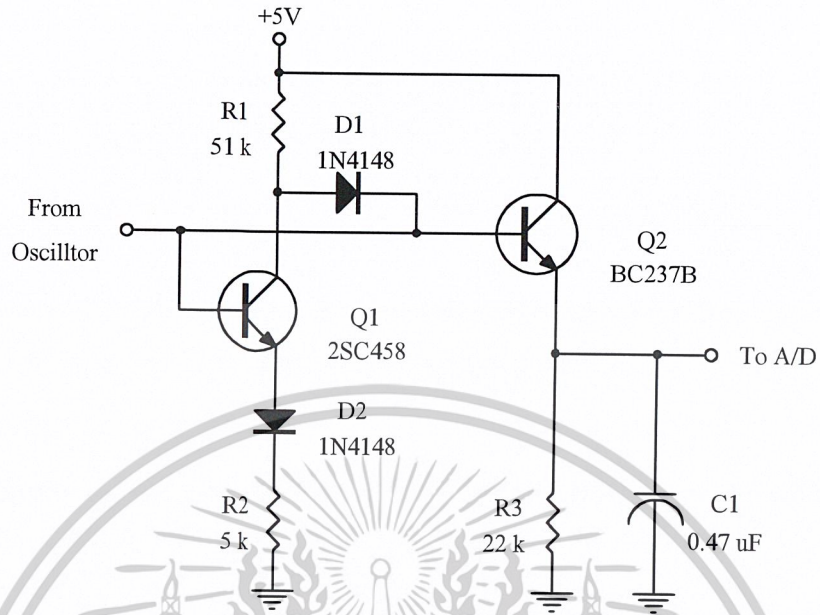
รูปที่ 3.5 วงจรออสซิลเลเตอร์

เมื่อมีเหรียญเข้ามาในสนามของตัวตรวจจับ จะทำให้ความถี่ของออสซิลเลเตอร์สูงขึ้น ซึ่งถูกกำหนดโดยอิมพีแดนซ์ของตัวเหนี่ยวนำที่เปลี่ยนแปลงไป เหรียญจะถูกดูดซับพลังงานจากวงจรเรโซแนนซ์ ทำให้เกิดการลดทอนสัญญาณ และเกิด Reducing Voltage

2) วงจรเรกติไฟฟ์ จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณไซน์เวฟที่ได้จากวงจรรออสซิลเลเตอร์ ที่ทำการผลิตความถี่ให้เป็นแรงดันไฟตรง เพื่อป้อนเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล วงจรเรกติไฟฟ์แสดงดังรูปที่ 3.6

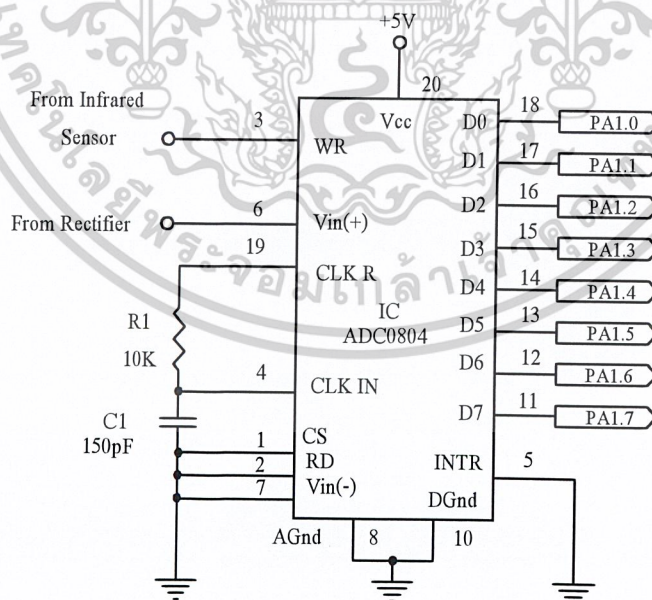
อุปกรณ์หลักของวงจรนี้ คือ ไอซี ADC 0801 ซึ่งเป็นไอซีแบบ ADC ขนาด 8 บิต โดยมีตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ R_{10} และ C_7 เป็นตัวกำหนดความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ควบคุมจังหวะการทำงาน ซึ่งมีการกำเนิดจากภายในตัวไอซีเอง แต่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ภายนอกบางตัว เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลจะทีขนาด 8 บิต เพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรเรกติไฟร์

3) วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analog to Digital Converter) แสดงดังรูป 3.7

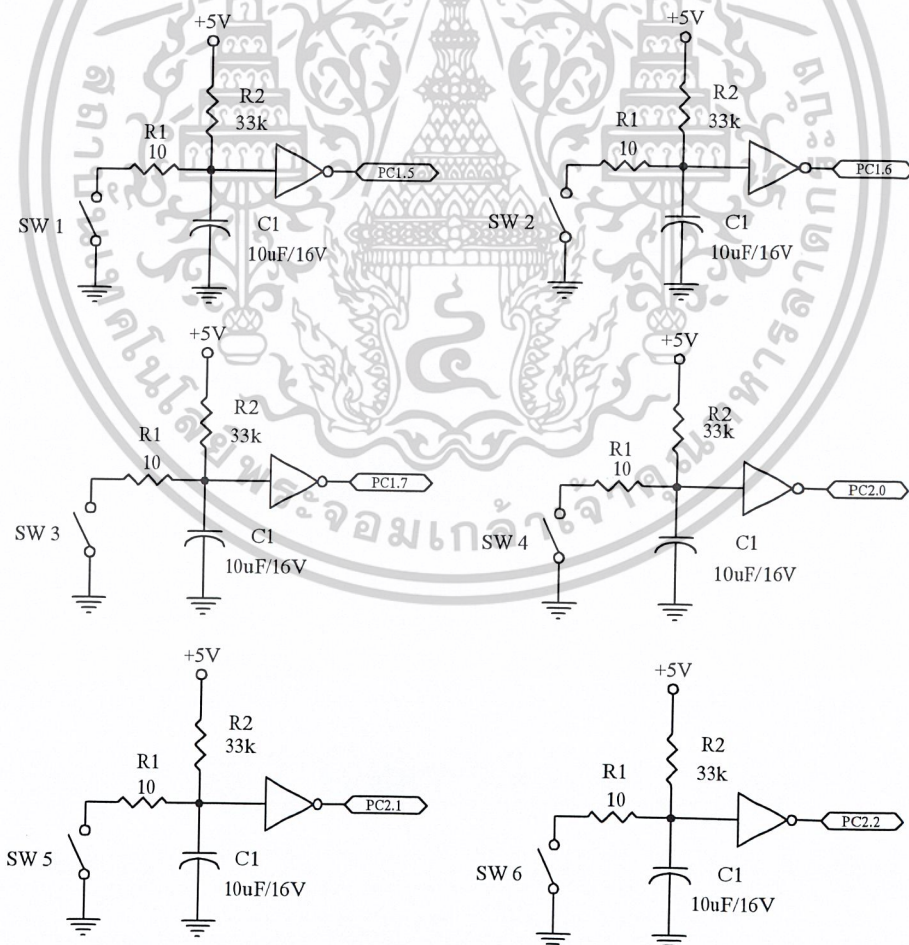


รูปที่ 3.7 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ภาคสวิตช์ตรวจสอบจำนวนเหรียญ

ภาคสวิตช์ตรวจสอบจำนวนเหรียญนี้ทำหน้าที่ตรวจสอบจำนวนเหรียญที่มีอยู่ในช่องเก็บเหรียญแต่ละอัน โดยจะต่อกับไมโครสวิตช์ซึ่งติดไว้ที่ด้านบน และด้านล่างของช่องเก็บเหรียญ ถ้าเหรียญใดเหรียญหนึ่งหมด จะส่งสัญญาณที่พอร์ต PC1.5-PC1.7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.8 เป็นการต่อตัวเก็บประจุ 10 ไมโครฟารัดคร่อมหน้าสัมผัสเพื่อให้แรงดันตกคร่อมหน้าสัมผัสเปลี่ยนแปลงทันทีไม่ได้ เมื่อเปิดสวิตช์ตัวเก็บประจุจะถูกเก็บประจุผ่านตัวต้านทาน 33 กิโลโอห์ม ทำให้แรงดันที่อินพุตของเกตค่อยๆ เพิ่มขึ้น แม้จะมีการสั้นของหน้าสัมผัสก็ไม่มีผลต่อแรงดันมากนัก เมื่อปิดสวิตช์ ตัวเก็บประจุจะคายประจุผ่านตัวต้านทาน 10 โอห์ม ไปที่สวิตช์ทันที แม้จะมีการสั้นของหน้าสัมผัสอีกก็ไม่มีผลทำให้แรงดันเปลี่ยนแปลงอีกเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามแรงดันที่อินพุตของเกตจะเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้าเพราะผลของตัวเก็บประจุ เราจึงนิยมใช้ไอซีที่เป็นสมิตต์ทริกเกอร์ต่อรับสัญญาณเข้าจากสวิตช์



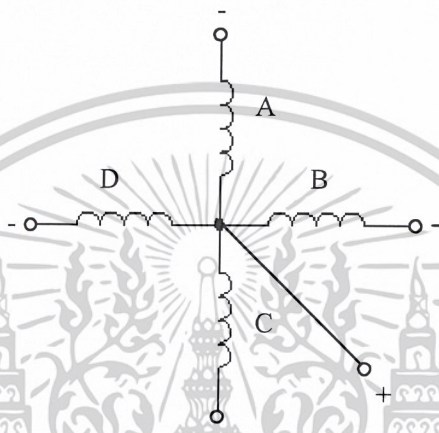
รูปที่ 3.8 วงจรภาคควบคุมการเลือกเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ภาคขับสเตปเปอร์มอเตอร์

วงจรภาคขับสเตปเปอร์มอเตอร์จะมีอยู่ด้วยกัน 3 วงจร สำหรับใช้จ่ายเหรียญแต่ละชนิด คือ เหรียญ 1 บาท, เหรียญ 5 บาท, และเหรียญ 10 บาท

สเตปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบยูนิโพลาร์ โดยการทำงานของวงจรจะป้อนลอจิกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้กับชุดขับสเตปเปอร์มอเตอร์



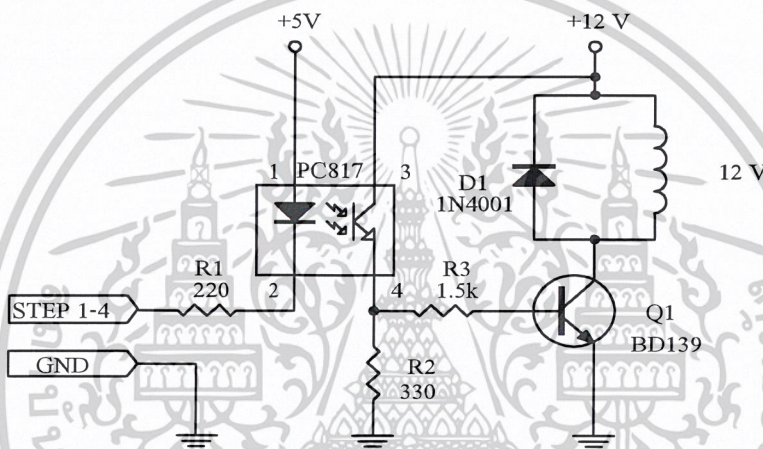
รูปที่ 3.9 สเตปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

หลักการการทำงานของวงจรขับสเตปเปอร์มอเตอร์ อาศัยคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยลอจิกสามารถทำให้ชุดขับสเตปเปอร์มอเตอร์ทำงาน คือ ลอจิก “1” เมื่อมีคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีลอจิกเป็น “1” LED ภายในออปโต PC817 จะนำกระแส โดยมีตัวต้านทานค่า 220 โอห์ม ทำหน้าที่จำกัดกระแส เมื่อทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายในออปโต PC817 นำกระแส จะมีกระแสส่วนหนึ่งไหลผ่านตัวต้านทาน 330 โอห์ม ลงกราวด์ และอีกส่วนหนึ่งจะไหลผ่านตัวต้านทาน 1.5 กิโลโอห์ม ไปไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 ซึ่งสามารถขับกระแสได้ 2 แอมป์ เมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแส ทำให้กระแสที่ไหลผ่านจากแหล่งจ่ายไฟผ่านยังขดลวดสเตปเปอร์มอเตอร์ครบวงจร ส่วนไดโอด 1N4001 ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับในขณะที่มอเตอร์หยุดการทำงานวงจรขับสเตปเปอร์มอเตอร์ จะมีทั้งหมด 3 ชุด แต่ละชุดนำไปขับขดลวดแต่ละขดสำหรับชุดจ่ายไฟของขดลวดสเตปเปอร์มอเตอร์ กับชุดจ่ายไฟของอินพุตจะแยกอิสระต่างกัน เพื่อตัดปัญหาในเรื่องสัญญาณรบกวนและปัญหาอื่นๆ ที่จะเข้ามารบกวนระบบควบคุมของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

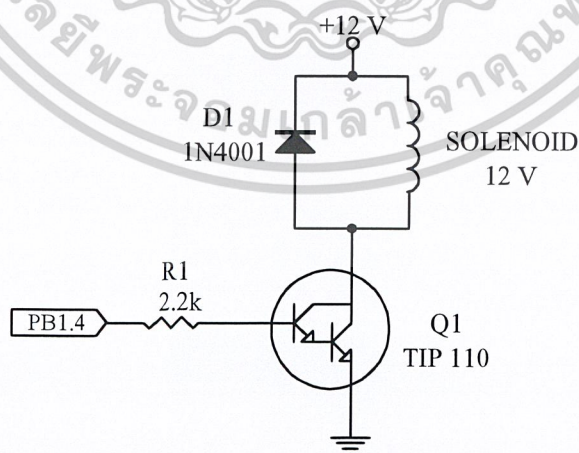
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ภาคขับโซลินอยล์

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเหรียญที่ผ่านเข้ามาทางช่องรับเหรียญแล้ว เราจะต้องทำการควบคุมการเปิดปิดประตูเส้นทางเดินของเหรียญ โดยถ้าผลของการวิเคราะห์ที่ออกมาว่าเหรียญที่ผ่านตัวตรวจจับเข้ามาเป็นเหรียญ 1 บาท, เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท ถ้าเหรียญในกระบอกทอนเหรียญเต็มโซลินอยล์ตัวที่ 1 จะเปิด หรือถ้าเหรียญในกระบอกทอนเหรียญไม่เต็มโซลินอยล์ตัวที่ 2 จะเปิดให้เหรียญผ่านไปที่รางแยกเหรียญและเก็บในกระบอก ถ้าหากผลการวิเคราะห์ออกมาว่าไม่ใช่เหรียญที่กำหนดไว้ หรือเป็นเหรียญวิ่งออกมาที่ช่องจ่ายเหรียญคืน



รูปที่ 3.10 ภาคขับสเตปเปอร์มอเตอร์



รูปที่ 3.11 ภาคขับโซลินอยล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในรูปที่ 3.11 เป็นวงจรภาคขับโซลินอยด์ จะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP110 ซึ่งเป็น บัฟเฟอร์ เป็นตัวขับกระแสที่ง่ายให้กับโซลินอยด์ นอกจากนั้นยังเป็นบัฟเฟอร์ให้ระหว่าง โซลินอยด์กับบอร์ดควบคุมอีกด้วยโซลินอยด์ที่ใช้มีขนาด 12 โวลต์ เนื่องจากมีแรงผลักดันมากพอ และหาซื้อได้ง่าย ส่วนไดโอดเบอร์ 1N4001 ที่ต่อขนานกับโซลินอยด์มีไว้เพื่อป้องกันทรานซิสเตอร์ เสียหาย อันเนื่องจากการแส่ป้องกันกลับซึ่งมีค่ามาก ที่เกิดจากสนามแม่เหล็กหดตัวตัดขดลวดเมื่อ หยุดจ่ายกระแสให้ กระแสย้อนกลับนี้จะผ่านไดโอดแล้วไปครบวงจรที่ขดลวด ถ้าไม่มีไดโอดตัวนี้ กระแสย้อนกลับซึ่งมีค่ามากนี้จะไหลผ่านทรานซิสเตอร์ทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

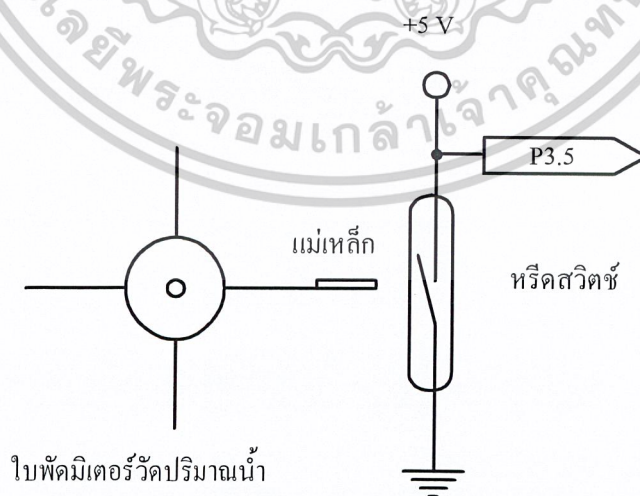
3.2.6 ภาคประมวลผล

ในส่วนของภาคประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่ม อัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์แสดงผลแบบผลึกเหลวแสดงผล ซึ่งใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ SILA รุ่น ANT-32 เป็นส่วนประสมผล โดยมีไอซีเบอร์ AT89C51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ และใช้ โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี เป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงานของวงจร

3.2.7 ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว

ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลวใช้สำหรับแสดงค่าจำนวนเงิน รวมทั้งแสดงสถานะการทำงาน ต่างๆ ของเครื่อง ซึ่งบอร์ดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 นี้จะมีพอร์ตสำหรับต่อภาคแสดงผล แบบผลึกเหลวโดยตรง

3.2.8 ภาควัดปริมาณการไหลของน้ำ

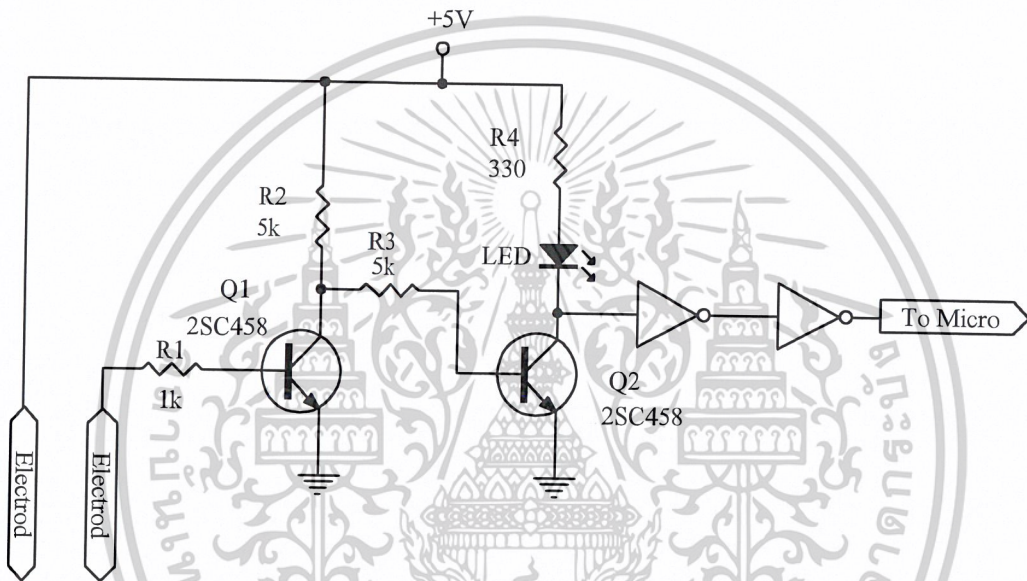


รูปที่ 3.12 ภาควัดปริมาณการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อน้ำไหลผ่านท่อน้ำเข้าสู่มาตรวัดน้ำ จะทำให้ใบพัดของมาตรวัดน้ำหมุน แผ่นแม่เหล็กที่ติดอยู่ที่ใบพัดก็จะเคลื่อนที่ตัดผ่านหรือสวิทช์ซึ่งต่อไฟเลี้ยง 5 โวลต์ เอาไว้ทำให้หน้าสัมผัสของหรือสวิทช์สัมผัสกัน และทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ที่มีขนาด 5 โวลต์ ขึ้นมาค่าความถี่ของสัญญาณพัลส์จะเท่ากับความเร็วในการหมุนตัดผ่านหรือสวิทช์ของแผ่นแม่เหล็กหรือความเร็วในการหมุนของใบพัด นำสัญญาณพัลส์ที่ได้ไปเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.9 ภาควงจรตรวจสอบน้ำในถัง



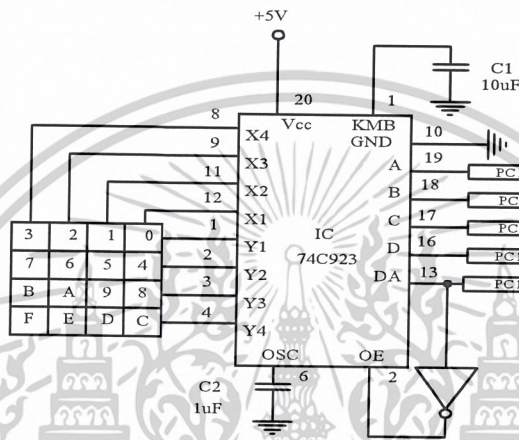
รูปที่ 3.13 วงจรตรวจสอบน้ำในถัง

การทำงานของวงจรรูปที่ 3.13 เป็นการต่อแ่งอิล็กโทรด 2 แ่งในถังน้ำโดยแ่งหนึ่งต่อกับแหล่งจ่าย 5V และอีกแ่งต่อกับ R1k เข้าที่ขาเบสทรานซิสเตอร์ Q1 ในสภาวะที่ไม่มีน้ำแ่งอิล็กโทรดไม่ต่อกันทำให้กระแสไหลผ่าน R3 และ R4 เข้าที่ขาของทรานซิสเตอร์ Q2 หลอด LED จะสว่างเพราะทรานซิสเตอร์ Q2 นำกระแสเอาต์พุตที่ผ่านน็อดเกจ 2 ตัวจะเป็น “1” และเมื่อน้ำในถังทำให้แ่งอิล็กโทรดทั้ง 2 ต่อกันทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงาน กระแสไหลลงกราวด์ จึงไม่มีกระแสไหลไปที่ Q2 หลอด LED ดับ เอาต์พุตที่น็อดเกจทั้ง 2 ตัวจะเป็น “0” และนำสัญญาณเอาต์พุตไปเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 ภาคสวิทซ์การเลือกจำนวนเงิน

เมื่อหยอดเหรียญแล้วต้องกดคีย์สวิทซ์เลือกจำนวนเงินที่ต้องการ โดยเครื่องจะรับค่าจาก IC 74C923 ซึ่งเป็น IC สแกนคีย์สวิทซ์โดยเอาต์พุตที่ออกจาก IC74C923 จะเป็นเลขไบนารี จากรูปที่ 3.14 สวิทซ์ทั้ง 12 ตัวต่อแบบเมทริกซ์ 3 x 4 กำหนดการกดคีย์ ตามตารางที่ 3.1 เอาต์พุตที่ได้จะถูกส่งไปเข้าพอร์ตของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.14 ภาคสวิทซ์เลือกจำนวนเงิน

ตารางที่ 3.1 การกดคีย์เลือกจำนวนเงิน

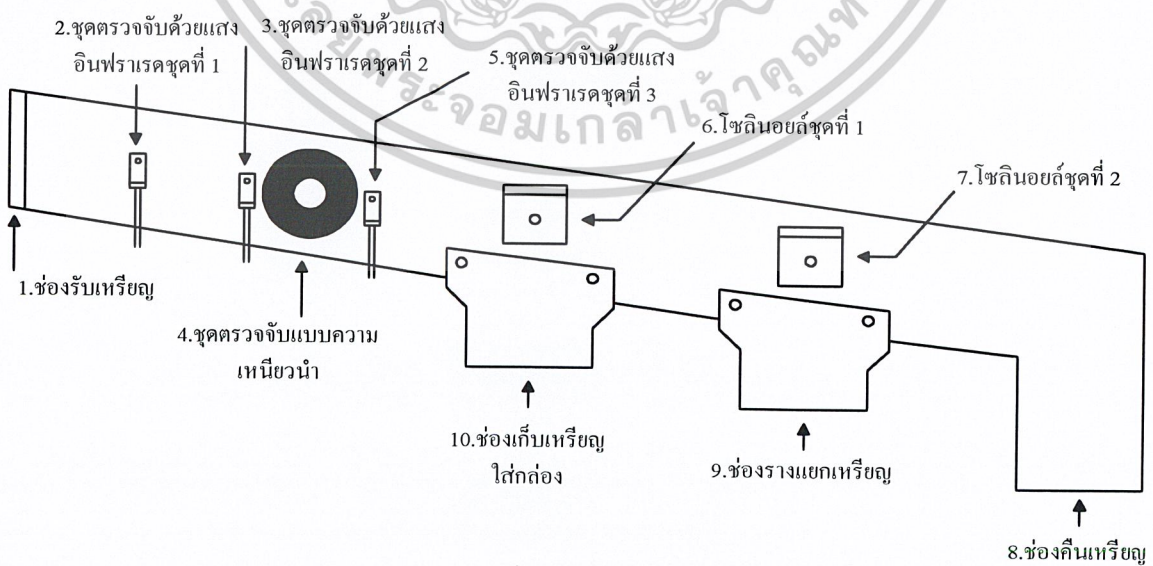
ความหมายของคีย์	เลขฐาน 16
0	6
1	F
2	E
3	D
4	C
5	B
6	A
7	9
8	8
9	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 มิลลิเมตรในการจัดทำ เพราะสามารถทำให้เห็นความเคลื่อนไหวของเหรียญได้ชัดเจน ซึ่งรางเหรียญที่ได้ทำการทดลองได้ทำการออกแบบดังรูปที่ 3.13

ส่วนประกอบของรางเหรียญ และการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ บนรางเหรียญจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- 1) ช่องรับเหรียญ ใช้สำหรับทำการรับเหรียญที่ผู้ใช้บริการหยอดเข้ามา
- 2) ชุดตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดชุดที่ 1 จะติดไว้ด้านบนสุดของรางเหรียญเพื่อตรวจสอบว่าขณะนี้เหรียญผ่านเข้ามาหรือยัง และรีเซตวงจรตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญและวงจรตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ
- 3) ชุดตรวจจับความเหนียวน้ำ ใช้สำหรับตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ
- 4) ชุดตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดชุดที่ 2 ใช้สำหรับตั้งให้อ่านค่าของภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ
- 5) ชุดตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดชุดที่ 3 ใช้สำหรับตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ
- 6) โซลินอยด์ ใช้สำหรับเปิดประตูเพื่อเปลี่ยนเส้นทางเดินของเหรียญ โดยโซลินอยด์ตัวที่ 1 จะเปิดเหรียญในกระบอกทอนเหรียญเต็ม โซลินอยด์ตัวที่ 2 จะเปิดเหรียญในกระบอกทอนเหรียญไม่เต็ม
- 7) ช่องจ่ายเหรียญคืน เมื่อทำการตรวจสอบแล้วว่าไม่ใช่เหรียญจริง ประตูโซลินอยด์จะปิดทำให้เหรียญวิ่งออกมาทางช่องจ่ายเหรียญคืน

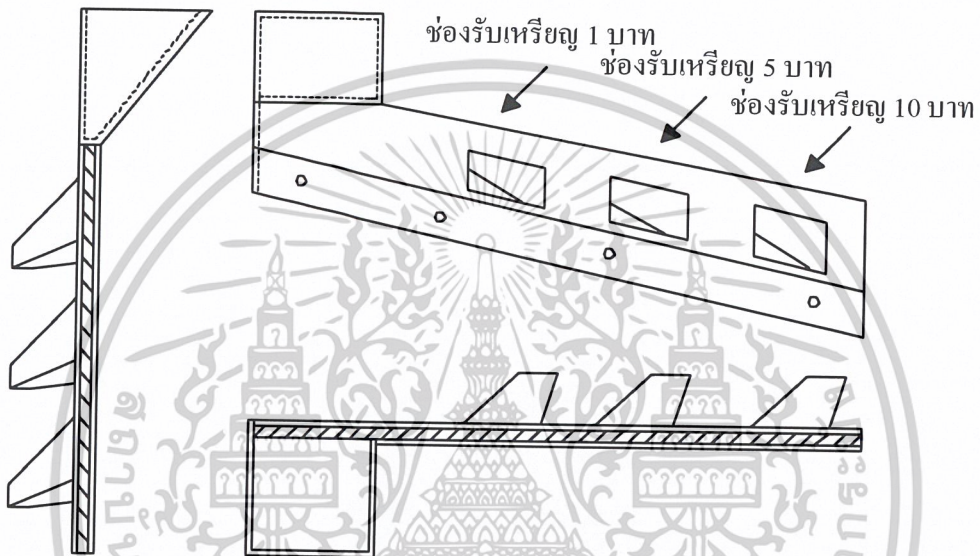


รูปที่ 3.16 การออกแบบรางรับเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การออกแบบรางคัดแยกเหรียญ

เมื่อเหรียญถูกตรวจสอบว่าเป็นเหรียญจริงแล้ว โซลินอยด์จะทำการเปิดประตูให้เหรียญวิ่งผ่านมายังรางคัดแยกเหรียญ เพื่อทำการคัดแยกเหรียญชนิดต่างๆ ลงในช่องเก็บเหรียญแต่ละชนิด โดยถ้าเป็นเหรียญ 1 บาท ก็จะลงในช่องแรก ถ้าเป็นเหรียญ 5 บาท ก็จะลงในช่องที่ 2 และถ้าเป็นเหรียญ 10 บาท ก็จะลงในช่องที่ 3 รางคัดแยกเหรียญดังแสดงในรูป 3.17



รูปที่ 3.17 การออกแบบรางคัดแยกเหรียญ

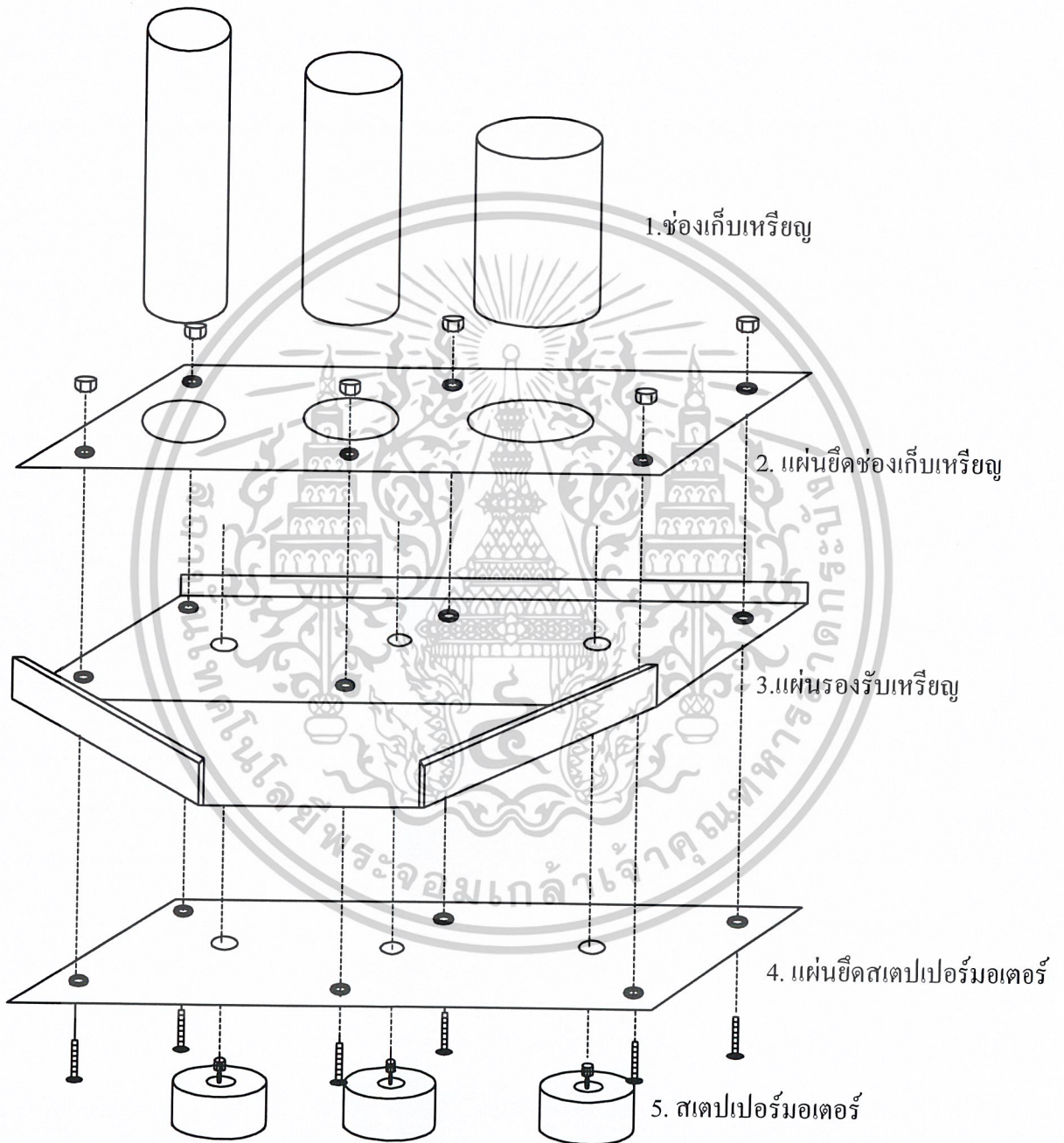
3.3.3 การออกแบบส่วนจ่ายเหรียญ

ส่วนประกอบต่างๆ ของส่วนจ่ายเหรียญประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- 1) ช่องเก็บเหรียญ มีด้วยกัน 3 ขนาด คือ ช่องเก็บเหรียญ 1 บาท, 5 บาท และ 10 บาท
- 2) แผ่นยึดช่องเก็บเหรียญ ทำหน้าที่ยึดให้ช่องเก็บเหรียญแต่ละอันคงที่ ทำจากพลาสติกใสหนา 2 มิลลิเมตร
- 3) แผ่นรองรับเหรียญ ทำหน้าที่เป็นตัวรองรับเหรียญด้านล่างของช่องเก็บเหรียญแต่ละอัน เพื่อให้สเตรปเปอร์มอเตอร์หมุนทำการจ่ายเหรียญออกมา โดยทำจากพลาสติกหนา 2 มิลลิเมตร
- 4) แผ่นยึดสเตรปเปอร์มอเตอร์ ทำหน้าที่ยึดตัวสเตรปเปอร์มอเตอร์ โดยทำจากพลาสติกหนา 2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

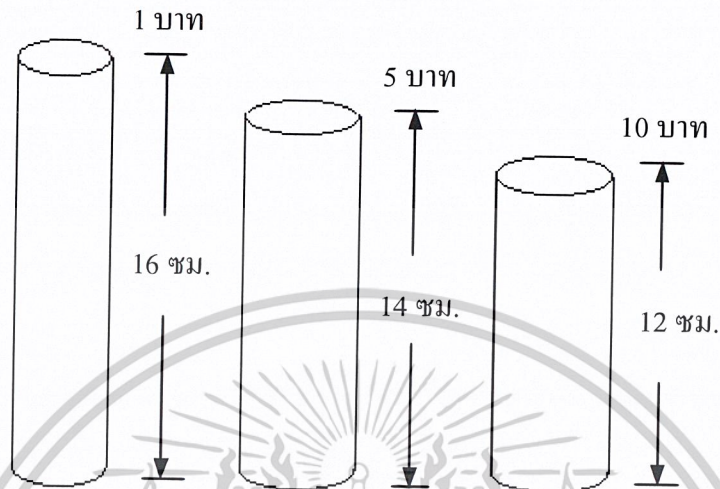
5) สเตปเปอร์มอเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนให้จ่ายเหรียญออกมา ซึ่งมีอยู่ 3 ตัว เพื่อใช้ขับเคลื่อนให้จ่ายเหรียญ 1 บาท, 5 บาท และ 10 บาท



รูปที่ 3.18 การออกแบบส่วนจ่ายเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การออกแบบช่องเก็บเหรียญ



รูปที่ 3.19 การออกแบบช่องเก็บเหรียญ

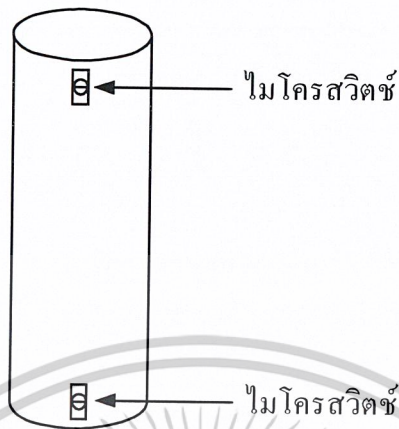
ในการออกแบบช่องเก็บเหรียญดังแสดงในรูปที่ 3.16 ใช้ท่อพีวีซีในการจัดทำกระบอกทอนเหรียญ เพราะสามารถหาซื้อได้ง่าย โดยช่องเก็บเหรียญ 1 บาท จะใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร และช่องเก็บเหรียญ 5 บาท และ 10 บาท จะใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตร

โดยที่ช่องเก็บเหรียญแต่ละช่องสามารถบรรจุเหรียญได้จำนวนดังนี้

- 1) ช่องเก็บเหรียญ 1 บาท สามารถบรรจุเหรียญได้จำนวน 95 เหรียญ
- 2) ช่องเก็บเหรียญ 5 บาท สามารถบรรจุเหรียญได้จำนวน 50 เหรียญ
- 3) ช่องเก็บเหรียญ 10 บาท สามารถบรรจุเหรียญได้จำนวน 40 เหรียญ

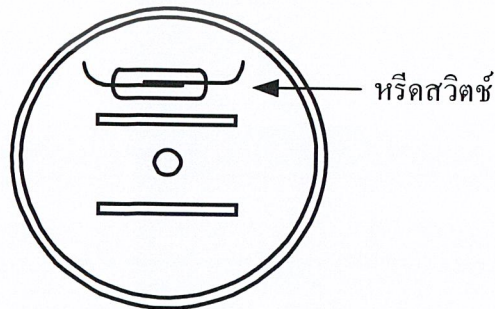
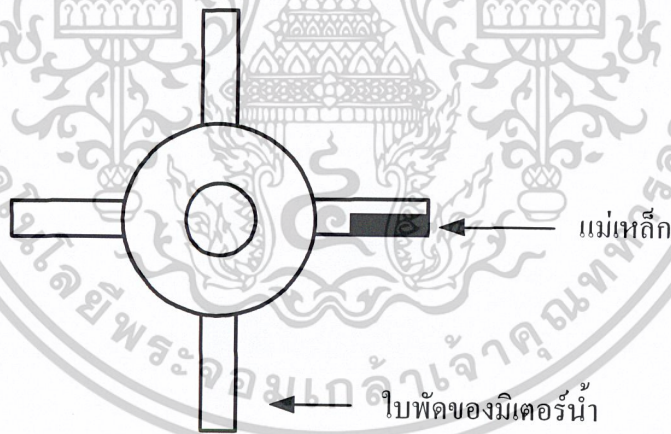
3.3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจนับ

ในแต่ละช่องเก็บเหรียญจะมีอุปกรณ์ตรวจนับ คือ ไมโครสวิทช์ ซึ่งจะติดไว้ที่ด้านบนและล่างของช่องเก็บเหรียญแต่ละอัน ดังแสดงในรูปที่ 3.18 โดยจะทำหน้าที่ตรวจสอบจำนวนเหรียญที่มีในกระบอกเก็บเหรียญ



รูปที่ 3.20 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ

3.3.6 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับในมิเตอร์น้ำ



รูปที่ 3.21 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับในมิเตอร์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำเพื่อใช้ในการตรวจจับจะใช้การฝังแผ่นแม่เหล็กที่ใบพัดของมาตรวัดน้ำโดยเฉลี่ย ส่วนบนของใบพัดออกเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วฝังแผ่นแม่เหล็กที่มีขนาดเล็กกว่าช่องว่างส่วนที่ ถูกตัดจากนั้นใช้กาวอีพอกซ์ที่ทาปิดทับตรงรอยต่อเพื่อกันไม่ให้แผ่นแม่เหล็กหลุดออกจากใบพัด นอกจากนี้ก็ต้องติดหรือดัดสวิทช์ที่ด้านใต้ของส่วนที่เป็นตัวจับเฟือง และตัวแสดงผล เพื่อให้เป็นตัว ส่งสัญญาณพัลส์ไปห้วงจรนับของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะต้องเจาะรูที่ด้านบน และด้านล่าง ของส่วนที่เป็นเฟือง และตัวแสดงผล 2 รู ติดหรือดัดรีเลย์ลงไปแล้วต่อสายไฟออกมาข้างนอกบนจอ แสดงผล 2 เส้น จากนั้นทา กาวอีพอกซ์ปิดตรงรอยต่อทั้งข้างบนและข้างล่างเพื่อกันไม่ให้ น้ำไหลไป ถูกสายไฟ และป้องกันไม่ให้ น้ำไหลมาข้างนอก สายไฟที่ต่อออกมาข้างนอกก็จะไปต่อกับแหล่งจ่าย ไฟ 5 โวลต์ เพื่อเป็นสัญญาณอินพุตป้อนให้กับวงจรมานับของไมโครคอนโทรลเลอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง และผลการทดลองของวงจรในส่วนต่างๆ ของโครงงาน เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติว่าทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยใช้เครื่องมือทำการตรวจสอบผลการทำงานในแต่ละส่วนของวงจรที่ได้สร้างขึ้น ได้แก่ การทดลองภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ การทดลองภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ รวมทั้งในส่วนของการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

4.2 การทดลองภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองบันทึกค่าเอาต์พุตขนาด 8 บิต ของวงจรภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำค่าที่ได้บันทึกไว้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ผ่านเข้ามาใหม่ ขณะทำการหยอดเหรียญต่างๆ ถ้าตรงกับค่าหนึ่งค่าใดก็แสดงว่าเหรียญนั้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเดียวกัน

เอาต์พุตของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญนั้น คือ เอาต์พุตที่ได้จากวงจรนับซึ่งมีขนาด 8 บิต ค่าที่ได้นี้จะถูกนำไปเข้าที่พอร์ต PC.0-PC.2 User Port 1 บนบอร์ด ANT-3172 โดยเอาต์พุตนี้จะต่อกับ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน โดยสามารถดูการทำงาน โดยสามารถดูการทำงานของวงจรได้จาก LED₀-LED₇

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

- 1) ต่อแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ให้กับวงจรภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ
- 2) ทำการต่อขา LOAD ที่ขา 11 ของไอซี 74HC191 เข้ากับไฟ +5 โวลต์
- 3) ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท ผ่านตัวตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด สังเกตจำนวน LED ที่ติด แล้วบันทึกผลในตารางที่ 4.1
- 4) ทำการเชื่อมต่อขา LOAD ของไอซี โดยต่อกับกราวด์ แล้วต่อกับไฟ +5 โวลต์ที่เดิม
- 5) ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 และข้อ 4 จนครบ 10 เหรียญ
- 6) ทำการเปลี่ยนเหรียญจากขนาด 10 บาท เป็นขนาด 5 บาท และ 1 บาท จนครบ 10 เหรียญ

บันทึกค่าลงในตาราง 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เอาต์พุตของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ขณะหยอดเหรียญ 10 บาท

เหรียญที่	LED ₇	LED ₆	LED ₅	LED ₄	LED ₃	LED ₂	LED ₁	LED ₀
1	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
2	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
3	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
4	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
5	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
6	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
7	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
8	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
9	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด
10	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ติด

ตารางที่ 4.2 เอาต์พุตของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ขณะหยอดเหรียญ 5 บาท

เหรียญที่	LED ₇	LED ₆	LED ₅	LED ₄	LED ₃	LED ₂	LED ₁	LED ₀
1	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
2	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
3	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
4	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
5	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
6	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
7	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
8	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
9	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด
10	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 เอาต์พุตของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ขณะหยุดเหรียญ 1 บาท

เหรียญที่	LED ₇	LED ₆	LED ₅	LED ₄	LED ₃	LED ₂	LED ₁	LED ₀
1	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
2	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
3	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
4	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
5	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
6	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
7	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
8	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
9	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
10	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด

4.2.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อทำการหยุดเหรียญ 10 บาท 5 บาท และ 1 บาท จำนวนชนิดละ 10 เหรียญ ผ่านตัวตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด ผลปรากฏว่า ค่าที่ได้จากการทดลองจะมีค่าแตกต่างกันระหว่างเหรียญชนิดเดียวกัน ซึ่งค่าดังกล่าวมีช่วงกว้างไม่ซับซ้อนทับกัน ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้นี้ไปเขียนเป็นโปรแกรมได้

4.3 การทดลองภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ

การทดลองในช่วงนี้ เป็นการทดลองบันทึกค่าเอาต์พุตขนาด 8 บิต ของวงจรภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ เพื่อที่จะนำค่าที่ได้นี้ไปเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำค่าที่ได้บันทึกไว้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ผ่านเข้ามาใหม่ ขณะทำการหยุดเหรียญต่างๆ ถ้าตรงกับค่าหนึ่งค่าใดก็แสดงว่าเหรียญนั้นมีวัสดุที่ใช้ทำเหรียญชนิดเดียวกัน

เอาต์พุตของภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญนั้น คือ เอาต์พุตที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ซึ่งมีขนาด 8 บิต ค่าที่ได้นี้จะถูกนำไปเข้าที่พอร์ต PC.0-PC.7 User Port 1 บนบอร์ด ANT-32 โดยต่อกับ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน โดยสามารถดูการทำงานของวงจรได้จาก LED₀-LED₇

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

- 1) ต่อแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ให้กับวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล
- 2) สังเกตจำนวน LCD ที่ติดขณะยังไม่มีเหรียญผ่านตัวตรวจจับแบบความเหนี่ยวนำบันทึกผลลงในตารางที่ 4.4
- 3) ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท จำนวน 10 เหรียญ ผ่านตัวตรวจจับความเหนี่ยวนำสังเกตจำนวน LCD ที่ติด แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.5
- 4) ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนเป็นเหรียญ 5 บาท แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.6
- 5) ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนเป็นเหรียญ 1 บาท แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.4 เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ขณะยังไม่มีเหรียญ

เหรียญที่	LED ₇	LED ₆	LED ₅	LED ₄	LED ₃	LED ₂	LED ₁	LED ₀
-	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.5 เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ขณะหยอดเหรียญ 10 บาท

เหรียญที่	LED ₇	LED ₆	LED ₅	LED ₄	LED ₃	LED ₂	LED ₁	LED ₀
1	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
2	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
3	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
4	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
5	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
6	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
7	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
8	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
9	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด
10	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ขณะหยุดเหรียญ 5 บาท

เหรียญที่	LED ₇	LED ₆	LED ₅	LED ₄	LED ₃	LED ₂	LED ₁	LED ₀
1	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
2	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
3	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
4	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
5	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
6	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
7	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
8	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
9	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
10	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.7 เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ขณะหยุดเหรียญ 1 บาท

เหรียญที่	LED ₇	LED ₆	LED ₅	LED ₄	LED ₃	LED ₂	LED ₁	LED ₀
1	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
2	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
3	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
4	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
5	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
6	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
7	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
8	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
9	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด
10	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อทำการหยอดเหรียญ 10 บาท 5 บาท และ 1 บาท จำนวนชนิดละ 10 เหรียญ ผ่านตัวตรวจจับแบบความเหนียวน้ำ ผลปรากฏว่า ค่าที่ได้จากการทดลองของเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล จะมีค่าแตกต่างกันระหว่างเหรียญต่างชนิดกัน คือ เหรียญ 10 บาท 5บาท และ 1 บาท แต่มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างเหรียญชนิดเดียวกัน ซึ่งค่าดังกล่าวมีช่วงกว้างไม่ซ้อนทับกัน แต่เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อขดลวดที่ใช้ในวงจรภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ คือเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปทำให้ค่าของผลการทดลองที่ได้เปลี่ยนไปด้วย ในการเขียนโปรแกรมจะต้องวัดค่าที่ได้จากเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ในสถานะที่อุณหภูมิที่ต่างหลายๆ ช่วงอุณหภูมิขณะที่ไม่มีเหรียญเป็นหลักแล้วจึงวัดในสถานะที่มีเหรียญ 1 บาท 5 บาท และ 10 บาท

4.4 การทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

4.4.1 การทดลองภาคตรวจสอบเหรียญ

1) ลำดับขั้นการทดลอง

การทดลองในส่วนนี้ เป็นการทดลองการทำงานของภาคตรวจสอบเหรียญทั้งสองชนิด คือ ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางเหรียญ และภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ โดยจะทำการหยอดเหรียญ 10 บาท 5 บาท และ 1 บาท จำนวนชนิดละ 100 เหรียญเพื่อดูว่าเครื่องสามารถทำการตรวจสอบเหรียญได้ชนิดละกี่เหรียญ

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของภาคตรวจสอบเหรียญ

เหรียญที่	เหรียญ 10 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
1	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ผลการทดลองของภาคตรวจสอบเหรียญ

เหรียญที่	เหรียญ 10 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
8	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
9	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
10	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
11	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
12	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
13	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
14	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
15	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
17	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
18	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
19	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
20	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
21	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
22	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
23	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
24	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
25	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
26	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
27	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
28	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
29	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
30	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
31	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
32	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
33	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
34	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ผลการทดลองของภาคตรวจสอบเหรียญ

เหรียญที่	เหรียญ 10 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
35	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
36	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
37	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
38	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
39	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
40	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
41	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
42	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
43	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
44	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
45	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
46	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
47	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
48	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
49	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
50	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
51	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
52	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
53	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
54	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
55	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
56	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
57	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
58	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
59	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
60	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
62	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ผลการทดลองของภาคตรวจสอบเหรียญ

เหรียญที่	เหรียญ 10 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
63	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
64	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
65	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
66	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
67	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
68	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
69	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
70	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
71	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
72	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
73	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
74	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
75	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
76	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
77	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
78	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
79	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
80	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
81	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
82	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
83	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
84	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
85	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
86	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
87	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
88	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
89	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ผลการทดลองของภาคตรวจสอบเหรียญ

เหรียญที่	เหรียญ 10 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
90	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
91	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
92	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
93	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
94	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
95	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
96	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
97	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
98	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
99	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
100	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
สรุป	85 เปอร์เซ็นต์	87 เปอร์เซ็นต์	88 เปอร์เซ็นต์

2) สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองภาคตรวจสอบเหรียญนั้น ทดลองโดยทำการหยอดเหรียญ 10 บาท, 5 บาท และ 1 บาท จำนวนชนิดละ 100 เหรียญ ผลปรากฏว่า เครื่องสามารถทำการตรวจสอบเหรียญผ่านเกิน 85 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปในแต่ละชนิดของเหรียญ

4.4.2 การทดลองภาควัดปริมาณอัตราการไหลของน้ำ

การทดลองในส่วนนี้เป็นการบันทึกค่าที่ได้จากวงจรนับภาควัดปริมาณอัตราการไหลของน้ำ เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์นำค่านี้ไปบันทึกไว้ไปเปรียบเทียบกับจำนวนรอบการหมุนของใบพัดของมิเตอร์น้ำว่าตรงกับค่าที่หนึ่งค่าใดก็แสดงว่าเท่ากับปริมาณน้ำนั้นแล้ว ก็จะหยุดจ่ายน้ำ

เอาต์พุตที่ได้จะได้อาจมาจากวงจรนับที่แสดงผลด้วย ภาคแสดงผล 7 หลัก 4 หลักค่าที่ได้ก็นำไปแปลงเป็นเลขฐาน 16 เพื่อใช้กับโปรแกรมนับในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) วงจรนับที่แสดงผลด้วย ภาคแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน

1.2) จ่ายน้ำให้มิเตอร์น้ำ 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) บันทึกค่าที่แสดงที่ ภาคแสดงผล 7 ส่วน

1.4) ทำซ้ำข้อที่ 2-3

2) ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 เอادت้พุดที่ได้จาก ภาคแสดงผล 7 ส่วน

จำนวนครั้ง	จำนวนรอบ
1	160
2	160
3	160
4	160
5	162
6	160
7	160
8	160
9	159
10	160

จากการทดลองน้ำปริมาตร 1 ลิตร จำนวนรอบการหมุนของใบพัดมิเตอร์น้ำอยู่ที่ประมาณ 160 รอบ คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนครั้ง เราจึงนำค่าที่ 160 รอบต่อ 1 ลิตรไปใช้ในการคำนวณการเขียนโปรแกรมนี้

4.4.3 การทดลองจำหน่ายน้ำดื่ม

ในการทดลองนี้ได้ทำการทดลอง 3 กรณี คือ จำนวนเงินหยอดเท่ากับจำนวนเงินที่กดคีย์ จำนวนเงินที่หยอดมากกว่าจำนวนเงินที่กดคีย์ จำนวนเงินที่หยอดน้อยกว่าจำนวนเงินที่กดคีย์

1) จำนวนเงินที่หยอดเท่ากับจำนวนเงินที่กดคีย์

ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญหน้าจอแสดง 10 บาท

1.2) ทำการกดคีย์ 10 บาท หน้าจอแสดง 10 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องจ่ายน้ำ 6.7 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) ทำการหยอดเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 5 บาท

1.4) ทำการกดคีย์ 5 บาท หน้าจอแสดง 5 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องจ่ายน้ำ 3.2 ลิตร

1.5) ทำการหยอดเหรียญ 1 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 1 บาท

1.6) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องจ่ายน้ำ 0.6 ลิตร

2) จำนวนเงินที่หยอดมากกว่ากับจำนวนเงินที่กดคีย์

2.1) ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 10 บาท (มีเงินทอนในกระบอกเหรียญ)

2.2) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องทอนเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ เหรียญ 1 บาท 4 เหรียญ

- เครื่องจ่ายน้ำ 0.6 ลิตร

2.3) ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 10 บาท (ไม่มีเหรียญ 5 บาทในกระบอกเหรียญ)

2.4) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องทอนเหรียญ 1 บาท 9 เหรียญ

- เครื่องจ่ายน้ำ 0.6 ลิตร

2.5) ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 10 บาท (ไม่มีเหรียญ 1 บาทในกระบอกเหรียญ)

2.6) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องคืนเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ

2.7) ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 10 บาท (ไม่มีเหรียญ 5 บาท 1 บาทในกระบอกเหรียญ)

2.8) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องคั้นเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ

2.9) ทำการหยอดเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 5 บาท (มีเงินทอนในกระบอกเหรียญ)

2.10) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องทอนเหรียญ 1 บาท 4 เหรียญ

- เครื่องจ่ายน้ำ 0.6 ลิตร

2.9) ทำการหยอดเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 5 บาท (ไม่มีเหรียญ 1 บาทในกระบอกเหรียญ)

2.10) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องคั้นเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ

2.11) ทำการหยอดเหรียญ 1 บาท 2 เหรียญ หน้าจอแสดง 2 บาท (มีเงินทอนในกระบอกเหรียญ)

2.12) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องทอนเหรียญ 1 บาท 1 เหรียญ

- เครื่องจ่ายน้ำ 0.5 ลิตร

2.11) ทำการหยอดเหรียญ 1 บาท 2 เหรียญ หน้าจอแสดง 2 บาท (มีเหรียญ 1 บาท ในกระบอกเหรียญ)

2.12) ทำการกดคีย์ 1 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องคั้นเหรียญ 1 บาท 2 เหรียญ

3) จำนวนเงินที่หยอดน้อยกว่าจำนวนเงินที่กดคีย์

3.1) ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 10 บาท

3.2) ทำการกดคีย์ 11 บาท หน้าจอแสดง 11 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องคั้นเหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ

3.3) ทำการหยอดเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 5 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4) ทำการกดคีย์ 6 บาท หน้าจอแสดง 6 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องคืนเหรียญ 5 บาท 1 เหรียญ

3.5) ทำการหยอดเหรียญ 1 บาท 1 เหรียญ หน้าจอแสดง 1 บาท

3.6) ทำการกดคีย์ 2 บาท หน้าจอแสดง 1 บาท

ผลการทดลอง คือ

- เครื่องคืนเหรียญ 1 บาท 1 เหรียญ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติเครื่องสามารถทอนเงินได้ถูกต้องตามจำนวน และสามารถจ่ายน้ำออกมาได้ถูกต้องประมาณ 90%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

ปริญญานิพนธ์ เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน มีหลักการการทำงาน คือ เครื่องจะตรวจสอบว่ามีน้ำหรือไม่ ถ้าไม่มี เครื่องจะไม่ทำงาน เมื่อผู้ใช้บริการหยอดเหรียญ เหรียญจะถูกตรวจสอบวัตถุที่ใช้ทำเหรียญ และเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยถ้าเป็นเหรียญจริง โซลินอยด์ตัวที่ 1 ก็จะเปิดให้เหรียญเข้าไปที่กล่องเก็บเหรียญในกรณีเหรียญในกระบอกทอนเหรียญเต็ม และโซลินอยด์ตัวที่ 2 ก็จะเปิดให้เหรียญเข้าไปที่รางแยกเหรียญในกรณีที่เหรียญในกระบอกทอนเหรียญไม่เต็ม พร้อมทั้งแสดงจำนวนเงินที่หยอด ผู้ใช้บริการกดคีย์เลือกจำนวนเงินที่ซื้อน้ำ เครื่องจะสั่งให้โซลินอยด์วาล์ว และปั้มน้ำจ่ายน้ำตามจำนวนเงิน ถ้าเงินที่หยอดมากกว่า จำนวนเงินที่ซื้อเครื่องจะทอนเงินออกมายังช่องคืนเหรียญ และก็จะจ่ายน้ำให้ผู้ใช้บริการ

อย่างไรก็ตามเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติที่ได้จัดทำขึ้นมานี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้างโดยปัญหามีดังนี้

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

1) ปัญหา การทำงานของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญขาดเสถียรภาพเนื่องจากเหรียญที่หยอดใช้เวลาวิ่งผ่านเซนเซอร์ไม่เท่ากัน

แนวทางการแก้ไข ควรออกแบบรางเหรียญให้เหรียญใช้เวลาวิ่งผ่านเซนเซอร์เท่ากัน

2) ปัญหา การทำงานของโซลินอยด์วาล์วเปิดวาล์วได้น้อยทำให้น้ำไหลช้า

แนวทางการแก้ไข ควรเปลี่ยนโซลินอยด์วาล์วตัวใหม่

3) ปัญหา การทอนเหรียญทอนได้ครั้งละไม่เกิน 10 บาท

แนวทางการแก้ไข ควรแก้ไขโปรแกรมให้ทอนเหรียญให้มากกว่านี้

4) ปัญหา สเตปเปอร์มอเตอร์ไม่สามารถจ่ายเหรียญได้ในขณะที่เหรียญเต็มกระบอก

แนวทางการแก้ไข ใช้สเตปเปอร์ที่ค้ำตั้งจับสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ปัญหา ส่วนของกลไกการทอนเหรียญยังติดขัด เวลามอเตอร์หมุนตัวปีดจะขัดกับเหรียญ ทำให้มอเตอร์ไม่หมุน

แนวทางการแก้ไข ควรออกแบบกระบอกให้พอดีกับเหรียญ

6) ปัญหา ไมโครสวิทช์แข็งไปทำให้เหรียญค้าง

แนวทางการแก้ไข ควรหาสวิทช์ให้มีแรงกดน้อยกว่านี้

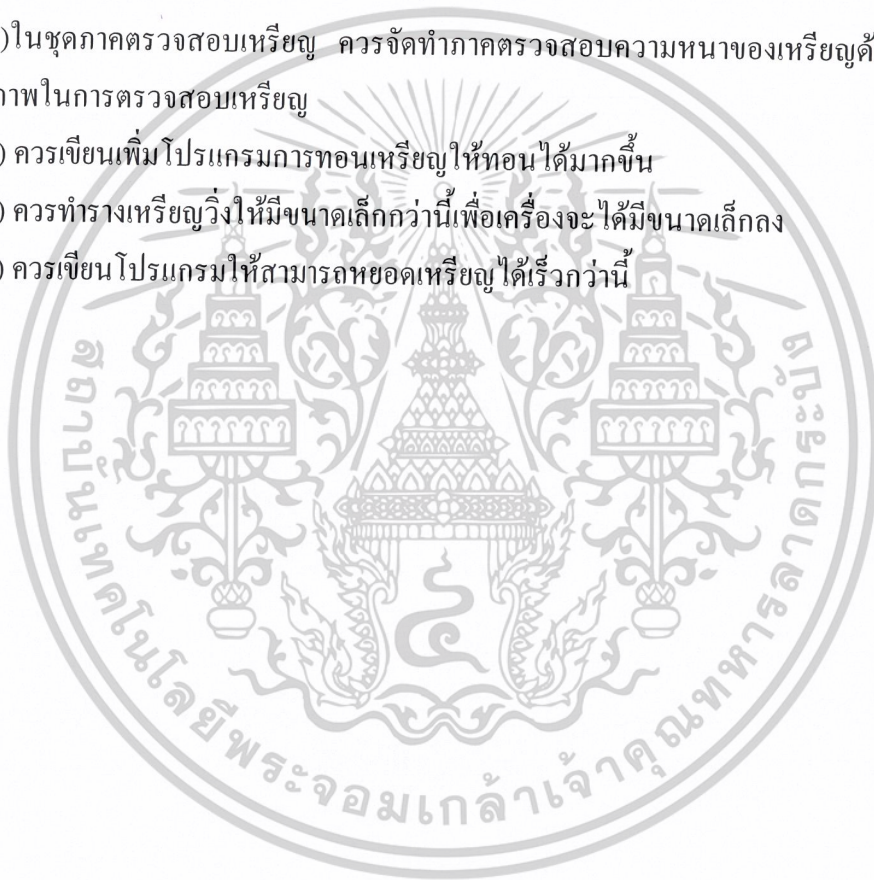
5.3 แนวทางการพัฒนา

1) ในชุดภาคตรวจสอบเหรียญ ควรจัดทำภาคตรวจสอบความหนาของเหรียญด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบเหรียญ

2) ควรเขียนเพิ่มโปรแกรมการทอนเหรียญให้ทอนได้มากขึ้น

3) ควรทำรางเหรียญวงให้มียุขขนาดเล็กกว่านี้เพื่อเครื่องจะได้มียุขขนาดเล็กลง

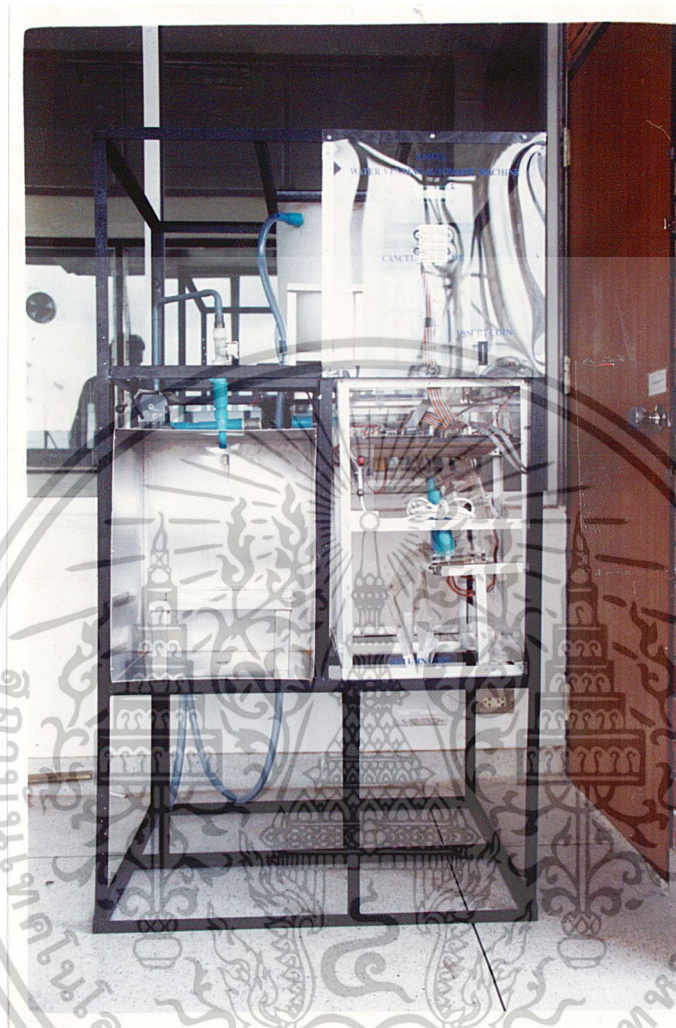
4) ควรเขียนโปรแกรมให้สามารถหยุดเหรียญได้เร็วกว่านี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

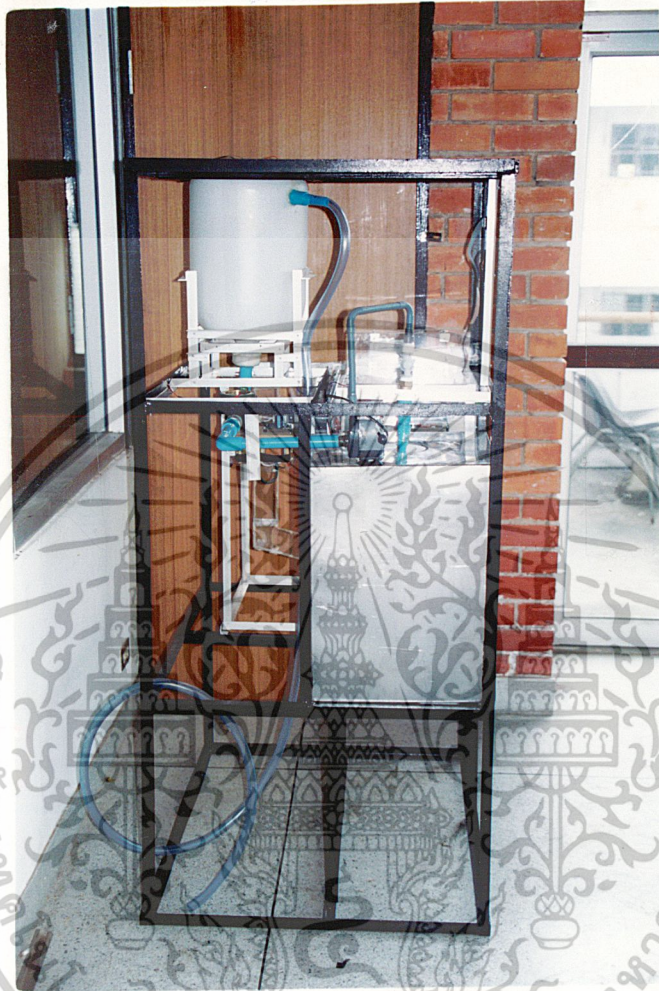


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



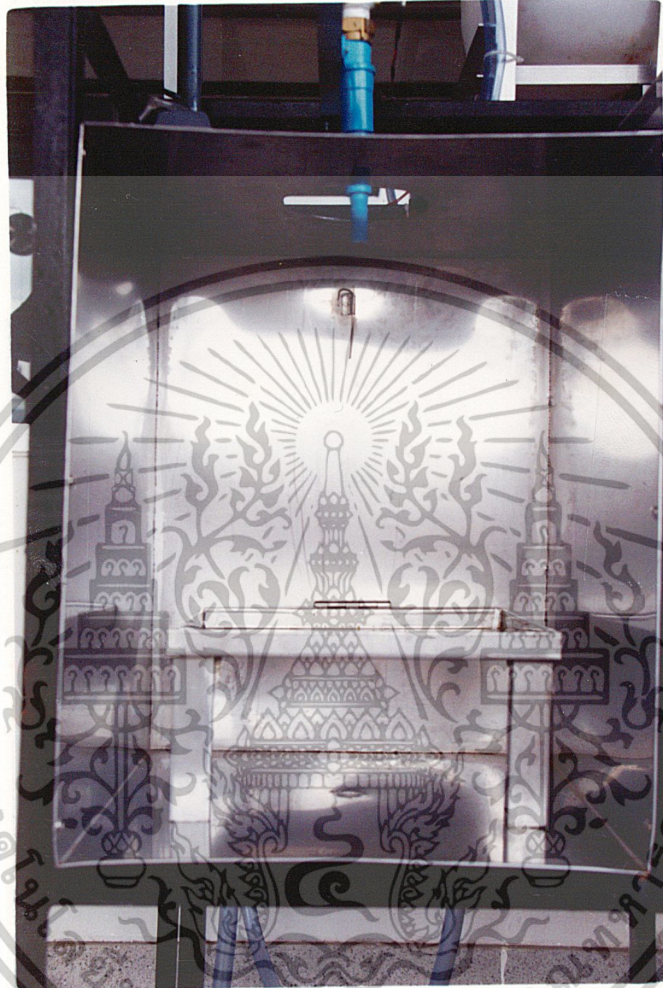
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 ด้านข้างของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ช่องสำหรับนำภาชนะมาใส่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4 ส่วนแสดงสถานะการทำงาน และปุ่มควบคุม

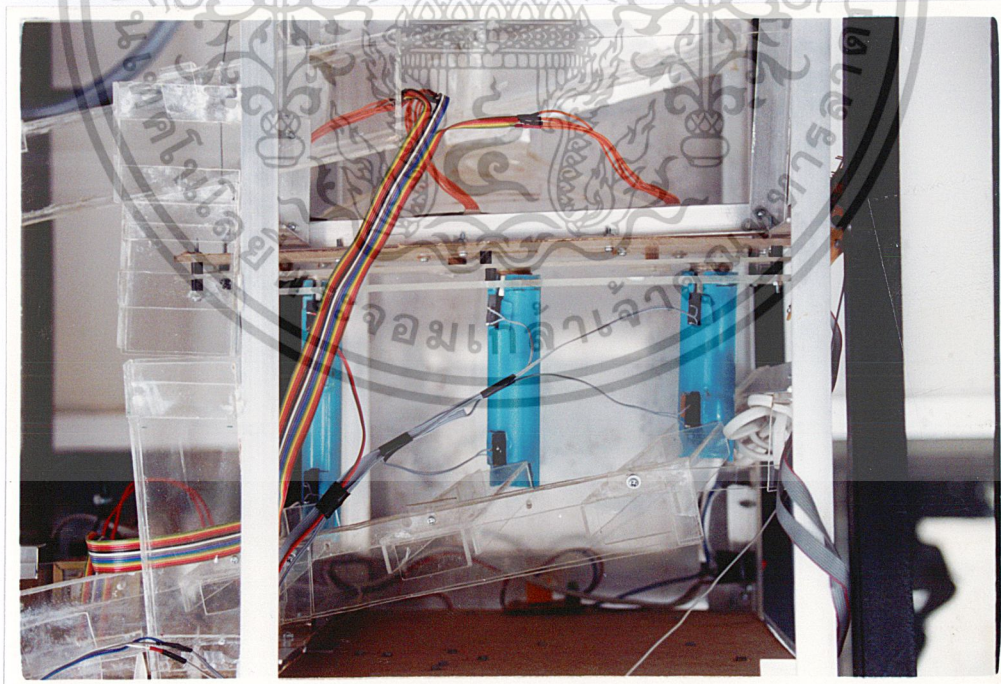


รูปที่ ก.5 ช่องสำหรับหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

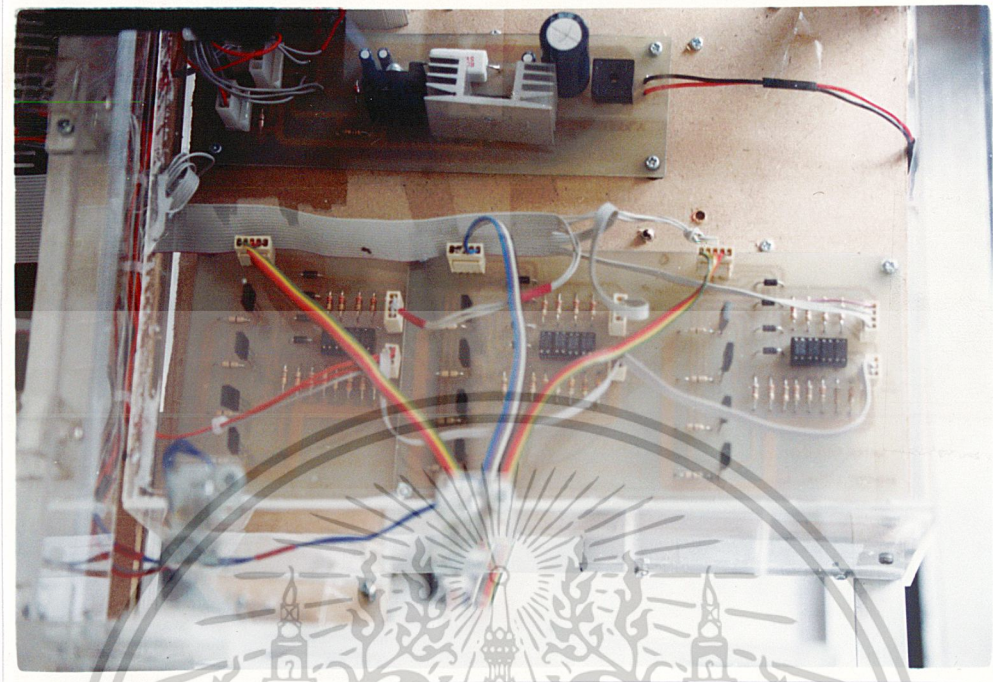


รูปที่ ก.6 ช่องรับเหรียญคืน

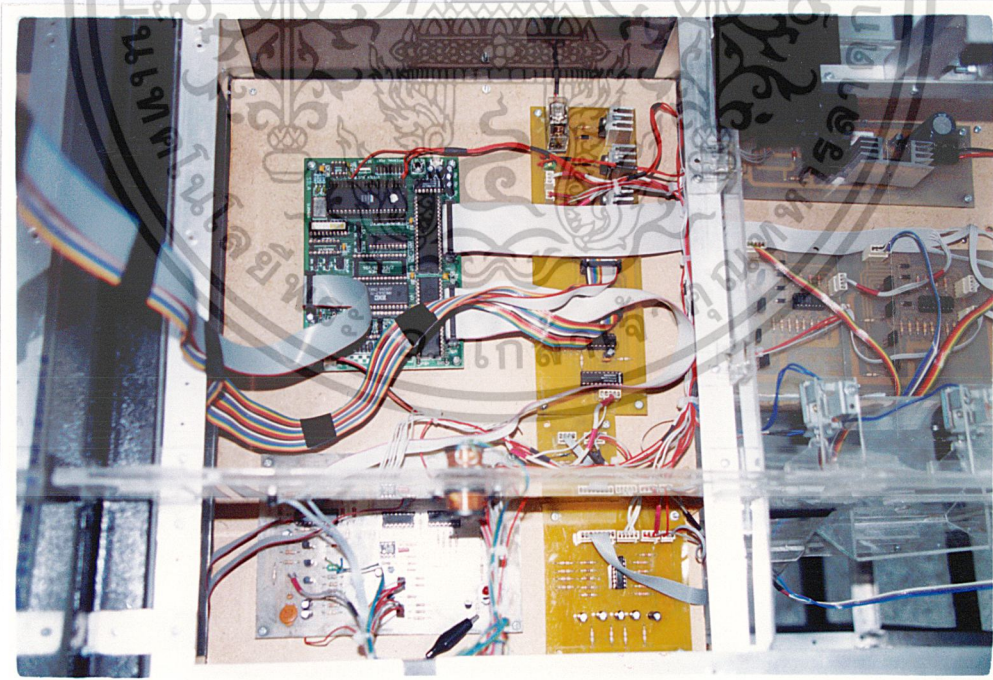


รูปที่ ก.7 รางแยกเหรียญ และรางทอนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.8 การติดตั้งวงจรพิมพ์ต่างๆ

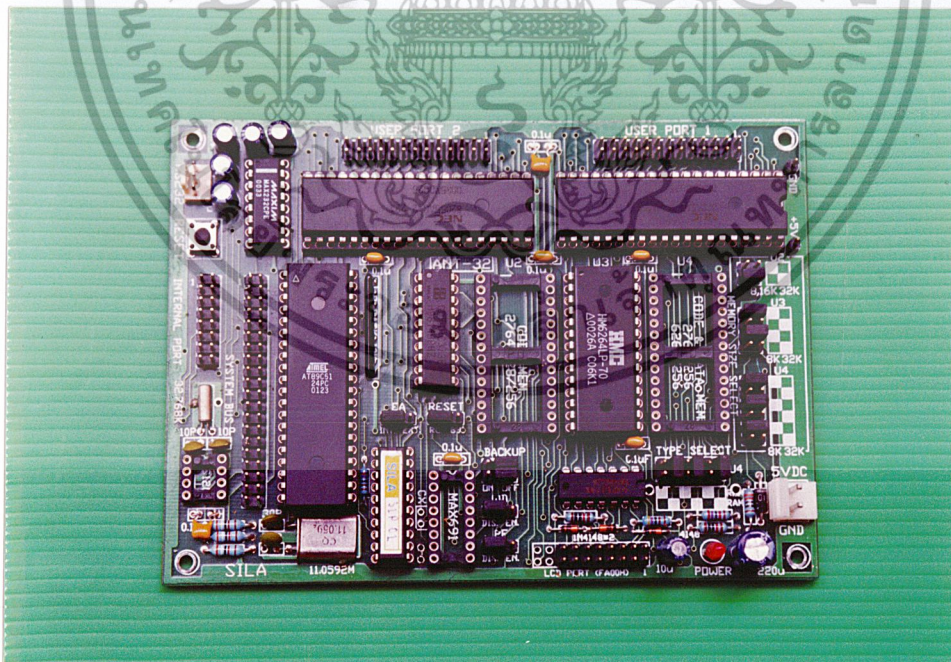


รูปที่ ก.8 (ต่อ) การติดตั้งวงจรพิมพ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 มิเตอร์น้ำ

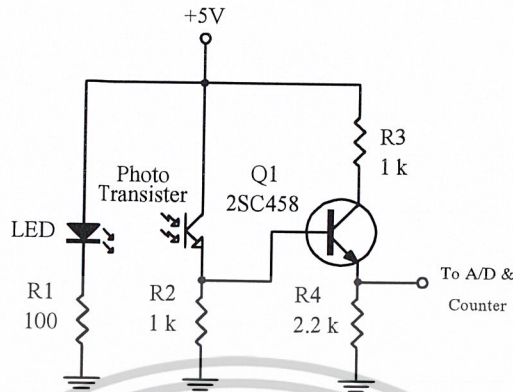


รูปที่ ก.10 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32

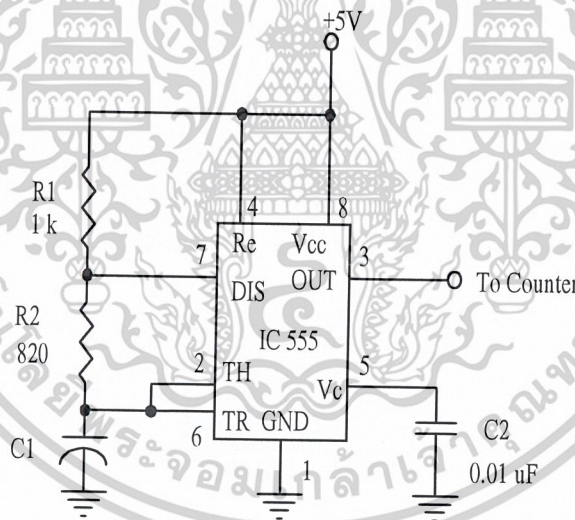
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

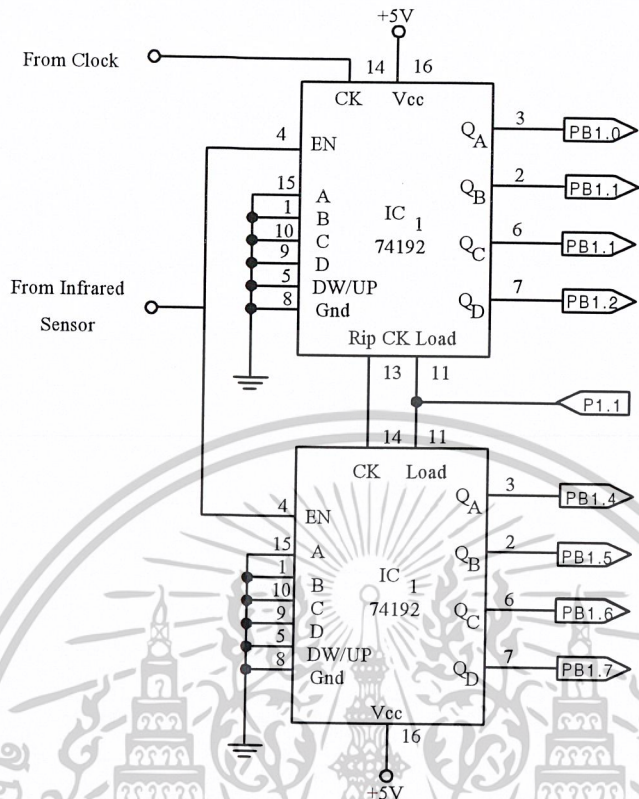


รูปที่ ข.1 วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด

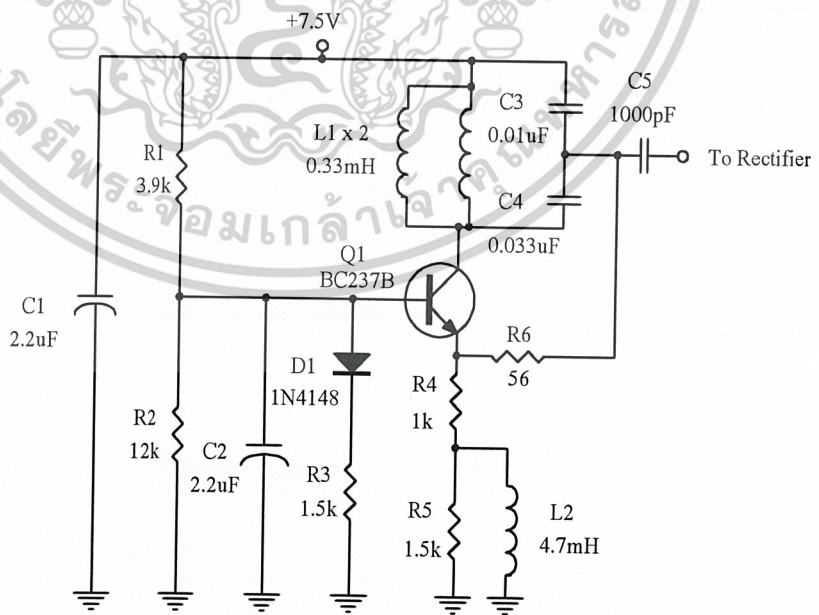


รูปที่ ข.2 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

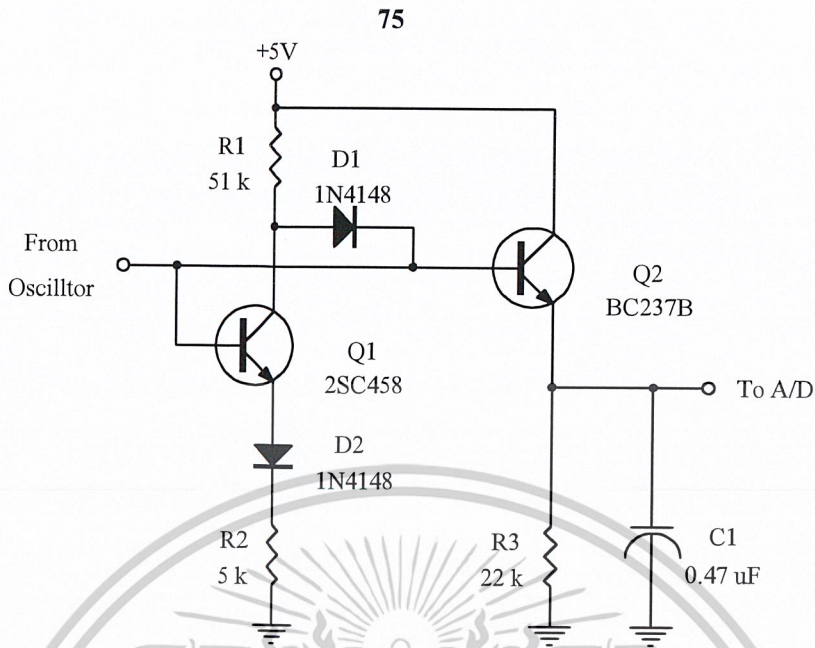


รูปที่ ข.3 วงจรนับ

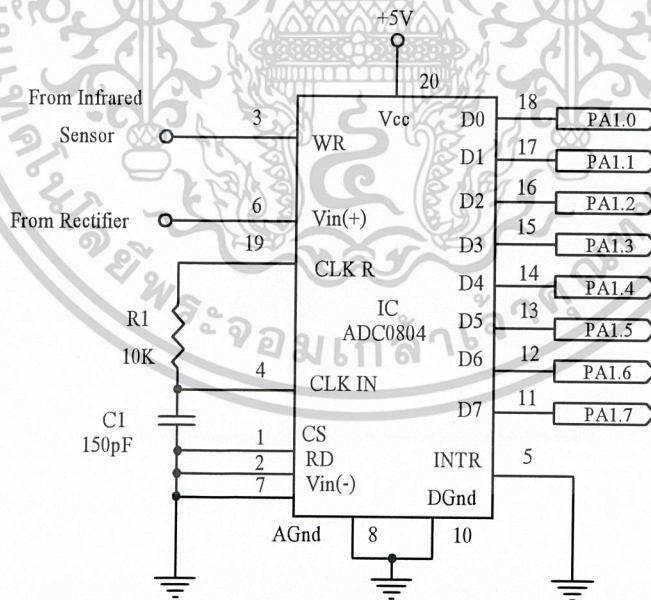


รูปที่ ข.4 วงจรออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

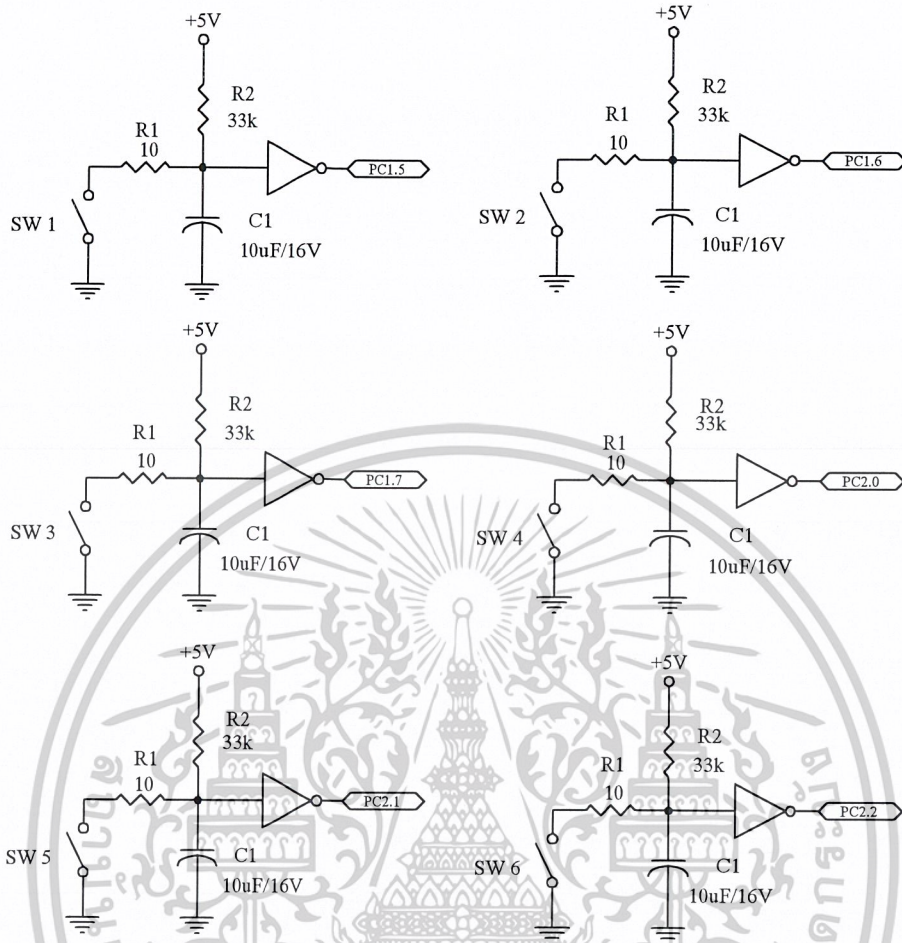


รูปที่ ข.5 วงจรเรกติไฟร์

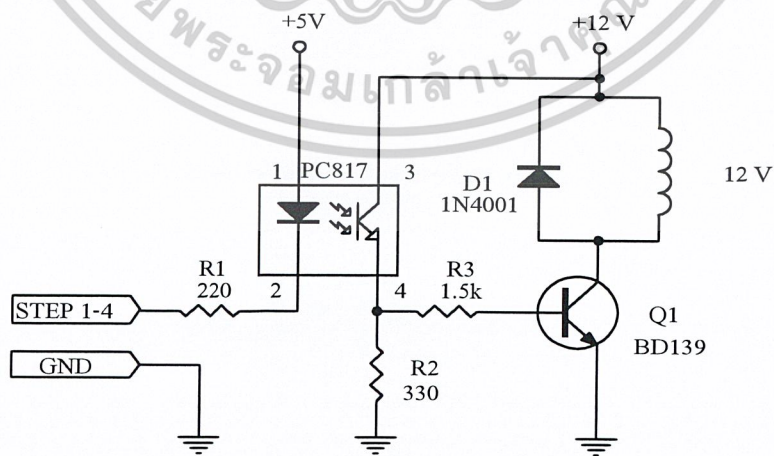


รูปที่ ข.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

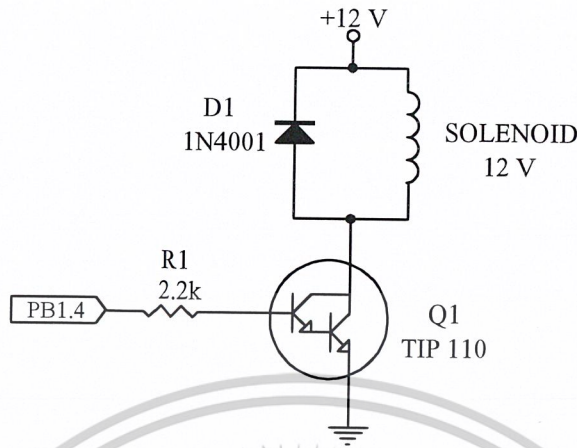


รูปที่ ข.7 ภาคสวิตช์ควบคุมการเลือกเหรียญ

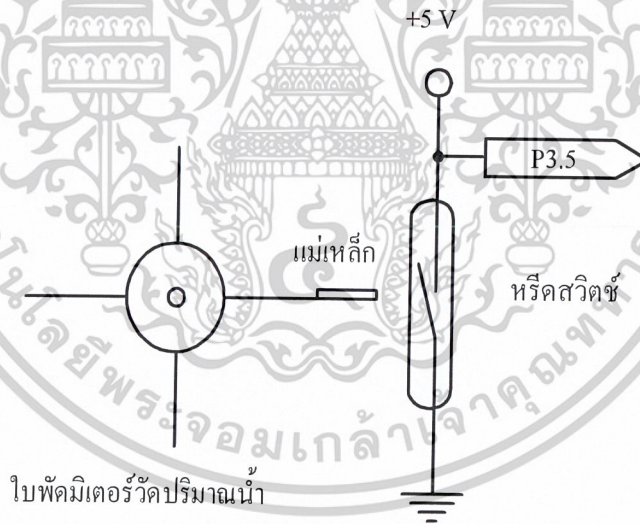


รูปที่ ข.8 วงจรขับสเตปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

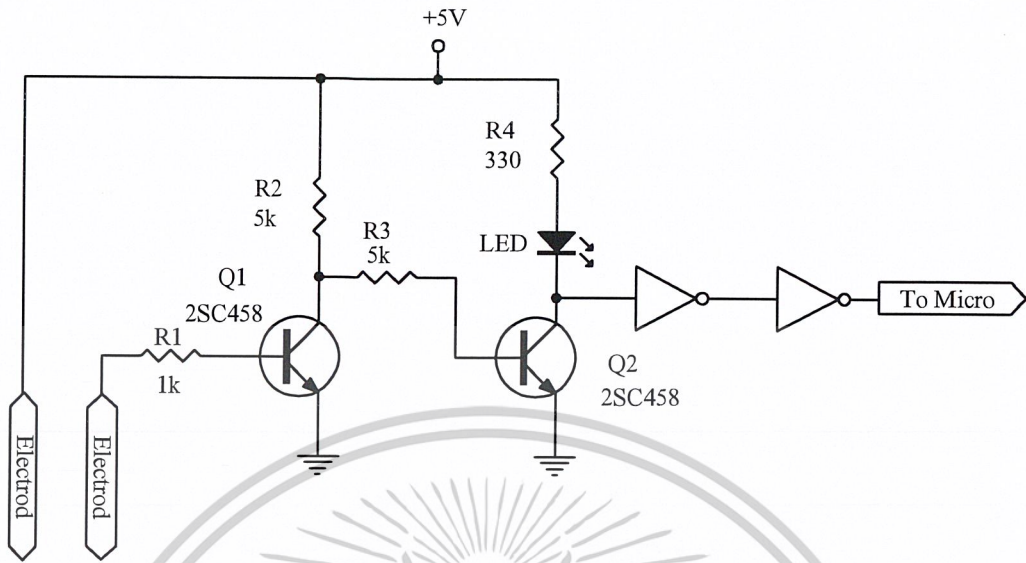


รูปที่ ข.9 ภาควัดโซลินอยด์วาล์ว

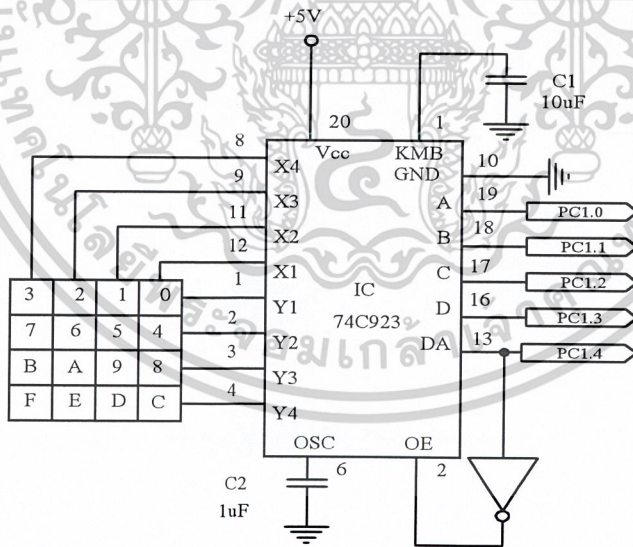


รูปที่ ข.10 ภาควัดปริมาณอัตราการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

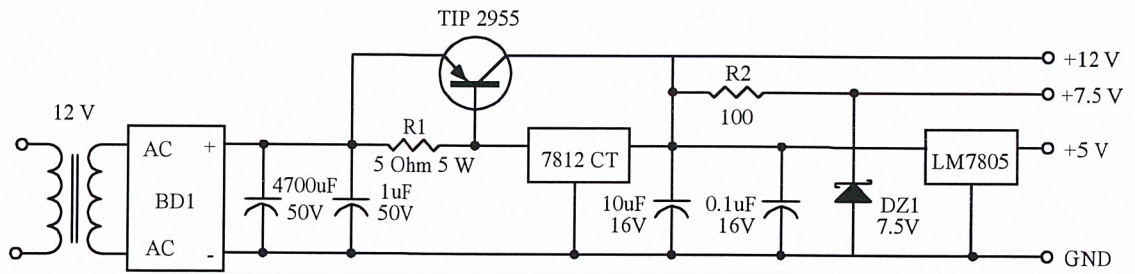


รูปที่ ข.11 วงจรตรวจสอบน้ำในถัง



รูปที่ ข.12 ภาคสวิตซ์เลือกจำนวนเงิน

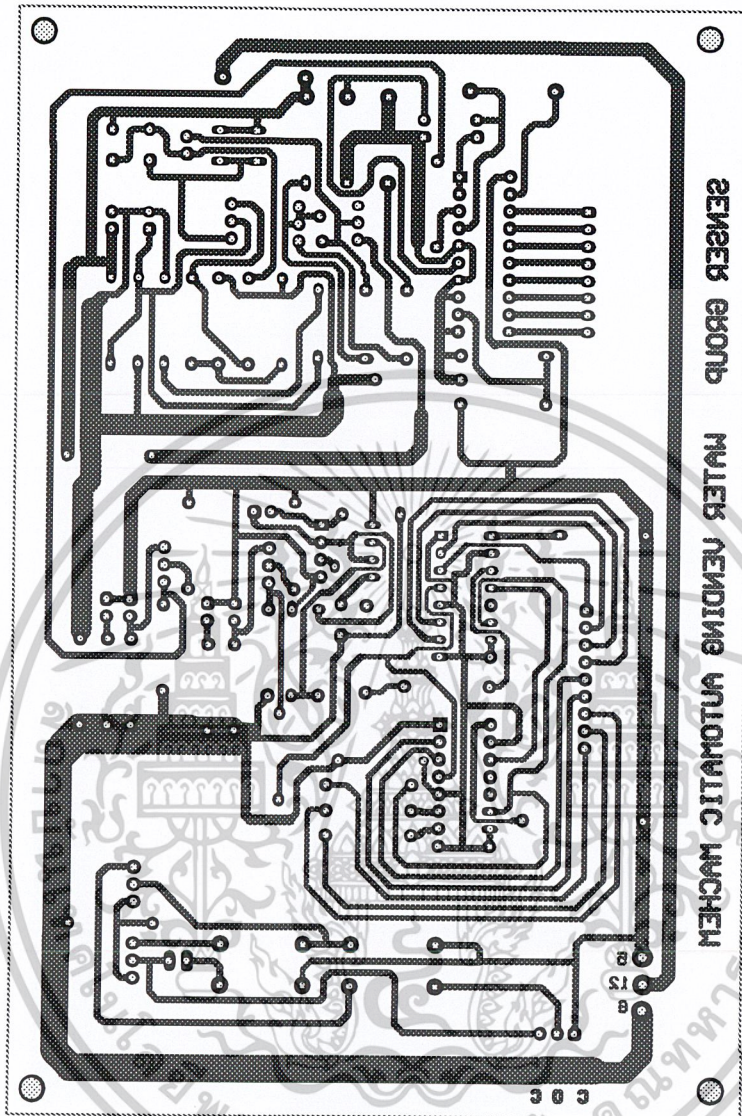
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.13 วงจรภาคจ่ายไฟ

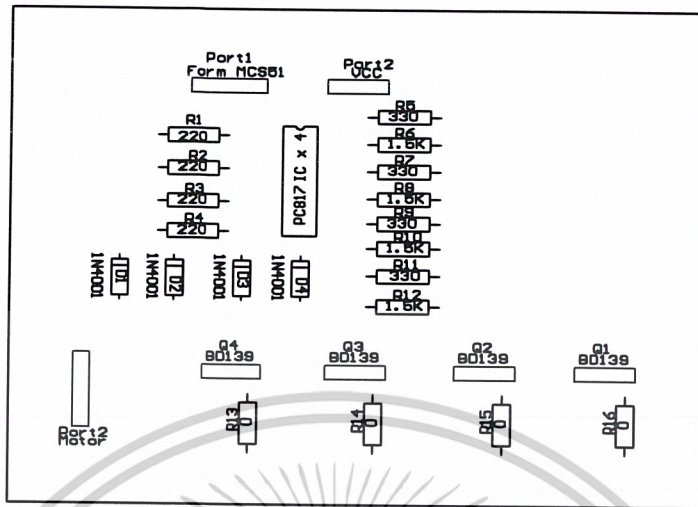


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

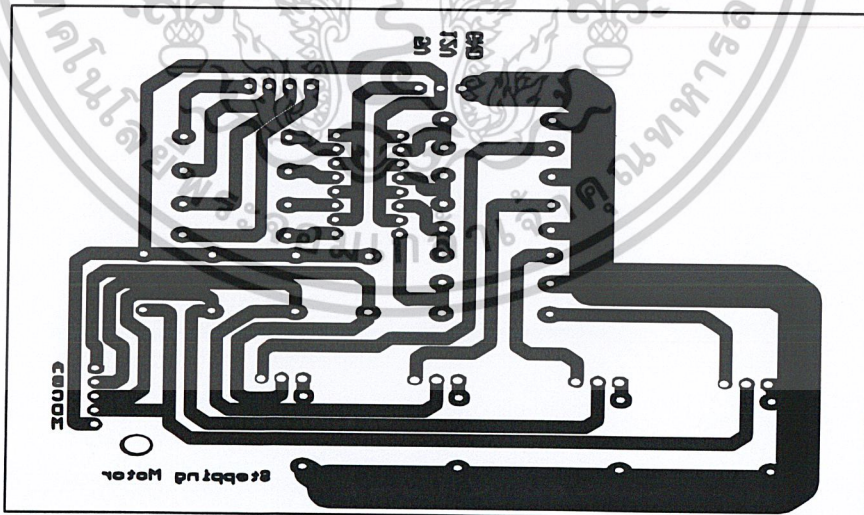


รูปที่ ข.15 ลายวงจรภาคตรวจวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ เส้นผ่านศูนย์กลางและตรวจสอบน้ำในท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

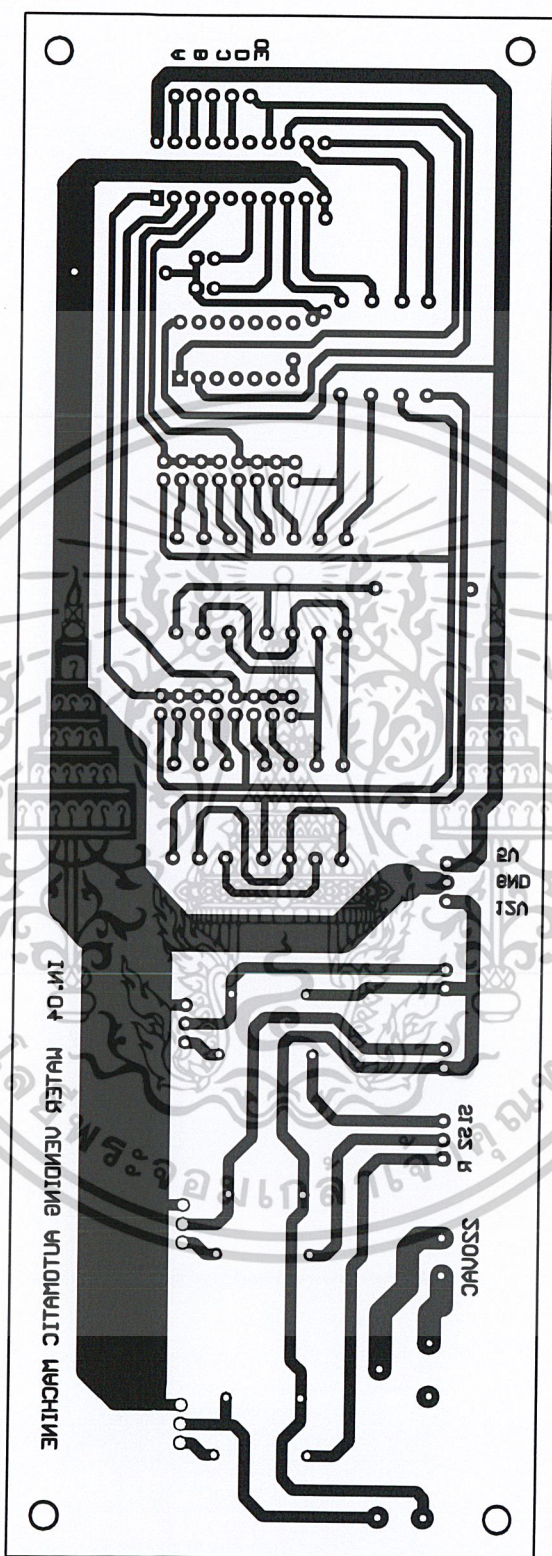


รูปที่ ข.16 การลงอุปกรณ์ภาคขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์



รูปที่ ข.17 ลายวงจรภาคขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

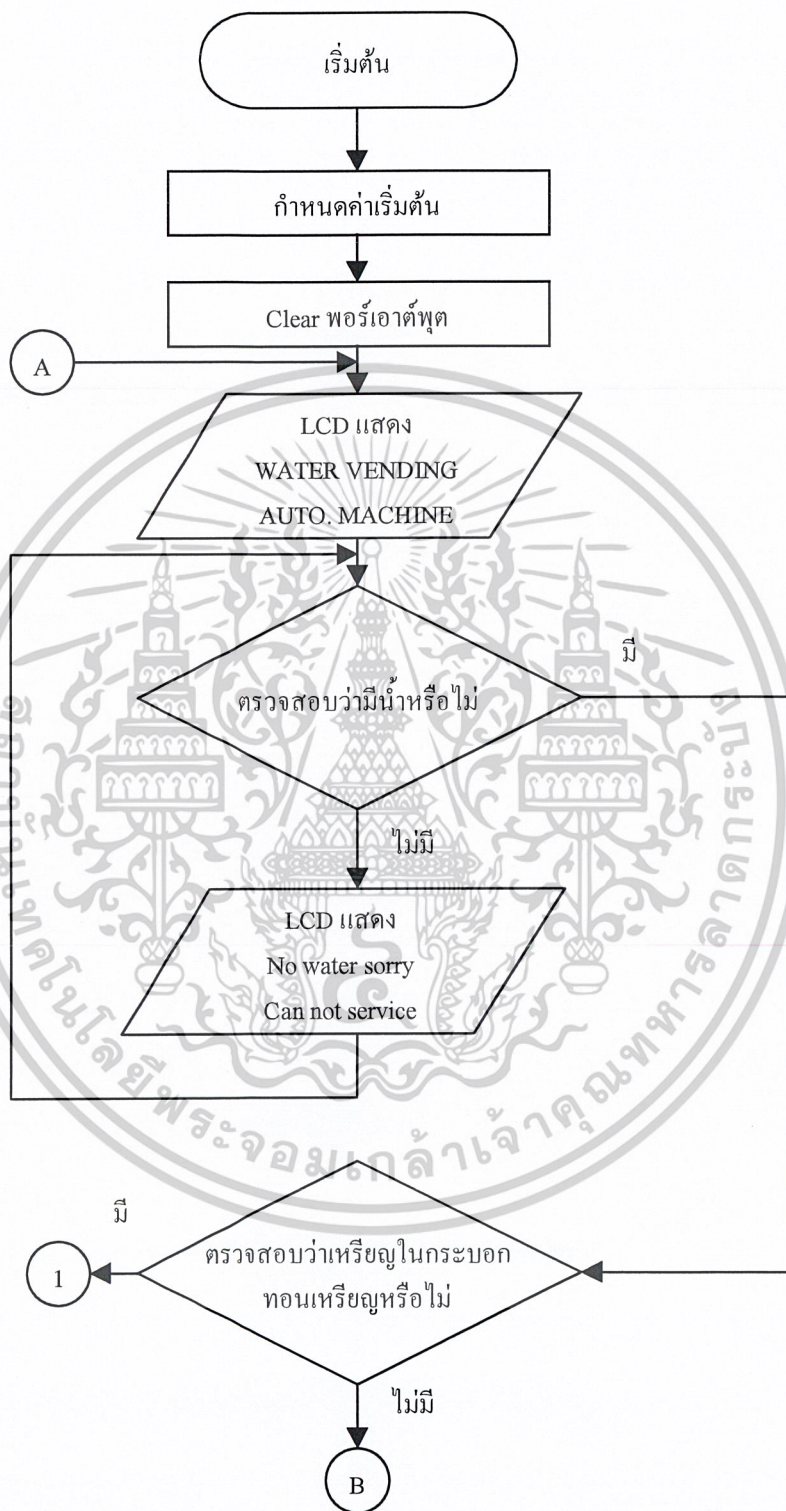


รูปที่ ข.18 ทายวงจรภาคโซลินอยด์และรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

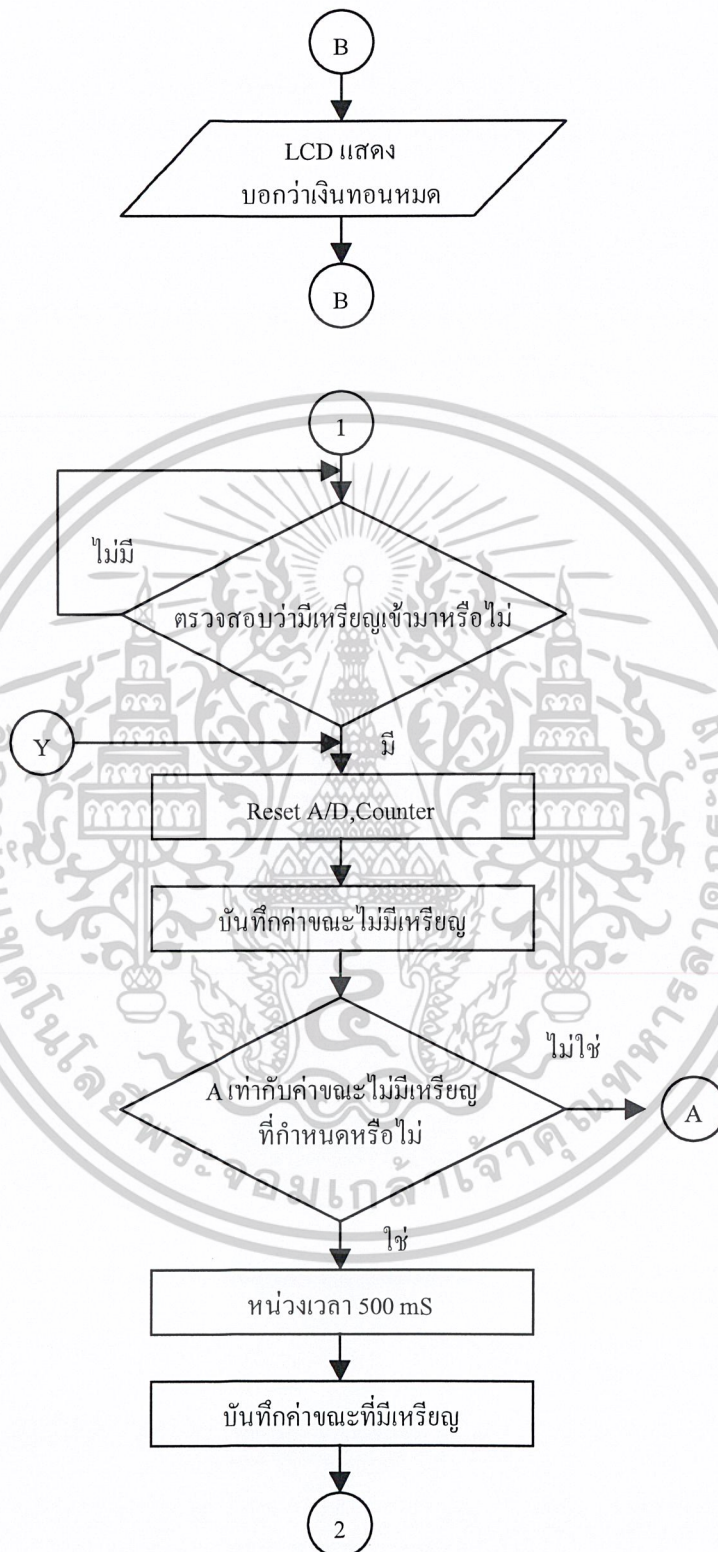


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



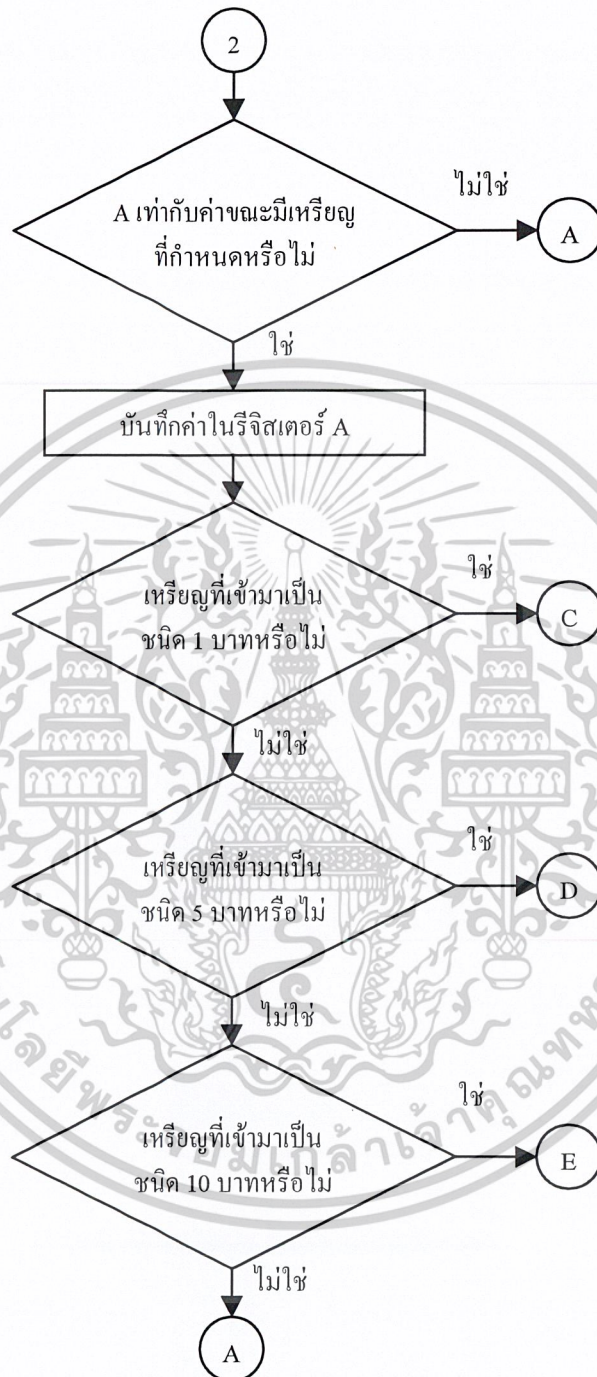
รูปที่ ค.1 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมเริ่มต้นตรวจสอบน้ำ และเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



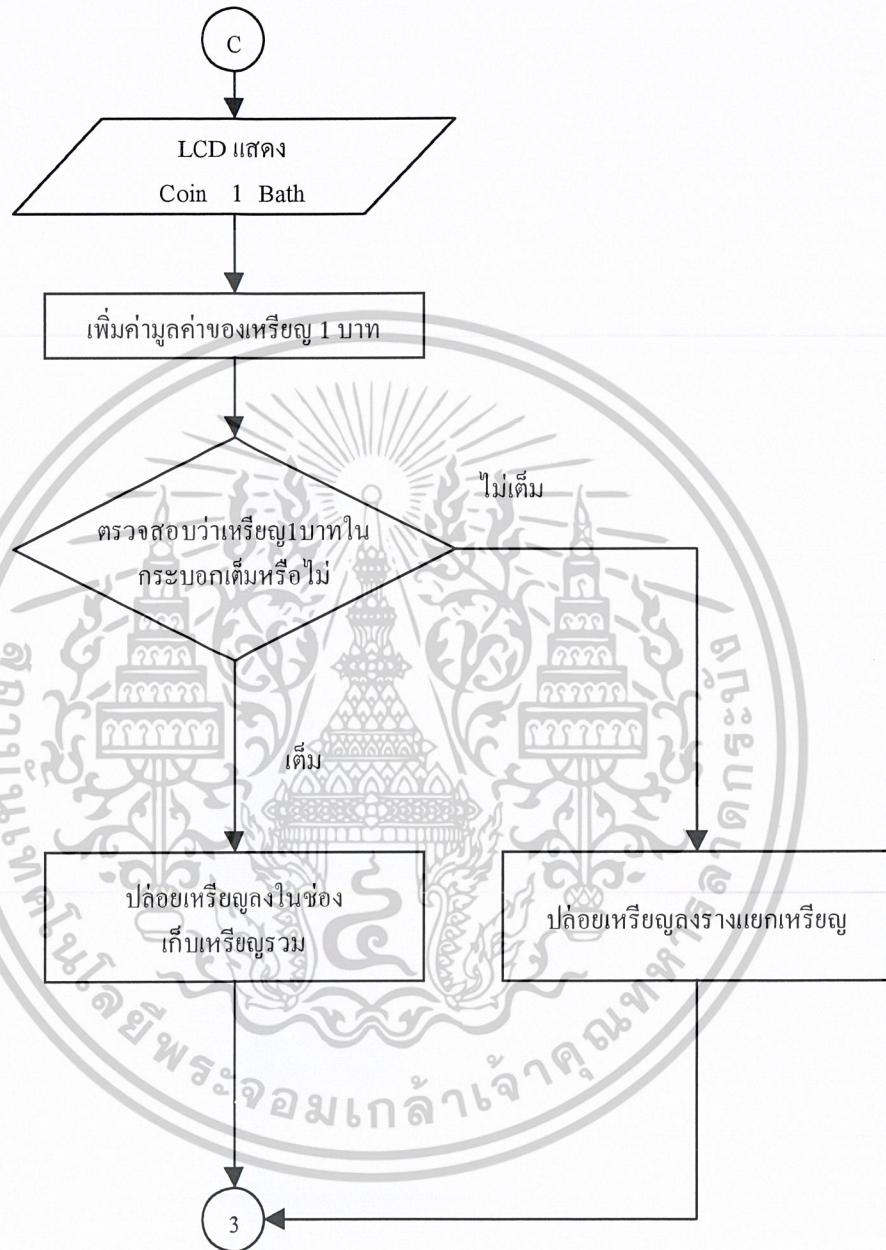
รูปที่ ค.2 ผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



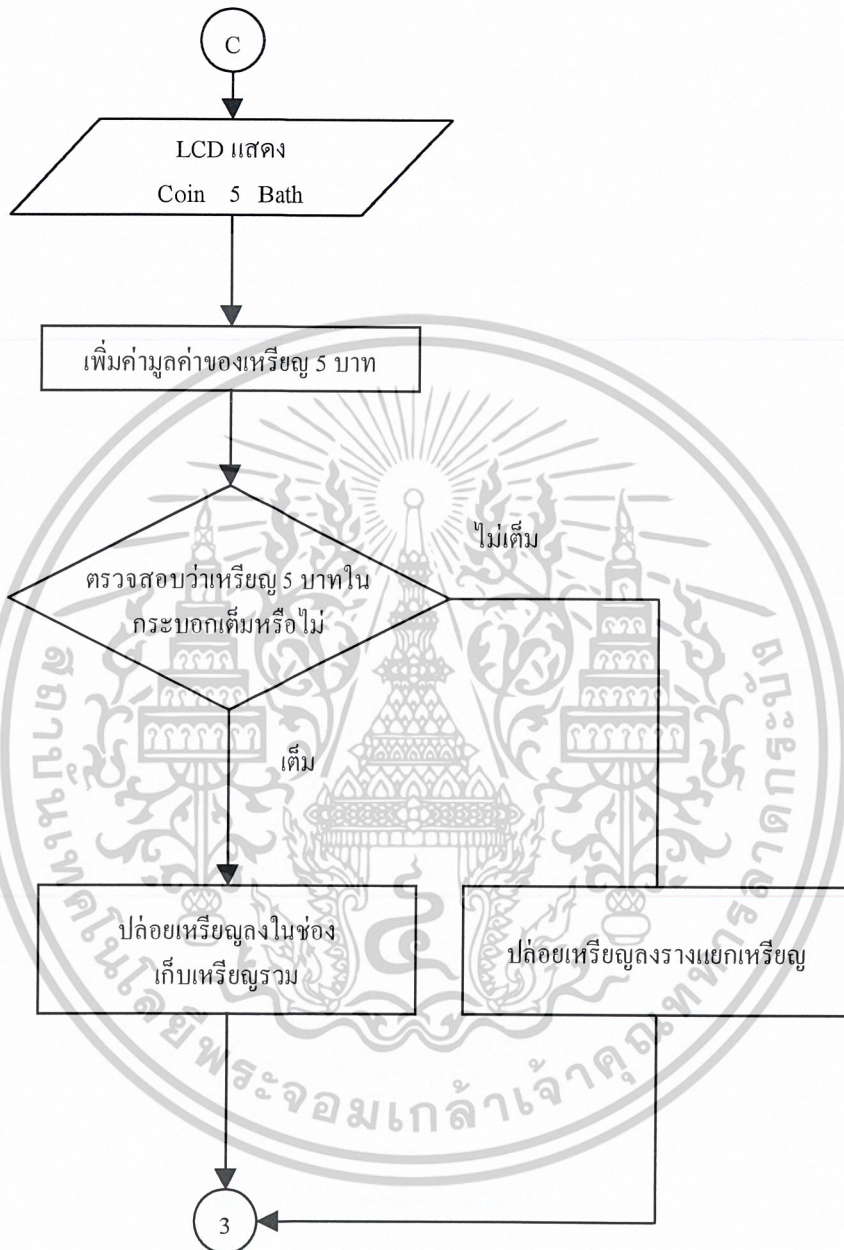
รูปที่ ค.3 ผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



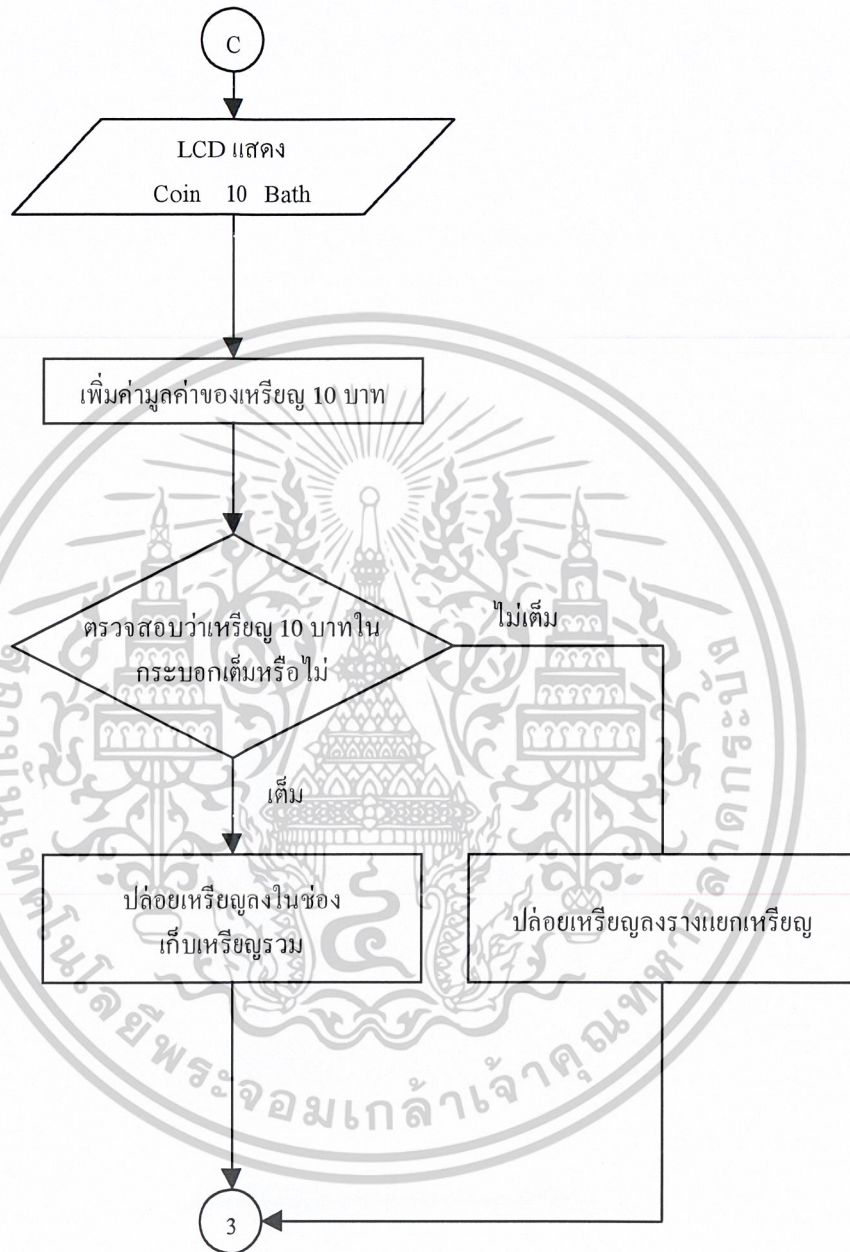
รูปที่ ค.4 ผังการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดโซลินอยด์ 1 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.5 ฟังก์การทำงานของโปรแกรมเปิดปิดโซลินอยล์ 5 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



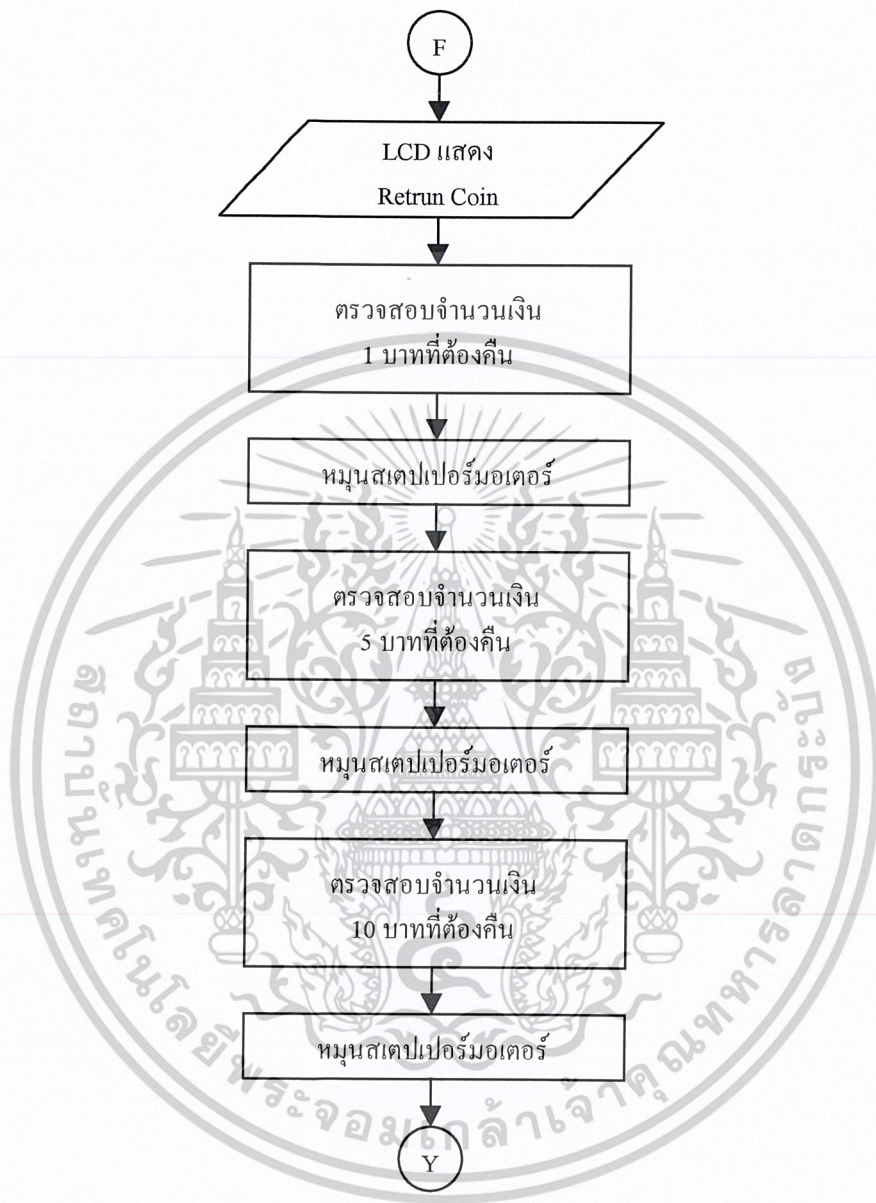
รูปที่ ค.6 ผังการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดโซลินอยล์ 10 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



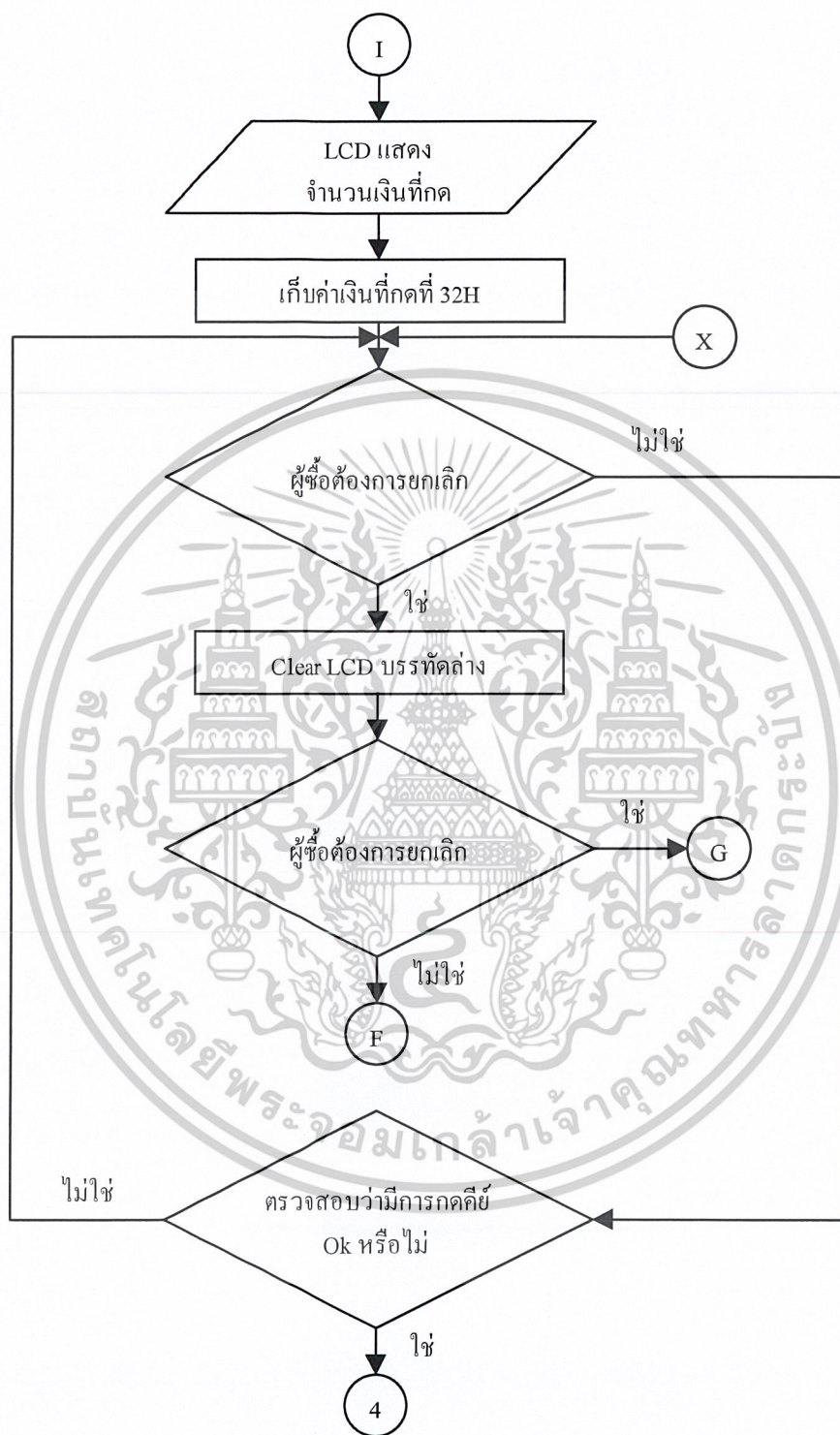
รูปที่ ค.7 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมบวกเลข และคีย์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



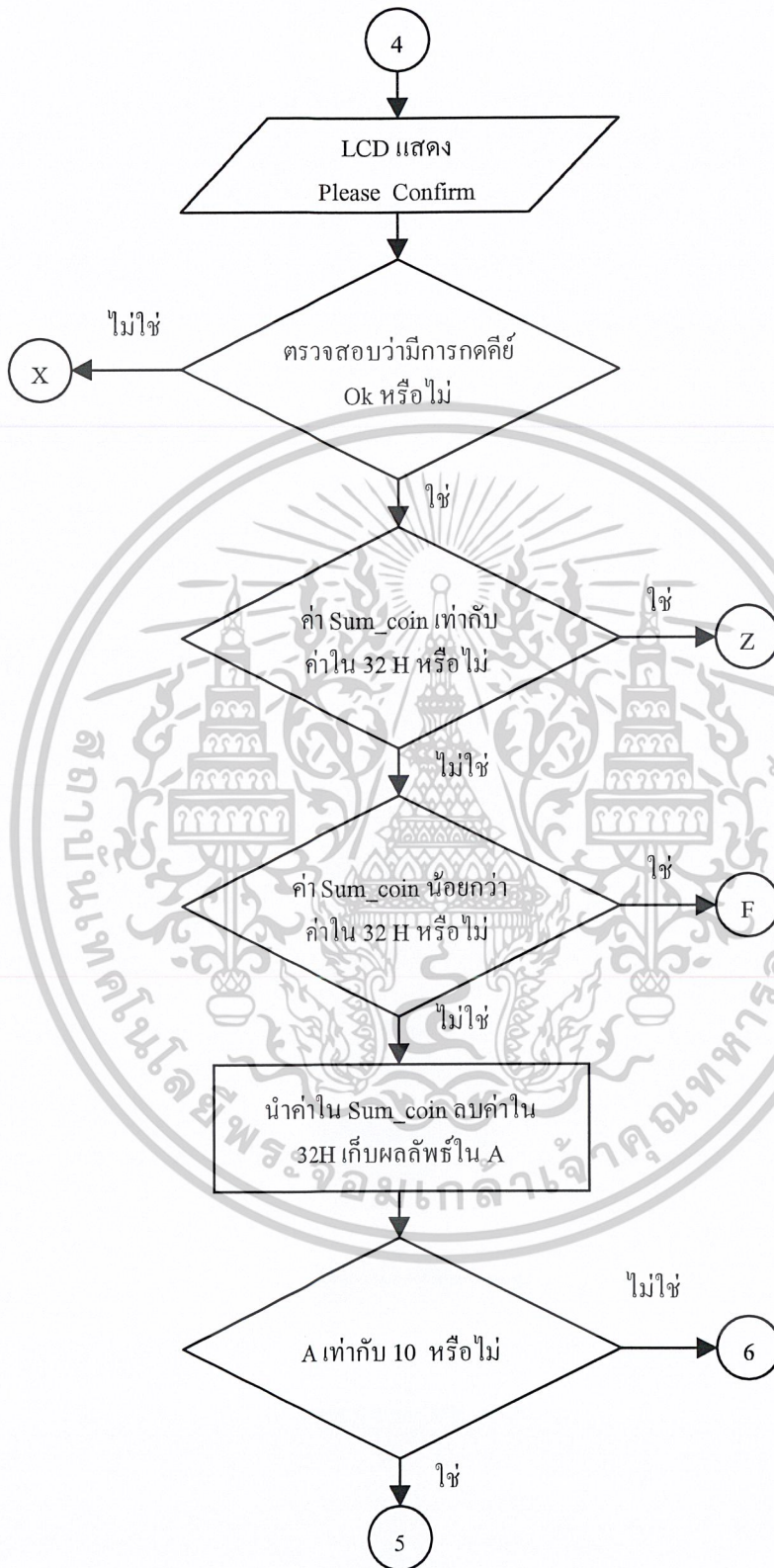
รูปที่ ค.8 ผังการทำงานของโปรแกรมคืนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



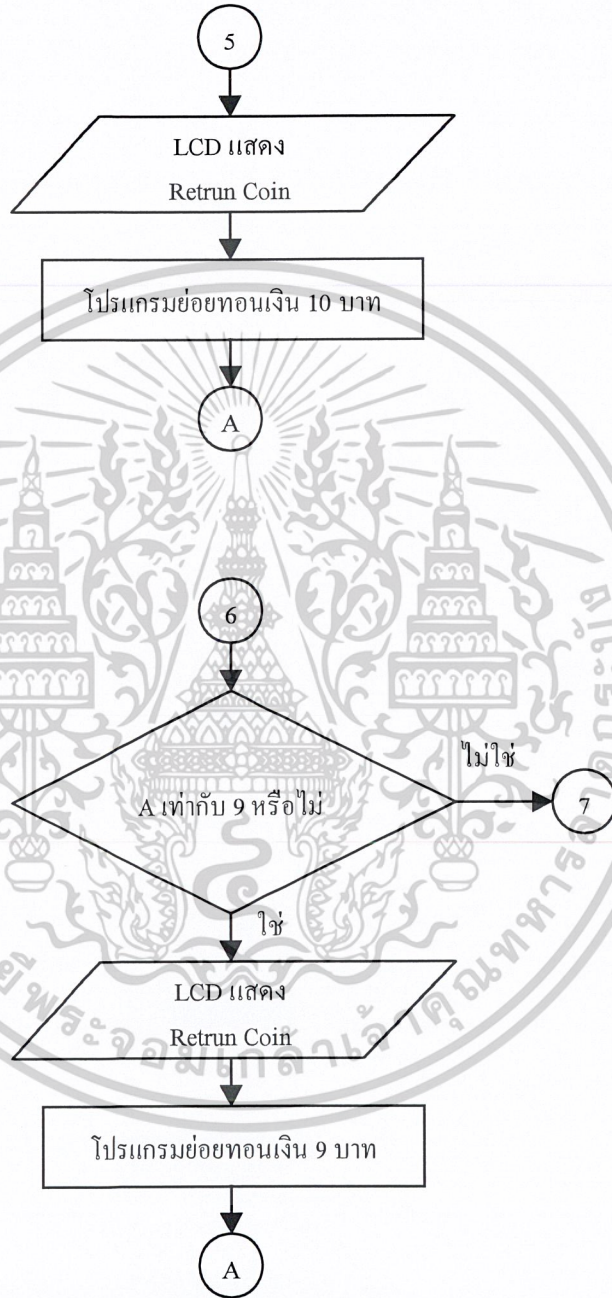
รูปที่ ค.9 ผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการกดคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



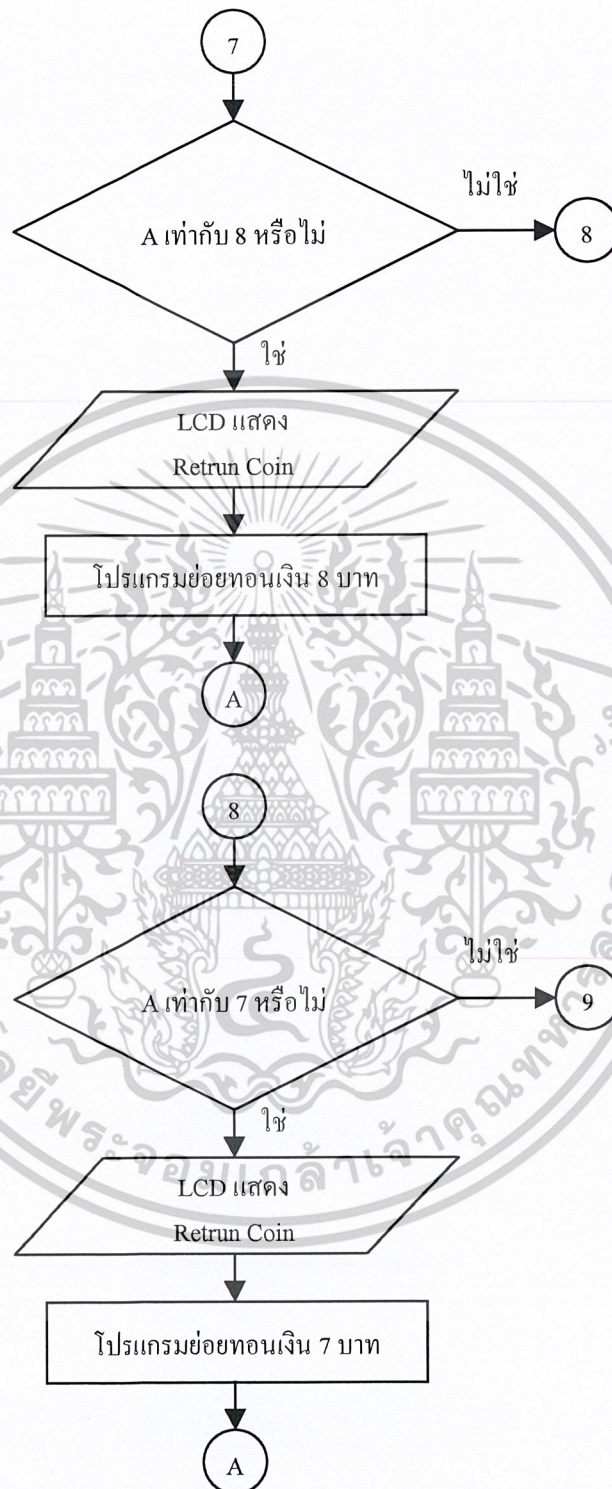
รูปที่ ค.10 ผังการทำงานของโปรแกรมการลบเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



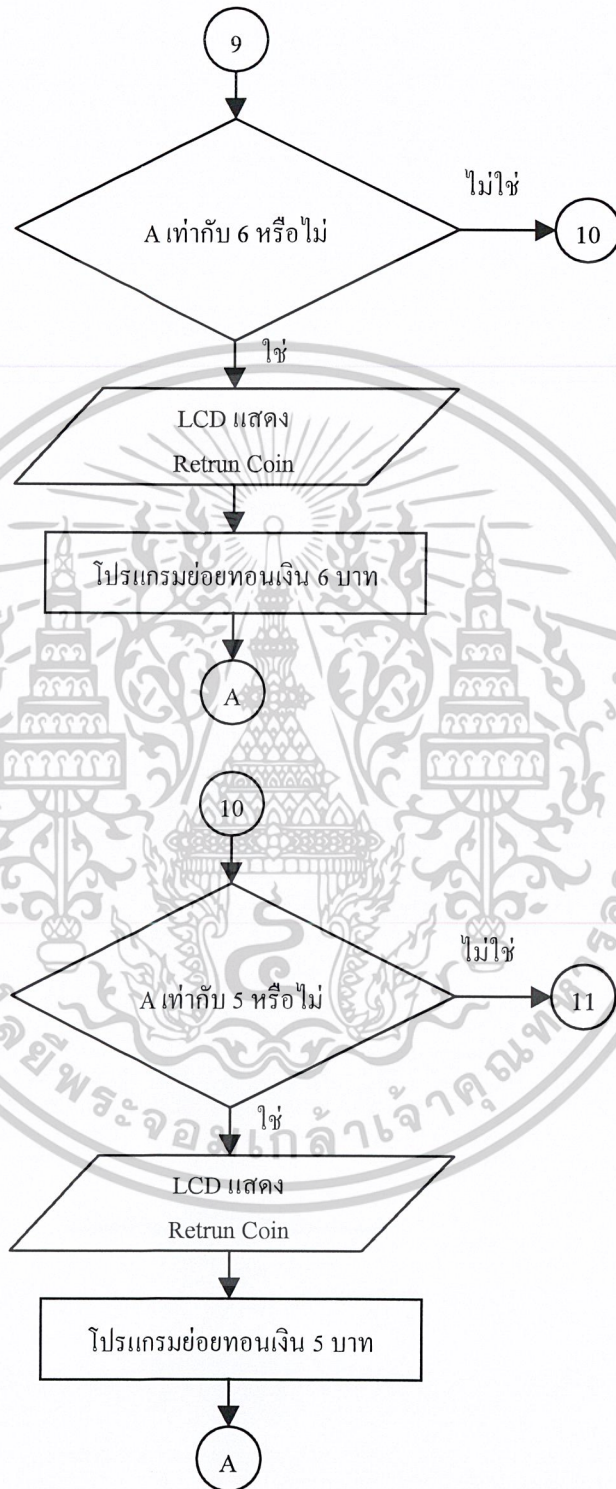
รูปที่ ค.11 ผังการทำงานของโปรแกรมถอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



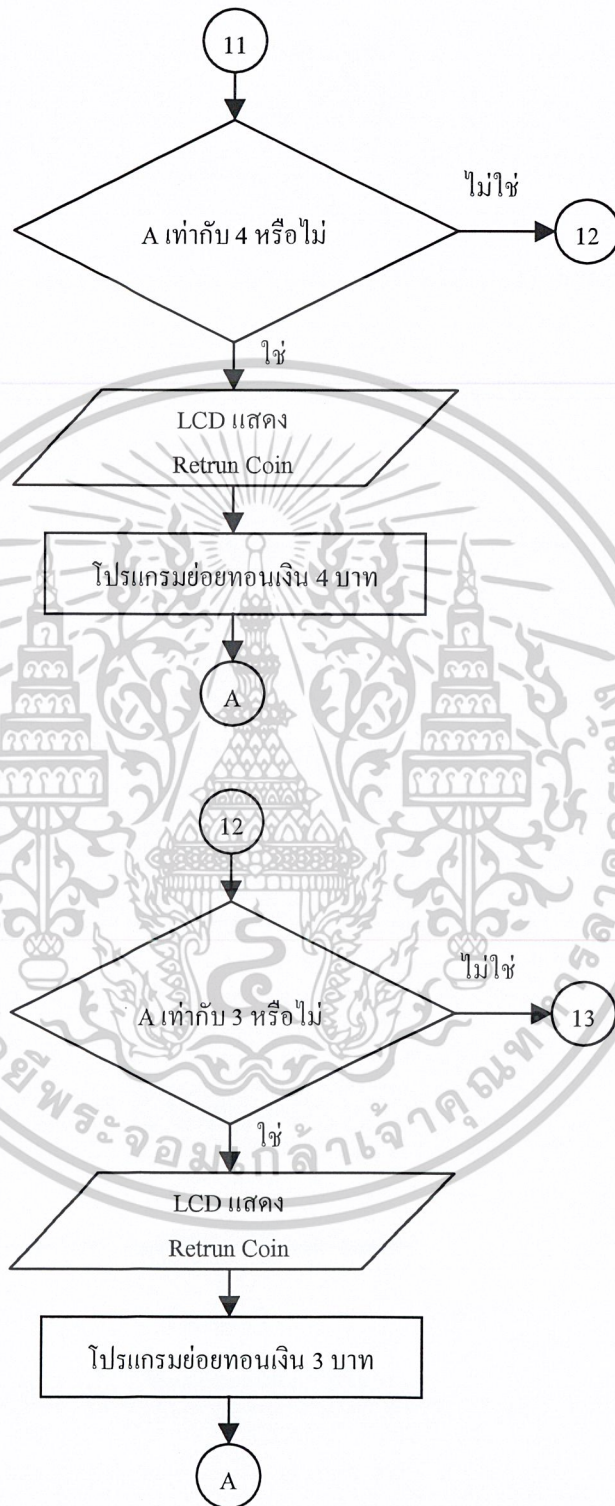
รูปที่ ค.11 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



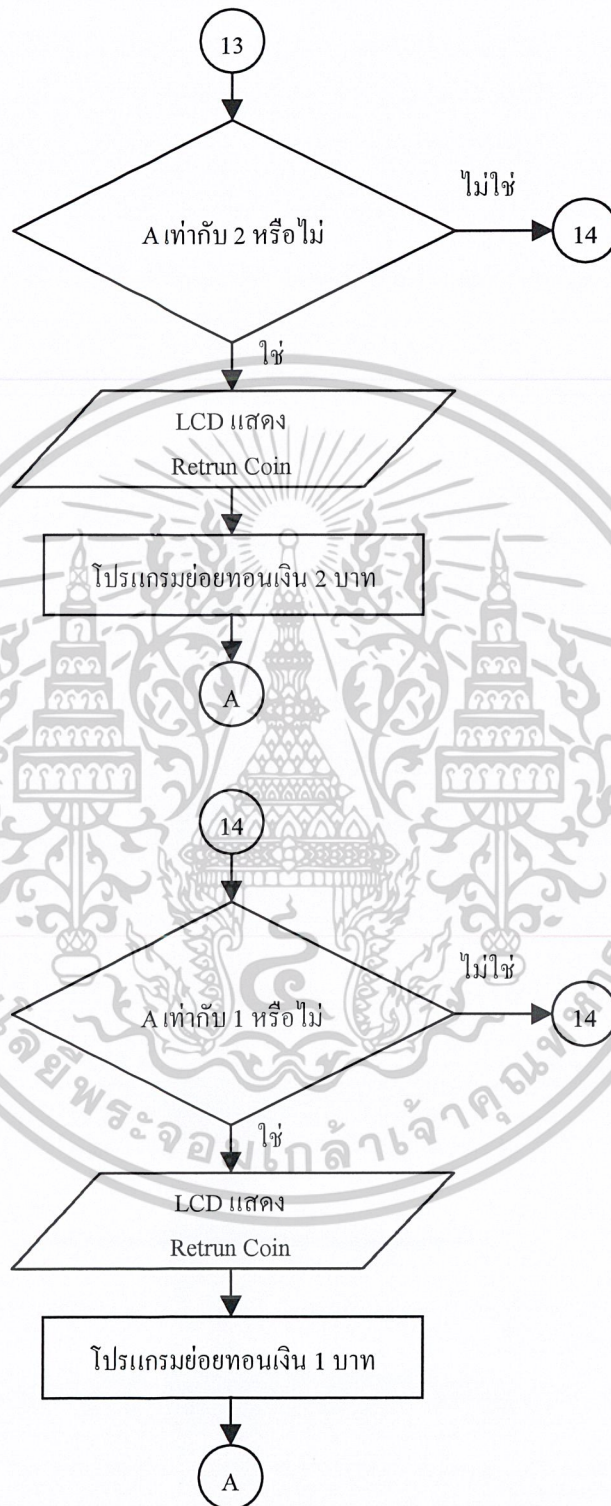
รูปที่ ค.11 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



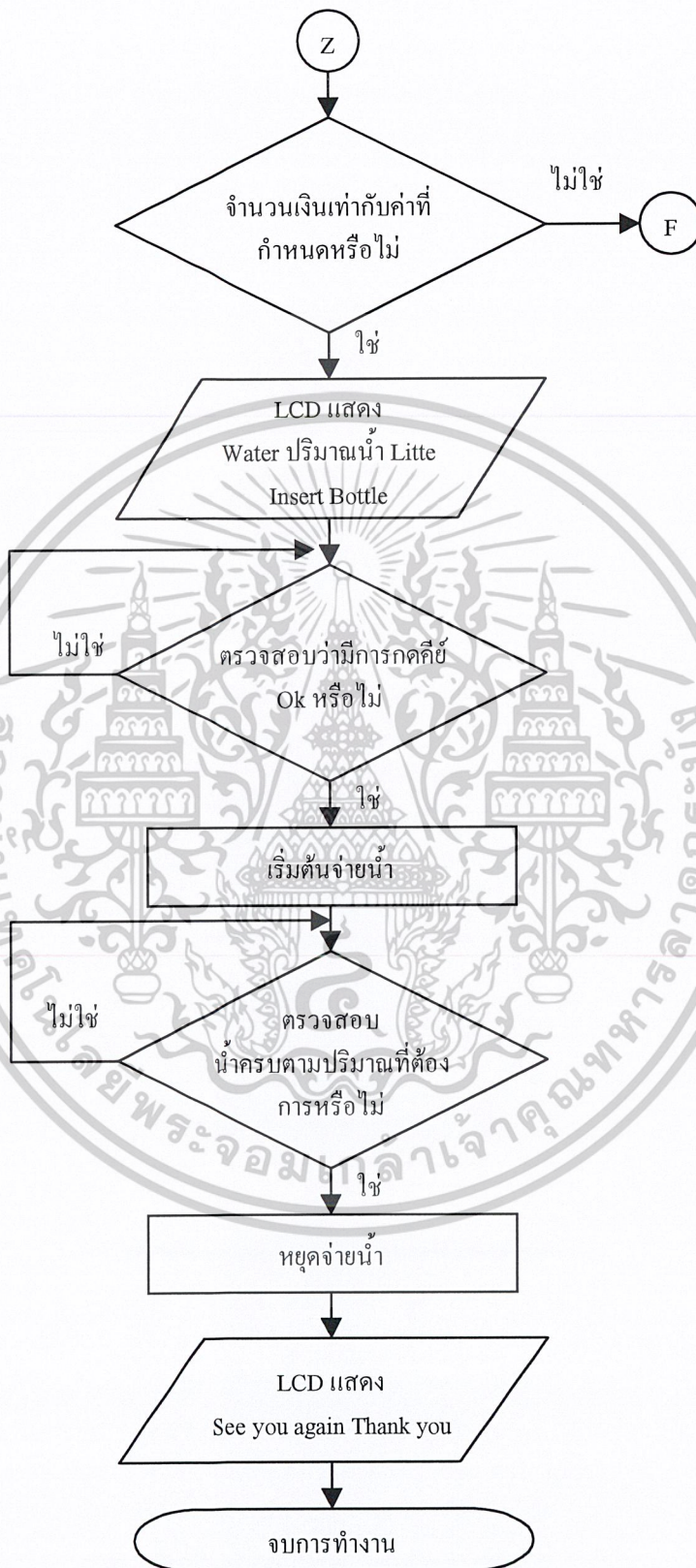
รูปที่ ค.11 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.11 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรมทอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.12 ฟังก์การทำงานของโปรแกรมนับ และ โซตินอยล์ว่าแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****WATER VENDING AUTOMATIC MACHINE*****
```

```

PORTA_1      EQU      0F800H
PORTB_1      EQU      0F801H
PORTC_1      EQU      0F802H
CTRL1       EQU      0F803H
PORTA_2      EQU      0FC00H
PORTB_2      EQU      0FC01H
PORTC_2      EQU      0FC02H
CTRL2       EQU      0FC03H
WR_INSLCD   EQU      0FA00H
RD_INSLCD   EQU      0FA01H
WR_DATLCD   EQU      0FA02H
RD_DATLCD   EQU      0FA03H
LCD_ADDR    EQU      02EH
LCD_DATA    EQU      02FH
NO_COIN     EQU      020H
KEEP_COIN   EQU      021H
SUM_COIN    EQU      022H
SUM_FINAL   EQU      023H
SUM_PER_1   EQU      024H
SUM_PER_2   EQU      025H
DEC_HI      EQU      026H
DEC_LO      EQU      027H
KEY_SW      EQU      027H
WATER       EQU      028H
COIN_1B     EQU      029H
COIN_5B     EQU      02AH
COIN_10B    EQU      02BH
ASCII_1     EQU      02CH
ASCII_2     EQU      02DH
KEY_NUM     EQU      030H
STEPPING1   EQU      033H
STEPPING2   EQU      034H
HEX_WATER   EQU      035H
LOOP_COIN   EQU      036H
TH1_COUNT   EQU      037H
TL1_COUNT   EQU      038H

```

```
;***** SET PORT LCD *****
```

```

ORG          0000H
CALL        DELAY_15ms
MOV         DPTR,#CTRL1
MOV         A,#9BH
MOVX        @DPTR,A
MOV         DPTR,#CTRL2
MOV         A,#89H
MOVX        @DPTR,A
MOV         SP,#40H
MOV         IE,#00H

```

```
;***** CLEAL PORT OUT POT *****
```

```

MOV         A,#0FFH
MOV         DPTR,#PORTA_2
MOVX        @DPTR,A
CALL        DELAY_500mS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      A, #0FH
MOV      DPTR, #PORTB_2
MOVX    @DPTR, A
CALL    DELAY_500mS
CALL    INIT_LCD
CALL    DELAY_100mS

;***** START LOOP CHEAK ALL *****

MAIN:    CALL    LCD_CLR
MOV      SP, #40H
MOV      R1, #20H
CLR_INT: MOV      @R1, #00H
INC      R1
CJNE    R1, #3FH, CLR_INT
CALL    SHOW_NAME
MAIN1:   MOV      DPTR, #PORTC_2
MOVX    A, @DPTR
JB      ACC.4, A1
TTOO:   MOV      LCD_ADDR, #00H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV      DPTR, #TITLE_17
CALL    WRLINE_LCD
MOV      LCD_ADDR, #040H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV      DPTR, #TITLE_12
CALL    WRLINE_LCD
MOV      DPTR, #PORTC_2
MOVX    A, @DPTR
JB      ACC.4, MAIN
LJMP    TTOO
A1:     CALL    SHOW_NAME
MOV      DPTR, #PORTC_2
MOVX    A, @DPTR
ANL    A, #0FH
CJNE    A, #0EH, A2
CALL    SHOW20
MOV      _ADDR, #040H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV      DPTR, #TITLE_14
MOV      NO_COIN, #01H
JMP     A5
A2:     CJNE    A, #0DH, A3
CALL    SHOW20
MOV      LCD_ADDR, #040H
CALL    SET_DPTR_LCD
MOV      DPTR, #TITLE_15
MOV      NO_COIN, #05H
JMP     A5
A3:     CJNE    A, #0CH, A4
CALL    SHOW20
MOV      LCD_ADDR, #040H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV      DPTR, #TITLE_21
MOV      NO_COIN, #06H
JMP     A5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

A4:      CJNE      A, #0BH, BXX_1
        MOV       NO_COIN, #0AH
        JMP       BXX_1
A5:      CALL     WRLINE_LCD
BXX_1:   MOV       KEEP_COIN, #00H
        MOV       DPTR, #PORTC_2
        MOVX     A, @DPTR
        MOVX     A, @DPTR
        JB       ACC.3, BXX
        CALL    TY
        CALL    DELAY_500mS
        JMP     MAIN
BXX:     MOV       KEEP_COIN, #00H
        MOV       DPTR, #PORTC_2
        MOVX     A, @DPTR
        MOVX     A, @DPTR
        JB       ACC.3, BXX
TY:      CLR      P1.1
        CALL    DELAY_200uS
CALL     SETB     P1.1
        DELAY  0uS
        CLR     P1.0
        CALL    DELAY_200uS
        SETB   P1.0
        CALL    DELAY_200uS
        MOV    DPTR, #PORTA_1
        MOVX   A, @DPTR
        CJNE  A, #4FH, B1
        LJMP  COM1
B1:      CJNE  A, #50H, B2
        LJMP  COM2
B2:      CJNE  A, #51H, B3
        LJMP  COM3
B3:      CJNE  A, #52H, B4
        LJMP  COM4
B4:      CJNE  A, #53H, B5
        LJMP  COM5
B5:      CJNE  A, #54H, B6
        LJMP  COM6
B6:      CJNE  A, #55H, B7
        LJMP  COM7
B7:      CJNE  A, #56H, B8
        LJMP  COM8
B8:      CJNE  A, #57H, B9
        LJMP  COM9
B9:      CALL   D15
        RET

;***** COMPAR A/D *****

COM1:    CALL    DELAY_500mS
        MOV     DPTR, #PORTA_1
        MOVX   A, @DPTR
        CJNE  A, #45H, C1
        LJMP  COUN
C1:      CJNE  A, #46H, C2
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

C2:      LJMP          COUN
         CJNE          A, #48H, C3
         LJMP          COUN
C3:      CJNE          A, #49H, C4
         LJMP          COUN
C4:      CJNE          A, #41H, C5
         LJMP          COUN
C5:      CJNE          A, #42H, C6
         LJMP          COUN
C6:      CALL          D15
         RET
COM2:    CALL          DELAY_500mS
         MOV           DPTR, #PORTA_1
         MOVX          A, @DPTR
         CJNE          A, #46H, C7
C7:      CJNE          A, #47H, C8
         LJMP          COUN
C8:      CJNE          A, #49H, C9
         LJMP          COUN
C9:      CJNE          A, #4AH, C10
         LJMP          COUN
C10:     CJNE          A, #42H, C11
         LJMP          COUN
C11:     CJNE          A, #43H, C12
         LJMP          COUN
C12:     CALL          D15
         RET
COM3:    CALL          DELAY_500mS
         MOV           DPTR, #PORTA_1
         MOVX          A, @DPTR
         CJNE          A, #46H, C13
         LJMP          COUN
C13:     CJNE          A, #47H, C14
         LJMP          COUN
C14:     CJNE          A, #49H, C15
         LJMP          COUN
C15:     CJNE          A, #4AH, C16
         LJMP          COUN
C16:     CJNE          A, #42H, C17
         LJMP          COUN
C17:     CJNE          A, #43H, C18
         LJMP          COUN
C18:     CALL          D15
         RET
COM4:    CALL          DELAY_500mS
         MOV           DPTR, #PORTA_1
         MOVX          A, @DPTR
         MOVX          A, @DPTR
         CJNE          A, #47H, C19
         LJMP          COUN
C19:     CJNE          A, #48H, C20
         LJMP          COUN
C20:     CJNE          A, #4AH, C21
         LJMP          COUN
C21:     CJNE          A, #4BH, C22
         LJMP          COUN
C22:     CJNE          A, #43H, C23

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

C23:      LJMP      COUN
          CJNE     A, #44H, C24
          LJMP      COUN
C24:      CALL     15
          RET
COM5:     CALL     DELAY_500mS
          MOV      DPTR, #PORTA_1
          MOVX     , @DPTR
          MOVX     , @DPTR
          JNE      , #48H, C25
          LJMP      COUN
C25:     CJNE     A, #49H, C26
          LJMP      COUN
C26:     CJNE     A, #4BH, C27
C27:     CJNE     , #4CH, C28
          LJMP      COUN
C28:     CJNE     A, #44H, C29
          LJMP      COUN
C29:     CJNE     A, #45H, C30
          LJMP      COUN
C30:     CALL     15
          RET
COM6:     CALL     DELAY_500mS
          MOV      DPTR, #PORTA_1
          MOVX     A, @DPTR
          MOVX     A, @DPTR
          CJNE     A, #49H, C31
          LJMP      COUN
C31:     CJNE     A, #4AH, C32
          LJMP      COUN
C32:     CJNE     A, #4CH, C33
          LJMP      COUN
C33:     CJNE     A, #4DH, C34
          LJMP      COUN
C34:     CJNE     A, #44H, C35
          LJMP      COUN
C35:     CJNE     A, #45H, C36
          LJMP      COUN
C36:     CALL     D15
          RET
COM7:     CALL     DELAY_500mS
          MOV      DPTR, #PORTA_1
          MOVX     A, @DPTR
          MOVX     A, @DPTR
          CJNE     A, #4AH, C37
          LJMP      COUN
C37:     CJNE     A, #4BH, C38
          LJMP      COUN
C38:     CJNE     A, #4DH, C39
          LJMP      COUN
C39:     CJNE     A, #4EH, C40
          LJMP      COUN
C40:     CJNE     A, #45H, C41
          LJMP      COUN
C41:     CJNE     A, #46H, C42
          LJMP      COUN
C42:     CALL     D15

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

COM8:      CALL      DELAY_500mS
           MOV       DPTR,#PORTA_1
           MOVX     A,@DPTR
           MOVX     A,@DPTR
           CJNE    A,#4BH,C43
           LJMP    COUN
C43:      CJNE    A,#4CH,C44
           LJMP    COUN
C44:      CJNE    A,#4DH,C45
           LJMP    COUN
C45:      CJNE    A,#4EH,C46
           LJMP    COUN
C46:      CJNE    A,#46H,C47
           LJMP    COUN
C47:      CJNE    A,#47H,C48
           LJMP    COUN
C48:      CALL    D15
           RET
COM9:      CALL    DELAY_500mS
           MOV       DPTR,#PORTA_1
           MOVX     A,@DPTR
           MOVX     A,@DPTR
           CJNE    A,#4CH,C49
           LJMP    COUN
C49:      CJNE    A,#4DH,C50
           LJMP    COUN
C50:      CJNE    A,#4FH,C51
           LJMP    COUN
C51:      CJNE    A,#50H,C52
           LJMP    COUN
C52:      CJNE    A,#47H,C53
           LJMP    COUN
C53:      CJNE    A,#48H,C54
           LJMP    COUN
C54:      CALL    D15
           RET
COUN:     MOV       LCD_ADDR,#000H
           CALL    SET_ADDR_LCD
           MOV       DPTR,#PORTB_1
           MOVX     A,@DPTR
           MOVX     A,@DPTR
           CJNE    A,#0FH,LL
           LJMP    BB_1
LL:       CJNE    A,#10H,LL1
           LJMP    BB_1
LL1:     CJNE    A,#11H,D1
           LJMP    BB_1
D1:      CJNE    A,#12H,D2
           LJMP    BB_1
D2:      CJNE    A,#13H,D3
           LJMP    BB_1
D3:      CJNE    A,#1BH,LL2
           LJMP    BB_5
LL2:     CJNE    A,#1CH,D4
           LJMP    BB_5
D4:      CJNE    A,#1DH,D5
           LJMP    BB_5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

D5:      CJNE      A,#1EH,D6
          LJMP      BB_5
D6:      CJNE      A,#1FH,LL3
          LJMP      BB_5
LL3:     CJNE      A,#21H,D7
          LJMP      BB_1
D7:      CJNE      A,#22H,D8
          LJMP      BB_10
D8:      CJNE      A,#23H,D9
          LJMP      BB_10
D9:      CJNE      A,#24H,D10
          LJMP      BB_10
D10:     CJNE      A,#25H,D11
          LJMP      BB_10
D11:     CJNE      A,#26H,D12
          LJMP      BB_10
D12:     CJNE      A,#27H,D13
          LJMP      BB_10
D13:     CJNE      A,#28H,D14
          LJMP      BB_10
D14:     CJNE      A,#29H,D15
          LJMP      BB_10
D15:     PUSH      ACC
          MOV       A,LOOP_COIN
          CJNE      A,#00H,D16
          POP       ACC
          RET
D16:     JMP       KEY_A
;***** SHOW INSERT COIN *****
BB_1:    MOV       DPTR,#TITLE_14
          CALL      WRLINE_LCD
          MOV       KEEP_COIN,#01H
          INC       INC
          MOV       DPTR,#PORTC_1
          MOVX      A,@DPTR
          JB        ACC.5,SO_1
          JMP       SO_2
BB_5:    MOV       DPTR,#TITLE_15
          CALL      WRLINE_LCD
          MOV       KEEP_COIN,#05H
          INC       CONE
          MOV       DPTR,#PORTC_1
          MOVX      A,@DPTR
          JB        ACC.6,SO_1
          JMP       SO_2
BB_10:   MOV       DPTR,#TITLE_16
          CALL      WRLINE_LCD
          MOV       KEEP_COIN,#0AH

          INC       COIN_10B
          MOV       DPTR,#PORTC_1
          MOVX      A,@DPTR
          JB        ACC.7,SO_1
          JMP       SO_2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;***** SOLINOIL *****
SO_1:      MOV          A,#01FH
           MOV          DPTR,#PORTB_2
           VX           @DPTR,A
           CALL         DELAY_1S
           MOV          A,#0FH
           MOV          DPTR,#PORTB_2
           OVX         @DPTR,A
           CALL         DELAY_1S
           MP          SD
SO_2:      MOV          A,#02FH

           DPTR,#PORTB_2
           MOVX         @DPTR,A
           CALL         DELAY_1S
           MOV          A,#0FH
           OV          DPTR,#PORTB_2
           MOVX         @DPTR,A
           CALL         DELAY_1S
;***** ADD COIN *****
SD:        INC          LOOP_COIN
           MOV          A,SUM_COIN
           ADD          A,KEEP_COIN
           MOV          SUM_COIN,A
           MOV          SUM_FINAL,A
           CALL         PERCENT
           MOV          LCD_ADDR,#00H
           CALL         SET_ADDR_LCD
           MOV          DPTR,#TITLE_23
           CALL         WRLINE_LCD
           MOV          LCD_ADDR,#06H
           CALL         SET_ADDR_LCD
           MOV          LCD_DATA,DEC_HI
           CALL         WRCHAR_LCD
           MOV          LCD_DATA,DEC_LO
           CALL         WRCHAR_LCD
           MOV          LCD_ADDR,#40H
           CALL         SET_ADDR_LCD
           MOV          DPTR,#TITLE_24
           CALL         WRLINE_LCD
           CALL         DELAY_1S
           CALL         DELAY_1S
RCU_S:    MOV          R1,#KEY_NUM
           MOV          30H,#0FH
           MOV          31H,#0FH
           MOV          LCD_ADDR,#40H
           CALL         SET_ADDR_LCD
           MOV          DPTR,#TITLE_25
           CALL         WRLINE_LCD

;***** KEY SWITCH *****

KEY_A:    MOV          DPTR,#PORTC_1
           MOVX         A,@DPTR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

XC:      MOV      DPTR, #PORTC_2
         MOVX     A, @DPTR
         MOVX     A, @DPTR
         JB      ACC.3, KEY_A
         JMP      TY
QR:      MOV      A, KEY_SW
         MOV      @R1, A
         CJNE   A, #0AH, KEY_B
         CALL   SHOW_NO_COIN
         JMP      RETURN_COIN
KEY_B:   CJNE   A, #0BH, KEY_C
         MOV      A, 30H
         CJNE   A, #0FH, TGH
         JMP      KEY_A
TGH:     MOV      MOV      31H, 30H

         MOV      30H, #00H
         JMP      HG
KEY_C:   MOV      A, R1
         ANL     A, #0FH
         ADD     A, #44H
         MOV     LCD_ADDR, A
         CALL   SET_ADDR_LCD
         MOV     A, @R1
         ADD     A, #30H
         MOV     LCD_DATA, A
         CALL   WRCHAR_LCD
         INC     R1
         MOV     A, R1
         CJNE   A, #32H, KEY_A
         CALL   DELAY_1S
HG:      MOV     LCD_ADDR, #40H
         CALL   SET_ADDR_LCD
         MOV     DPTR, #TITLE_55
         CALL   WRLINE_LCD
         CALL   DELAY_1S
WATER_1: CALL   KEY
         MOV     A, KEY_SW
         CJNE   A, #0AH, WATER_2
         JMP     RCU_S
WATER_2: CJNE   A, #0BH, WATER_1
         MOV     A, 30H
         ADD     A, 31H
         CJNE   A, #1EH, WENDING
         JMP     RCU_S

;***** COMPAR COIN AND KEY *****

WENDING: CALL   INVERSE_ASCII
         MOV     32H, A
         MOV     A, SUM_COIN
         CJNE   A, 32H, WENDING_1
         LJMP   WATER_OUT
TOTO:   CALL   SHOW_NO_COIN
         CALL   RETURN_COIN
         RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

WENDING_1:  JC      TOTO
             MOV     A,SUM_COIN
             MOV     B,32H
             SUBB    A,B

;***** CHANGE MONNY *****

             CJNE    A,#10,SATIN1
             CALL    JEE
             JNB     ACC.2,CHE_1
             MOV     COIN_10B,#01H
             MOV     COIN_5B,#00H
             MOV     COIN_1B,#00H
             CALL    RETURN_COIN
             LJMP    WATER_OUT
CHE_1:       JNB     ACC.1,CHE_2
             MOV     COIN_10B,#00H
             MOV     COIN_5B,#02H
             MOV     COIN_1B,#00H
             CALL    RETURN_COIN
             LJMP    WATER_OUT
CHE_2:       JNB     ACC.0,COIN_OUT_1
             MOV     COIN_10B,#00H
             MOV     COIN_5B,#00H
             MOV     COIN_1B,#0AH
             CALL    RETURN_COIN
             LJMP    WATER_OUT
COIN_OUT_1: JMP     COIN_OUT
SATIN1:     JC      CHE_4
             LJMP    TTL1
CHE_4:      CJNE    A,#9,SATIN2
             CALL    JEE
             JNB     ACC.1,CHE_5
             MOV     COIN_10B,#00H
             MOV     COIN_5B,#01H
             CALL    JEE
             JNB     ACC.0,TTL1

             MOV     COIN_1B,#04H
             CALL    RETURN_COIN
             LJMP    WATER_OUT
CHE_5:      JNB     ACC.0,TTL1

             MOV     COIN_10B,#00H
             MOV     COIN_5B,#00H
             MOV     COIN_1B,#09H
             CALL    RETURN_COIN
             LJMP    WATER_OUT
TTL1:      LJMP    COIN_OUT
SATIN2:    CJNE    A,#8,SATIN3
             CALL    JEE
             JNB     ACC.1,CHE_6

             MOV     COIN_10B,#00H
             MOV     COIN_5B,#01H
             CALL    JEE

```

```

                JNB          ACC.0,          TTL2
                MOV          COIN_1B,#03H
                CALL         RETURN_COIN
                LJMP         WATER_OUT
CHE_6:         JNB          ACC.0, TTL2
                MOV          COIN_10B,#00H
                MOV          COIN_5B,#00H
                MOV          COIN_1B,#08H
                CALL         RETURN_COIN
                LJMP         WATER_OUT
TTL2:         LJMP         COIN_OUT
SATIN3:       CJNE         A,#7,SATIN4
                CALL         JEE
                JNB          ACC.1,CHE_7

                MOV          COIN_10B,#00H
                MOV          COIN_5B,#01H
                CALL         JEE
                JNB          ACC.0, TTL3

                MOV          COIN_1B,#02H
                CALL         RETURN_COIN
                LJMP         WATER_OUT
                LJMP         WATER_OUT
CHE_7:         JNB          ACC.0, TTL3
                MOV          COIN_10B,#00H
                MOV          COIN_5B,#00H
                MOV          COIN_1B,#07H
                CALL         RETURN_COIN
                LJMP         WATER_OUT
TTL3:         LJMP         COIN_OUT
SATIN4:       CJNE         A,#6,SATIN5
                CALL         JEE
                JNB          ACC.1,CHE_8

                MOV          COIN_5B,#01H
                CALL         JEE
                JNB          ACC.0, TTL4
                MOV          COIN_1B,#01H
                MOV          COIN_10B,#00H
                CALL         RETURN_COIN
                LJMP         WATER_OUT
CHE_8:         NB          ACC.0, TTL4

                MOV          COIN_10B,#00H
                MOV          COIN_5B,#00H
                MOV          COIN_1B,#06H
                CALL         RETURN_COIN
                LJMP         WATER_OUT
TTL4:         LJMP         COIN_OUT
SATIN5:       CJNE         A,#5,SATIN6
                CALL         JEE
                JNB          ACC.1,CHE_9

                MOV          COIN_10B,#00H
                MOV          COIN_5B,#01H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHE_9:      CALL      RETURN_COIN
            LJMP      WATER_OUT
            JNB       ACC.0, TTL5

            MOV       COIN_10B, #00H
            MOV       COIN_5B, #00H
            MOV       COIN_1B, #05H
            CALL      RETURN_COIN
            LJMP      WATER_OUT
TTL5:      LJMP      COIN_OUT
SATIN6:    CJNE      A, #4, SATIN7
            CALL      JEE
            JNB       ACC.0, TTL6
            MOV       COIN_10B, #00H
            MOV       COIN_5B, #00H
            MOV       COIN_1B, #04H
            CALL      RETURN_COIN
            LJMP      WATER_OUT
TTL6:      LJMP      COIN_OUT
SATIN7:    CJNE      A, #3, SATIN8
            CALL      JEE
            JNB       ACC.0, TTL7
            MOV       COIN_10B, #00H
            MOV       COIN_5B, #00H
            MOV       COIN_1B, #03H
            CALL      RETURN_COIN
            LJMP      WATER_OUT
TTL7:      LJMP      COIN_OUT
SATIN8:    CJNE      A, #2, SATIN9
            CALL      JEE
            JNB       ACC.0, TTL8
            MOV       COIN_10B, #00H
            MOV       COIN_5B, #00H
            MOV       COIN_1B, #02H
            CALL      RETURN_COIN
            LJMP      WATER_OUT
TTL8:      LJMP      COIN_OUT

SATIN9:    CJNE      A, #1, SATIN10
            CALL      JEE
            JNB       ACC.0, TTL9
            MOV       COIN_10B, #00H
            MOV       COIN_5B, #00H
            MOV       COIN_1B, #01H
            CALL      RETURN_COIN
            LJMP      WATER_OUT
SATIN10:   CALL      DELAY_100mS
            RET
TTL9:      LJMP      COIN_OUT
    
```

;***** OUT WATER *****

```

WATER_OUT: MOV       LCD_ADDR, #00H
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL      SET_ADDR_LCD
MOV       A,HEX_WATER
CJNE     A,#01H,W1
MOV       TH1_COUNT,#0FFH
MOV       TL1_COUNT,#0D0H
MOV       DPTR,#TITLE_29
LJMP     OUTPUT
W1:      CJNE     A,#02H,W2
MOV       TH1_COUNT,#0FFH
MOV       TL1_COUNT,#098H
MOV       DPTR,#TITLE_30
LJMP     OUTPUT
W2:      CJNE     A,#03H,W3
MOV       TH1_COUNT,#0FFH
MOV       TL1_COUNT,#060H
MOV       DPTR,#TITLE_31
LJMP     OUTPUT
W3:      CJNE     A,#04H,W4
MOV       TH1_COUNT,#0FFH
MOV       TL1_COUNT,#028H
MOV       DPTR,#TITLE_32
LJMP     OUTPUT
W4:      CJNE     A,#05H,W5
MOV       TH1_COUNT,#0FEH
MOV       TL1_COUNT,#0F0H
MOV       DPTR,#TITLE_33
LJMP     OUTPUT
W5:      CJNE     A,#06H,W6
MOV       TH1_COUNT,#0FEH
MOV       TL1_COUNT,#0B8H
MOV       DPTR,#TITLE_34
LJMP     OUTPUT
W6:      CJNE     A,#07H,W7
MOV       TH1_COUNT,#0FEH
MOV       TL1_COUNT,#080H
MOV       DPTR,#TITLE_35
LJMP     OUTPUT
W7:      CJNE     A,#08H,W8
MOV       TH1_COUNT,#0FEH
MOV       TL1_COUNT,#048H
MOV       DPTR,#TITLE_36
LJMP     OUTPUT
W8:      CJNE     A,#09H,W9
MOV       TH1_COUNT,#0FEH
MOV       TL1_COUNT,#010H
MOV       DPTR,#TITLE_37
LJMP     OUTPUT
W9:      CJNE     A,#0AH,W10
MOV       TH1_COUNT,#0FDH
MOV       TL1_COUNT,#0D8H
MOV       DPTR,#TITLE_38
LJMP     OUTPUT
W10:    CJNE     A,#0BH,W11
MOV       TH1_COUNT,#0FDH
MOV       TL1_COUNT,#0A0H
MOV       DPTR,#TITLE_39
LJMP     OUTPUT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

W11:      CJNE      A, #0CH, W12
          MOV       TH1_COUNT, #0FDH
          MOV       TL1_COUNT, #068H
          MOV       DPTR, #TITLE_40
          LJMP      OUTPUT
W12:      CJNE      A, #0DH, W13
          MOV       TH1_COUNT, #0FDH
          MOV       TL1_COUNT, #030H
          MOV       DPTR, #TITLE_41
          LJMP      OUTPUT
W13:      CJNE      A, #0EH, W14
          MOV       TH1_COUNT, #0FCH
          MOV       TL1_COUNT, #0F8H
          MOV       DPTR, #TITLE_42
          LJMP      OUTPUT
W14:      CJNE      A, #0FH, W15
          MOV       TH1_COUNT, #0FCH
          MOV       TL1_COUNT, #0C0H
          MOV       DPTR, #TITLE_43
          LJMP      OUTPUT
W15:      CJNE      A, #10H, W16
          MOV       TH1_COUNT, #0FCH
          MOV       TL1_COUNT, #08DH
          MOV       DPTR, #TITLE_44
          LJMP      OUTPUT
W16:      CJNE      A, #11H, W17
          MOV       TH1_COUNT, #0FCH
          MOV       TL1_COUNT, #050H
          MOV       DPTR, #TITLE_45
          LJMP      OUTPUT
W17:      CJNE      A, #12H, W18
          MOV       TH1_COUNT, #0FCH
          MOV       TL1_COUNT, #018H
          MOV       DPTR, #TITLE_46
          LJMP      OUTPUT
W18:      CJNE      A, #13H, W19
          MOV       TH1_COUNT, #0FBH
          MOV       TL1_COUNT, #0E0H
          MOV       DPTR, #TITLE_47
          LJMP      OUTPUT
W19:      CJNE      A, #14H, W20
          MOV       TH1_COUNT, #0FBH
          MOV       TL1_COUNT, #0A8H
          MOV       DPTR, #TITLE_48
          LJMP      OUTPUT
W20:      CJNE      A, #15H, W21
          MOV       TH1_COUNT, #0FBH
          MOV       TL1_COUNT, #070H
          MOV       DPTR, #TITLE_49
          LJMP      OUTPUT
W21:      CJNE      A, #16H, W22
          MOV       TH1_COUNT, #0FBH
          MOV       TL1_COUNT, #038H
          MOV       DPTR, #TITLE_50
          LJMP      OUTPUT
W22:      CJNE      A, #17H, W23
          MOV       TH1_COUNT, #0FBH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV          TL1_COUNT,#000H
MOV          DPTR,#TITLE_51
LJMP        OUTPUT
W23:        CJNE      A,#18H,W24
MOV          TH1_COUNT,#0FAH
MOV          TL1_COUNT,#0D8H
MOV          DPTR,#TITLE_52
LJMP        OUTPUT
W24:        CJNE      A,#19H,W25
MOV          TH1_COUNT,#0FAH
MOV          TL1_COUNT,#090H
MOV          DPTR,#TITLE_53
OUTPUT:     CALL      WRLINE_LCD
MOV          LCD_ADDR,#40H
CALL        SET_ADDR_LCD
MOV          DPTR,#TITLE_26
CALL        WRLINE_LCD
KEY_WEND_1:CALL      KEY
MOV          A,KEY_SW
CJNE        A,#0BH,KEY_WEND_1
MOV          DPTR,#PORTB_2
MOV          A,#4FH
VX          @DPTR,A
CALL        DELAY_1S
MOV          TMOD,#50H
MOV          TH1,TH1_COUNT
MOV          TL1,TL1_COUNT
SETB        TR1
JNB         TF1,$
CLR         TR1
CLR         TF1
MOV          A,#0FH
MOV          DPTR,#PORTB_2
MOVX        @DPTR,A
CALL        DELAY_1S
MOV          LCD_ADDR,#40H
CALL        SET_ADDR_LCD
MOV          DPTR,#TITLE_28
CALL        WRLINE_LCD
MOV          LCD_ADDR,#00H
CALL        SET_ADDR_LCD
MOV          DPTR,#TITLE_12
CALL        WRLINE_LCD
CALL        DELAY_1S
RET
W25:        CALL      SHOW_NO_COIN
CALL        RETURN_COIN
RET

;***** PROGRAM CALL*****

COIN_OUT:   CALL      SHOW_NO_COIN
CALL        RETURN_COIN
RET
JEE:       MOV          DPTR,#PORTC_2
MOVX        A,@DPTR
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                SWAP        A
                CJNE       A,#00H, INVERSE
INVERSE3:      MOV        ASCII_1,A
                MOV        A,31H
                ADD        A,ASCII_1
                MOV        HEX_WATER,A
                RET
INVERSE:       SUBB       A,#10H
                ADD        A,#0AH
                CJNE       A,#0AH, INVERSE1
                JMP        INVERSE3
INVERSE1:     MOV        ASCII_2,A
                ANL        A,#0F0H
                SWAP      A
                MOV        R2,A
                MOV        A,ASCII_2
INVERSE2:     SUBB       A,#06H
                DJNZ      R2, INVERSE2
                JMP        INVERSE3
RETURN_COIN:  MOV        A,COIN_1B
                CJNE       A,#00H,RE_COIN1B
                JMP        RE_COIN5B
RE_COIN1B:    MOV        R1,A
RE_1B_1:      CALL       RE_CO_1B
                DJNZ      R1,RE_1B_1
RE_COIN5B:    MOV        A,COIN_5B
                CJNE       A,#00H,RE_COIN5B_1
                JMP        RE_COIN10B
RE_COIN5B_1:  MOV        R1,A
RE_5B_1:      CALL       RE_CO_5B
                DJNZ      R1,RE_5B_1
RE_COIN10B:   MOV        A,COIN_10B
                CJNE      A,#00H,RE_COIN10B_1
                RET
RE_COIN10B_1:MOV        R1,A
RE_10B_1:     CALL       RE_CO_10B
                DJNZ      R1,RE_10B_1
                RET
;***** STEPIING MOTOR 1 *****

RE_CO_1B:     MOV        R0,#24
MOTOR1B:     MOV        A,#0F6H
                CALL       MOTOR_RE
                MOV        A,#0F7H
                CALL       MOTOR_RE
                MOV        A,#0F3H
                CALL       MOTOR_RE
                MOV        A,#0FBH
                CALL       MOTOR_RE
                MOV        A,#0F9H
                CALL       MOTOR_RE
                MOV        A,#0FDH
                CALL       MOTOR_RE
                MOV        A,#0FCH
                CALL       MOTOR_RE
                MOV        A,#0FEH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL      MOTOR_RE
DEC       R0
DJNZ     R0,MOTOR1B
MOV      A,#0FFH
CALL     MOTOR_RE
ALL      DELAY_500mS
RET

;***** STEPING MOTOR 2 *****

RE_CO_5B: MOV      R0,#24
MOTOR5B:  MOV      A,#06FH
          CALL     MOTOR_RE
          MOV      A,#07FH
          CALL     MOTOR_RE
          MOV      A,#03FH
          CALL     MOTOR_RE
          MOV      A,#0BFH
          CALL     MOTOR_RE
          MOV      A,#09FH
          CALL     MOTOR_RE
          MOV      A,#0DFH
          CALL     MOTOR_RE
          MOV      A,#0CFH
          CALL     MOTOR_RE
          MOV      A,#0EFH
          CALL     MOTOR_RE
          DEC      R0
          DJNZ     R0,MOTOR5B
          MOV      A,#0FFH
          CALL     MOTOR_RE
          CALL     DELAY_500mS
          RET

;***** STEPING MOTOR 10 *****

RE_CO_10B: MOV     R0,#24
MOTOR10B:  MOV     A,#06H
          CALL    MOTOR_RE1
          MOV     A,#07H
          CALL    MOTOR_RE1
          MOV     A,#03H
          CALL    MOTOR_RE1
          MOV     A,#0BH
          CALL    MOTOR_RE1
          MOV     A,#09H
          CALL    MOTOR_RE1
          MOV     A,#0DH
          CALL    MOTOR_RE1
          MOV     A,#0CH
          CALL    MOTOR_RE1
          MOV     A,#0EH
          CALL    MOTOR_RE1
          DEC     R0
          DJNZ   R0,MOTOR10B
          MOV     A,#0FH
          CALL    MOTOR_RE1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL          DELAY_500mS
RET
MOTOR_RE:    MOV          DPTR,#PORTA_2
MOVX         @DPTR,A
CALL        DELAY_15mS
RET
MOTOR_RE1:   MOV          DPTR,#PORTB_2
MOVX         @DPTR,A
CALL        DELAY_15mS
RET

;***** KEY *****

KEY:         CALL        DELAY_100mS
MOV          DPTR,#PORTC_1
MOVX        A,@DPTR
ANL         A,#0FH
CJNE        A,#0FH,K1
MOV         KEY_SW,#01H
JMP         KEY_OUT
K1:         CJNE        A,#0EH,K2
MOV         KEY_SW,#02H
JMP         KEY_OUT
K2:         CJNE        A,#0DH,K3
MOV         KEY_SW,#03H
JMP         KEY_OUT
K3:         CJNE        A,#0CH,K4
MOV         KEY_SW,#04H
JMP         KEY_OUT
K4:         CJNE        A,#0BH,K5
MOV         KEY_SW,#05H
JMP         KEY_OUT
K5:         CJNE        A,#0AH,K6
MOV         KEY_SW,#06H
JMP         KEY_OUT
K6:         CJNE        A,#09H,K7
MOV         KEY_SW,#07H
JMP         KEY_OUT
K7:         CJNE        A,#08H,K8
MOV         KEY_SW,#08H
JMP         KEY_OUT
K8:         CJNE        A,#07H,K9
MOV         KEY_SW,#09H
JMP         KEY_OUT
K9:         CJNE        A,#05H,K10
MOV         KEY_SW,#00H
JMP         KEY_OUT
K10:        CJNE        A,#06H,K11
MOV         KEY_SW,#0AH
JMP         KEY_OUT
K11:        CJNE        A,#04H,KEY
MOV         KEY_SW,#0BH
KEY_OUT:    CALL        DELAY_100mS
CALL        DELAY_100mS
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;***** CHANGE HEX CODE TO DECIMAL CODE *****

PERCENT:    CJNE    A,#01EH,PERCENTA
            MOV     A,#030H
            JMP     PERCENT6
PERCENTA:   CJNE    A,#01FH,PERCENTB
            MOV     A,#031H
            JMP     PERCENT6
PERCENTB:   ADD     A,#06H
            ANL    A,#0F0H
            JZ     PERCENT3
            MOV    A,SUM_FINAL
            SUBB   A,#0AH
            MOV    SUM_PER_1,A
            ANL    A,#0F0H
            JZ     PERCENT5
            MOV    A,SUM_FINAL
            ANL    A,#0F0H
            SWAP   A
PERCENT1:   MOV     R2,A
            MOV    A,SUM_FINAL
PERCENT2:   ADD     A,#06H
            DA     A
            DJNZ   R2,PERCENT2
            JMP    PERCENT6
PERCENT3:   MOV     A,SUM_FINAL
            JMP    PERCENT6
PERCENT4:   MOV     A,SUM_PER_2
            SUBB   A,#06H
            ADD    A,#10H
            JMP    PERCENT6
PERCENT5:   MOV     A,SUM_PER_1
            ADD    A,#06H
            MOV    SUM_PER_2,A
            ANL    A,#0F0H
            JZ     PERCENT4
            MOV    A,SUM_PER_2
            ADD    A,#10H
PERCENT6:   PUSH   ACC
            ANL    A,#0F0H
            SWAP   A
            ADD    A,#30H
            MOV    DEC_HI,A
            POP    ACC
            ANL    A,#00FH
            ADD    A,#30H
            MOV    DEC_LO,A
            RET

;***** LCD SHOW *****

SHOW_NO_COIN:CALL LCD_CLR
            CALL    DELAY_100mS
            MOV    LCD_ADDR,#000H
            CALL    SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#TITLE_27
            CALL    WRLINE_LCD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL        SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#TITLE_1
CALL       WRLINE_LCD
MOV         LCD_ADDR,#040H
CALL       SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#TITLE_2
CALL       WRLINE_LCD
RET
SORRY:      MOV         LCD_ADDR,#00H
CALL       SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#TITLE_17
CALL       WRLINE_LCD
MOV         LCD_ADDR,#040H
CALL       SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#TITLE_12
CALL       WRLINE_LCD
RET
SHOW20:    MOV         LCD_ADDR,#00H
CALL       SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#TITLE_20
CALL       WRLINE_LCD
RET
SPACE00:   MOV         LCD_ADDR,#00H
CALL       SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#TITLE_19
CALL       WRLINE_LCD
RET
SPACE40:   MOV         LCD_ADDR,#040H
CALL       SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#TITLE_19
CALL       WRLINE_LCD
RET
BLINK40:   MOV         LCD_ADDR,#040H
CALL       SET_ADDR_LCD
CALL       LCD_BLINK
RET

;***** LCD INITIALIZE *****
INIT_LCD:  MOV         DPTR,#WR_INSLCD
MOV         A,#00111000B
MOVX        @DPTR,A
LCALL      BUSY_LCD
CALL       LCD_OFF
CALL       LCD_CLR
MOV         A,#00000110B
MOVX        @DPTR,A
LCALL      BUSY_LCD
CALL       LCD_HOME
RET

;***** READ BUSY FLAG LCDRead Busy *****
BUSY_LCD:  PUSH         DPH
           PUSH         DPL
           PUSH         ACC
           MOV         DPTR,#RD_INSLCD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

BUSY1:      MOVX      A,@DPTR
            JB        ACC.7,BUSY1
            POP      ACC
            POP      DPL
            POP      DPH
            RET

;***** LCD CLEAR DISPLAL *****

LCD_CLR:    PUSH     DPH
            PUSH     DPL
            LCALL    BUSY_LCD
            MOV      DPTR,#WR_INSLCD
            MOV      A,#0000001B
            MOVX     @DPTR,A
            POP      DPL
            POP      DPH
            RET

;***** LCD RETURN HOME*****

LCD_HOME:   PUSH     DPH
            PUSH     DPL
            LCALL    BUSY_LCD
            MOV      DPTR,#WR_INSLCD
            MOV      A,#0000010B
            MOVX     @DPTR,A
            POP      DPL
            POP      DPH
            RET

;***** LCD DISPLAY OFF *****

LCD_OFF:    PUSH     DPH
            PUSH     DPL
            LCALL    BUSY_LCD
            MOV      DPTR,#WR_INSLCD
            MOV      A,#0000100B
            MOVX     @DPTR,A
            POP      DPL
            POP      DPH
            RET

;***** LCD DISDLAY ON *****

LCD_ON:     PUSH     DPH
            PUSH     DPL
            LCALL    BUSY_LCD
            MOV      DPTR,#WR_INSLCD
            MOV      A,#0000110B
            MOVX     @DPTR,A
            POP      DPL
            POP      DPH
            RET

```

```

;***** LCD CURSOR ON *****
LCD_BLINK:  PUSH      DPH
            PUSH      DPL
            LCALL     BUSY_LCD
            MOV       DPTR,#WR_INSLCD
            MOV       A,#00001111B
            MOVX     @DPTR,A
            POP       DPL
            POP       DPH
            RET

;***** LCD LEFT SHIFT DISDLAL *****

LCD_LSHF:   PUSH      DPH
            PUSH      DPL
            LCALL     BUSY_LCD
            MOV       DPTR,#WR_INSLCD
            MOV       A,#00011000B
            MOVX     @DPTR,A
            POP       DPL
            POP       DPH
            RET

;***** LCD RIGHT SHIFT DISDLAY*****

LCD_RSHF:   PUSH      DPH
            PUSH      DPL
            LCALL     BUSY_LCD
            MOV       DPTR,#WR_INSLCD
            MOV       A,#00011100B
            MOVX     @DPTR,A
            POP       DPL
            POP       DPH
            RET

;***** SET LCD ADDRESS *****

SET_ADDR_LCD: PUSH DPL
              PUSH      DPH
              LCALL     BUSY_LCD
              MOV       DPTR,#WR_INSLCD
              MOV       A,LCD_ADDR
              SETB      ACC.7
              MOVX     @DPTR,A
              POP       DPH
              POP       DPL
              RET

;***** WRITE CHARACTER TO SHOW LCD *****

WRCHAR_LCD: PUSH      DPL
            PUSH      DPH
            LCALL     BUSY_LCD
            MOV       A,LCD_DATA
            MOV       DPTR,#WR_DATLCD
            MOVX     @DPTR,A
            POP       DPH
            POP       DPL

```

```

;***** WRITE LINE OF 8 CHARACTER FROM ROM *****

WRLINE_LCD: MOV      R0,#00H
WRLINE_LCD_1:CLR     A
                MOV   A,@A+DPTR
                PUSH  DPH
                PUSH  DPL
                LCALL BUSY_LCD
                MOV   DPTR,#WR_DATLCD
                MOVX  @DPTR,A
                POP   DPL
                POP   DPH
                INC   DPTR
                INC   R0
                CJNE  R0,#10H,WRLINE_LCD_1
                CALL  LCD_ON
                RET

;***** DELAY TIME *****

LCD_DELAY:  MOV   R7,#002
LCD_DELAY_1:MOV  R6,#0E6H
LCD_DELAY_2: NOP
                NOP
                DJNZ R6,LCD_DELAY_2
                DJNZ R7,LCD_DELAY_1
                RET

DELAY_200uS: MOV   R7,#064H
                DJNZ R7,$
                RET

DELAY_15ms :  MOV   7,#015
DELAY_15ms_1:MOV  6,#0E6H
DELAY_15ms_2: NOP
                NOP
                DJNZ R6,DELAY_15ms_2
                DJNZ R7,DELAY_15ms_1
                RET

DELAY_100ms: MOV   7,#100
DELAY_100ms_1:MOV  6,#0E6H
DELAY_100ms_2: NOP
                NOP
                DJNZ R6,DELAY_100ms_2
                DJNZ R7,DELAY_100ms_1
                RET

DELAY_500ms: MOV   5,#05
DELAY_500ms_1:CALL  DELAY_100ms
                DJNZ R5,DELAY_500ms_1
                RET

DELAY_1s:    MOV   5,#010
DELAY_1s_1:  CALL  DELAY_100ms
                DJNZ R5,DELAY_1s_1
                RET

```

```

;***** TITLE ALL *****
TITLE_1:          DB          ' WATER VEDING '
TITLE_2:          DB          ' AUTO. MACHINE '
TITLE_11:         DB          ' Thank You '
TITLE_12:         DB          ' See You Again '
TITLE_13:         DB          ' Insert Coin '
TITLE_14:         DB          ' Coin 1 Bath '
TITLE_15:         DB          ' Coin 5 Bath '
TITLE_16:         DB          ' Coin 10 Bath '
TITLE_17:         DB          'No Water.. Sorry'
TITLE_19:         DB          '
TITLE_20:         DB          'No Change Coin '
TITLE_21:         DB          'Coin 1,5 Bath '
TITLE_23:         DB          ' Coin Bath '
TITLE_24:         DB          'Press any key...
TITLE_25:         DB          ' Bath '
TITLE_26:         DB          ' Insert Bottle '
TITLE_27:         DB          ' Return Coin '
TITLE_28:         DB          ' Thank You '
TITLE_29:         DB          ' Water 0.6 Lite '
TITLE_30:         DB          ' Water 1.3 Lite '
TITLE_31:         DB          ' Water 2 Lite '
TITLE_32:         DB          ' Water 2.7 Lite '
TITLE_33:         DB          ' Water 3.4 Lite '
TITLE_34:         DB          ' Water 4.1 Lite '
TITLE_35:         DB          ' Water 4.8 Lite '
TITLE_36:         DB          ' Water 5.5 Lite '
TITLE_37:         DB          ' Water 6.2 Lite '
TITLE_38:         DB          ' Water 6.9 Lite '
TITLE_39:         DB          ' Water 7.6 Lite '
TITLE_40:         DB          ' Water 8.3 Lite '
TITLE_41:         DB          ' Water 9 Lite '
TITLE_42:         DB          ' Water 9.7 Lite '
TITLE_43:         DB          ' Water 10.4Lite '
TITLE_44:         DB          ' Water 11.1Lite '
TITLE_45:         DB          ' Water 11.8Lite '
TITLE_46:         DB          ' Water 12.5Lite '
TITLE_47:         DB          ' Water 13.2Lite '
TITLE_48:         DB          ' Water 13.9Lite '
TITLE_49:         DB          ' Water 14.6Lite '
TITLE_50:         DB          ' Water 15.3Lite '
TITLE_51:         DB          ' Water 16 Lite '
TITLE_52:         DB          ' Water 16.7Lite '
TITLE_53:         DB          ' Water 17.4Lite '
TITLE_54:         DB          ' Water 18.1Lite '
TITLE_55:         DB          ' Please confirm '
END

```

รูปที่ ค.13 โปรแกรมการทำงานของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

1. ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. R 1 k Ω	3 ตัว
2. R 810 k Ω	1 ตัว
3. R 100 k Ω	1 ตัว
4. R 2.2 k Ω	1 ตัว
5. C 1 μ F 16 V	1 ตัว
6. C 0.01 μ F 50 V	1 ตัว
7. 2SC458	1 ตัว
8. OPTO H11A1	1 ตัว
9. 74HC191	2 ตัว
10. NE555	1 ตัว

2. ภาคตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. R 3.9 k Ω	1 ตัว
2. R 12 k Ω	1 ตัว
3. R 1.5 k Ω	2 ตัว
4. R 1 k Ω	1 ตัว
5. R 56 k Ω	1 ตัว
6. R 51 k Ω	1 ตัว
7. R 5 k Ω	1 ตัว
8. R 22 k Ω	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

รายการอุปกรณ์	จำนวน
9. R 10 k Ω	1 ตัว
10. C 2.2 μ F 16 V	2 ตัว
11. C 0.1 μ F 50 V	1 ตัว
12. C 0.001 μ F 50 V	1 ตัว
13. C 0.033 μ F 50 V	1 ตัว
14. C 0.47 μ F 16 V	1 ตัว
15. C 150 pF 50 V	1 ตัว
16. L 0.33 mH	2 ตัว
17. 1N4148	3 ตัว
18. BC237B	2 ตัว
19. 2SC458	1 ตัว
20. ADC0801	1 ตัว

3. ภาคสวิตช์เลือกจำนวนเงิน

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. R 100 k Ω	4 ตัว
2. R 33 k Ω	4 ตัว
3. C 10 μ F	4 ตัว
4. 74LS14	1 ตัว
5. Switch	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

4. ภาคขับเคลื่อนมอเตอร์

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. R 220 kΩ	8 ตัว
2. R 330 kΩ	4 ตัว
3. R 1.5 kΩ	4 ตัว
4. 1N4001	4 ตัว
5. BD139	4 ตัว
6. LED	4 ตัว
7. OPTO PC817	4 ตัว
8. Stepper Motor	1 ตัว

5. ภาคขับโซลินอยล์และโซลินอยล์วาล์ว

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. R 2.2 kΩ	1 ตัว
2. 1N4001	1 ตัว
3. TIP110	1 ตัว
4. Solenoid 12 V	2 ตัว
5. Solenoid Valve	1 ตัว
6. Relay 12 V	2 ตัว
7. Pump 220 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

6.ภาคสวิตช์เลือกจำนวนเงิน

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. IC 74C923	1 ตัว
2. IC 74LS04	1 ตัว
3. C 1uF	1 ตัว
4. C 10uF	1 ตัว

7.ภาควัดปริมาตรอัตราการไหลของน้ำ

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. หรีดสวิตช์	1 ตัว
2. แม่เหล็ก	1 ตัว
3. มิเตอร์น้ำ	1 ตัว

8.ภาคตรวจสอบน้ำในถัง

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. 2SC458	2 ตัว
2. IC 74LS04	1 ตัว
3. R 5 k Ω	2 ตัว
4. R 1 k Ω	1 ตัว
5. LED	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

9. ภาคจ่ายไฟ

รายการอุปกรณ์	จำนวน
1. R 100 k Ω	1 ตัว
2. R 10 Ω /5W	1 ตัว
3. C 10 μ F 16 V	1 ตัว
4. C 0.1 μ F 50 V	1 ตัว
5. C 4007 μ F 50 V	1 ตัว
6. Bridge Diode 100V/6V	1 ตัว
7. Zener Diode 7.5 V	1 ตัว
8. LM 7805	1 ตัว
9. 7812CT	1 ตัว
10. TIP2955	1 ตัว
11. Tranformer 12-0 V / 3 A	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



November 1999

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS800A derivative control bus with TRI-STATE[®] output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

Differential analog voltage inputs allow increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

- Compatible with 8080 μ P derivatives—no interfacing logic needed - access time - 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

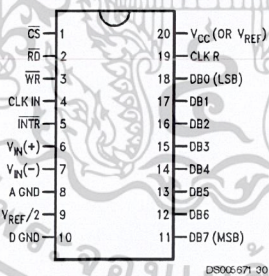
- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC} , 2.5 V_{DO} , or analog span adjusted voltage reference

Key Specifications

- Resolution 8 bits
- Total error $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time 100 μ s

Connection Diagram

ADC080X
Dual-In-Line and Small Outline (SO) Packages



See Ordering Information

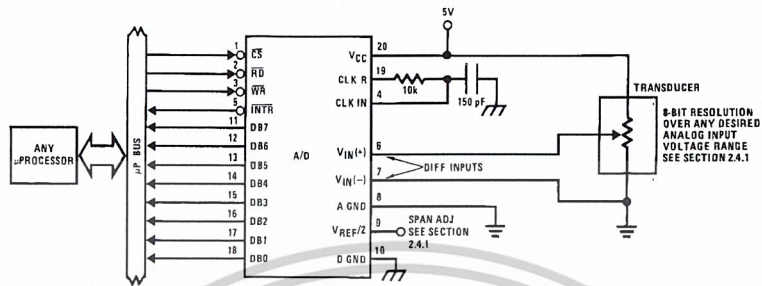
Ordering Information

TEMP RANGE		0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	-40°C TO +85°C
ERROR	$\pm 1/4$ Bit Adjusted			ADC0801LCN
	$\pm 1/2$ Bit Unadjusted	ADC0802LCWM		ADC0802LCN
	$\pm 1/2$ Bit Adjusted			ADC0803LCN
	± 1 Bit Unadjusted	ADC0804LCWM	ADC0804LCN	ADC0805LCN/ADC0804LCJ
PACKAGE OUTLINE		M20B—Small Outline	N20A—Molded DIP	

TRI STATE[®] is a registered trademark of National Semiconductor Corp.
Z 80[®] is a registered trademark of Zilog Corp.

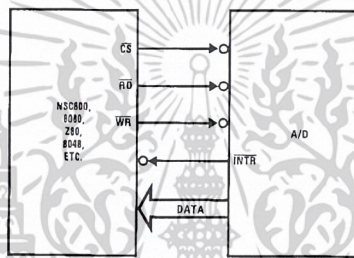
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications



DS005671 1

8080 Interface



DS005671 31

Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)

Part Number	Full-Scale Adjusted	V _{REF/2} =2.500 V _{DC} (No Adjustments)	V _{REF/2} =No Connection (No Adjustments)
ADC0801	±1/4 LSB		
ADC0802		±1/2 LSB	
ADC0803	±1/2 LSB		
ADC0804		±1 LSB	
ADC0805			±1 LSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1, 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Logic Control Inputs	-0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	-0.3V to ($V_{CC}+0.3V$)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C

Infrared (15 seconds)	220°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation at $T_A=25^\circ\text{C}$	875 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	800V

Operating Ratings (Notes 1, 2)

Temperature Range	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$
ADC0804LCJ	-40°C $\leq T_A \leq$ +85°C
ADC0801/02/03/05LCN	-40°C $\leq T_A \leq$ +85°C
ADC0804LCN	0°C $\leq T_A \leq$ +70°C
ADC0802/04LCWM	0°C $\leq T_A \leq$ +70°C
Range of V_{CC}	4.5 V_{DC} to 6.3 V_{DC}

Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC}=5 V_{DC}$, $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ and $f_{CLK}=640$ kHz unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/4$	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2=2.500 V_{DC}$			$\pm 1/2$	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/2$	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2=2.500 V_{DC}$			± 1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$ -No Connection			± 1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05	2.5	8.0		k Ω
	ADC0804 (Note 9)	0.75	1.1		k Ω
Analog Input Voltage Range	(Note 4) V(+) or V(-)	Gnd-0.05		$V_{CC}+0.05$	V_{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB
Power Supply Sensitivity	$V_{CC}=5 V_{DC} \pm 10\%$ Over Allowed $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ Voltage Range (Note 4)		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC}=5 V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T_C	Conversion Time	$f_{CLK}=640$ kHz (Note 6)	103		114	μs
T_C	Conversion Time	(Notes 5, 6)	66		73	$1/f_{CLK}$
f_{CLK}	Clock Frequency	$V_{CC}=5V$, (Note 5)	100	640	1460	kHz
	Clock Duty Cycle		40		60	%
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	\overline{INTR} tied to \overline{WR} with $\overline{CS}=0 V_{DC}$, $f_{CLK}=640$ kHz	8770		9708	conv/s
$t_{W(WR)L}$	Width of \overline{WR} Input (Start Pulse Width)	$\overline{CS}=0 V_{DC}$ (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of \overline{RD} to Output Data Valid)	$C_L=100$ pF		135	200	ns
t_{TH}, t_{OH}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of \overline{RD} to Hi-Z State)	$C_L=10$ pF, $R_L=10k$ (See TRI-STATE Test Circuits)		125	200	ns
t_{WI}, t_{RI}	Delay from Falling Edge of \overline{WR} or \overline{RD} to Reset of \overline{INTR}			300	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Continued)						
The following specifications apply for $V_{CC}=5 V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ unless otherwise specified.						
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF
CONTROL INPUTS [Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately]						
$V_{IN}(1)$	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC}=5.25 V_{DC}$	2.0		15	V_{DC}
$V_{IN}(0)$	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC}=4.75 V_{DC}$			0.8	V_{DC}
$I_{IN}(1)$	Logical "1" Input Current (All Inputs)	$V_{IN}=5 V_{DC}$		0.005	1	μA_{DC}
$I_{IN}(0)$	Logical "0" Input Current (All Inputs)	$V_{IN}=0 V_{DC}$	-1	-0.005		μA_{DC}
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_{T+}	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_{T-}	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis (V_{T+})-(V_{T-})		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
$V_{OUT}(0)$	Logical "0" CLK R Output Voltage	$I_O=360 \mu A$ $V_{CC}=4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}
$V_{OUT}(1)$	Logical "1" CLK R Output Voltage	$I_O=-360 \mu A$ $V_{CC}=4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND INTR						
$V_{OUT}(0)$	Logical "0" Output Voltage Data Outputs	$I_{OUT}=1.6 mA, V_{CC}=4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}
	INTR Output	$I_{OUT}=1.0 mA, V_{CC}=4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}
$V_{OUT}(1)$	Logical "1" Output Voltage	$I_O=-360 \mu A, V_{CC}=4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
$V_{OUT}(1)$	Logical "1" Output Voltage	$I_O=-10 \mu A, V_{CC}=4.75 V_{DC}$	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	$V_{OUT}=0 V_{DC}$ $V_{OUT}=5 V_{DC}$	-3		3	μA_{DC}
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, $T_A=25^\circ C$	4.5	6		mA_{DC}
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC} , $T_A=25^\circ C$	9.0	16		mA_{DC}
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current)	$f_{CLK}=640 kHz$, $V_{REF}/2=NC, T_A=25^\circ C$ and $\overline{CS}=5V$				
	ADC0801/02/03/04LCJ/05			1.1	1.8	mA
	ADC0804LCN/LCWM			1.9	2.5	mA
<p>Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.</p> <p>Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the D Gnd.</p> <p>Note 3: A zener diode exists, internally, from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of $7 V_{DC}$.</p> <p>Note 4: For $V_{IN}(-) \geq V_{IN}(+)$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause this input diode to conduct—especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. The spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{DC} to 5 V_{DC} input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.950 V_{DC} over temperature variations, initial tolerance and loading.</p> <p>Note 5: Accuracy is guaranteed at $f_{CLK} = 640 kHz$. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.</p> <p>Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched, see Figure 4 and section 2.0.</p>						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Continued)

Note 7: The \overline{CS} input is assumed to bracket the \overline{WR} strobe input and therefore timing is dependent on the \overline{WR} pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the \overline{WR} pulse (see timing diagrams).

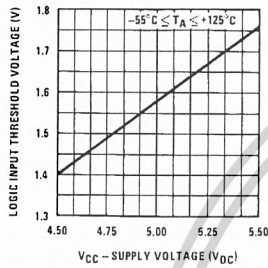
Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and Figure 7.

Note 9: The $V_{REF}/2$ pin is the center point of a two-resistor divider connected from V_{CC} to ground. In all versions of the ADC0801, ADC0802, ADC0803, and ADC0805, and in the ADC0804LCJ, each resistor is typically 16 k Ω . In all versions of the ADC0804 except the ADC0804LCJ, each resistor is typically 2.2 k Ω .

Note 10: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

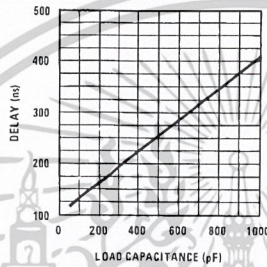
Typical Performance Characteristics

Logic Input Threshold Voltage vs. Supply Voltage



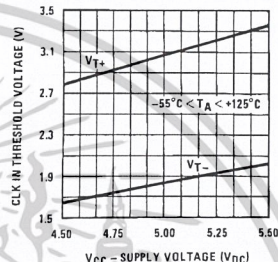
DS006671 38

Delay From Falling Edge of RD to Output Data Valid vs. Load Capacitance



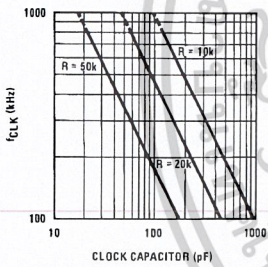
DS006671 39

CLK IN Schmitt Trip Levels vs. Supply Voltage



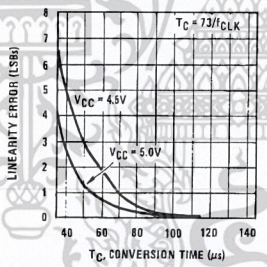
DS006671 40

f_{CLK} vs. Clock Capacitor



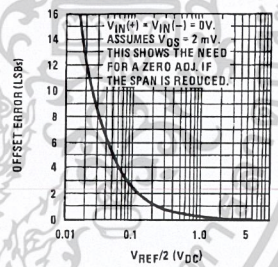
DS006671 41

Full-Scale Error vs Conversion Time



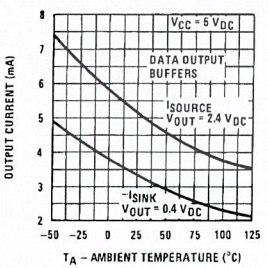
DS006671 42

Effect of Unadjusted Offset Error vs. V_{REF/2} Voltage



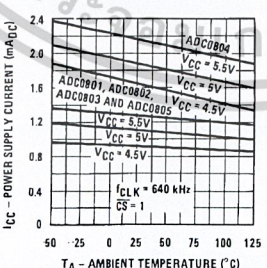
DS006671 43

Output Current vs Temperature



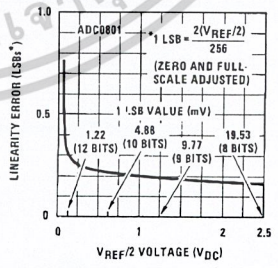
DS006671 44

Power Supply Current vs Temperature (Note 9)



DS006671 45

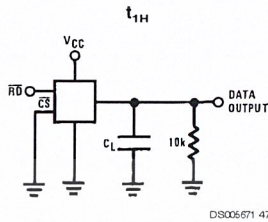
Linearity Error at Low V_{REF/2} Voltages



DS006671 46

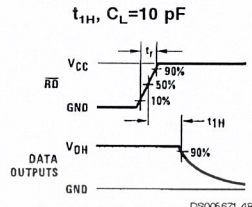
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRI-STATE Test Circuits and Waveforms

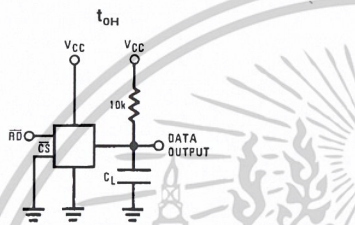


DS006671 47

$t_1 = 20 \text{ ns}$

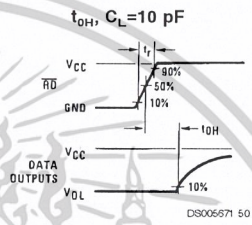


DS006671 48



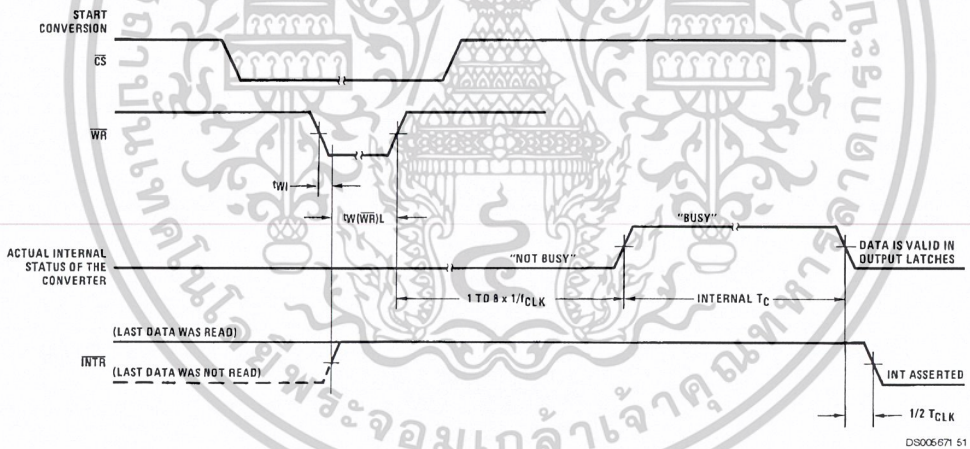
DS006671 49

$t_1 = 20 \text{ ns}$



DS006671 50

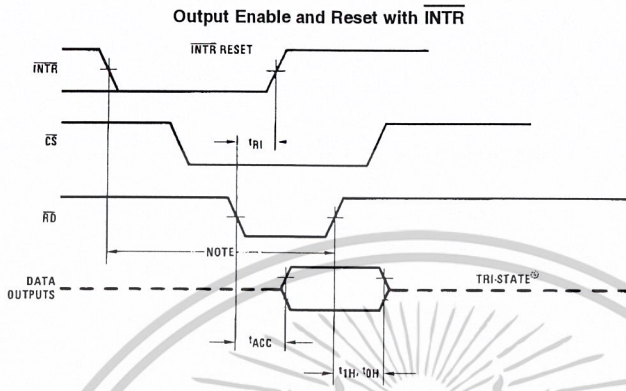
Timing Diagrams (All timing is measured from the 50% voltage points)



DS006671 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

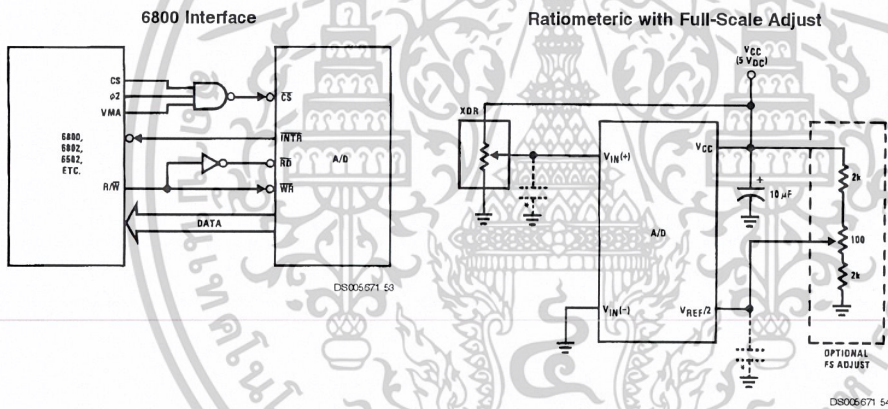
Timing Diagrams (All timing is measured from the 50% voltage points) (Continued)



Note: Read strobe must occur 8 clock periods ($8/T_{CLK}$) after assertion of interrupt to guarantee reset of \overline{INTR} .

DS006671 52

Typical Applications



Note: before using caps at V_{IN} or $V_{REF}/2$, see section 2.3.2 Input Bypass Capacitors.

DS006671 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

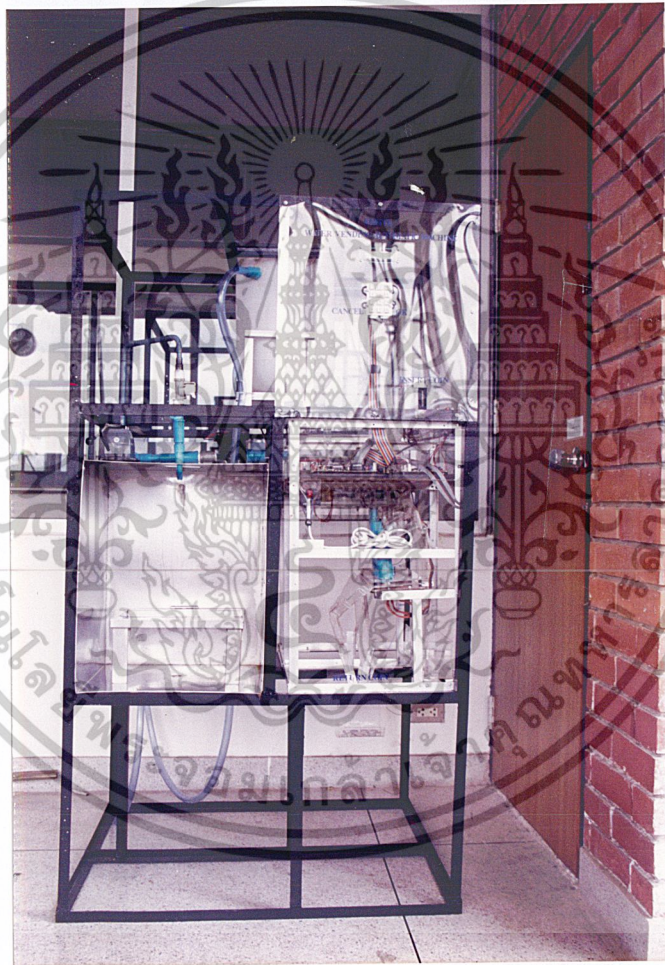


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

WATER VENDING AUTOMATEC MACHINE



รูปที่ ๑.1 ด้านหน้าของเครื่องจำหน่ายน้ำดื่มอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ความหมายของจอแสดงผลบน LCD

1.1) หน้าจอแสดง	WATER VENDING AUTO. MACHINE	หมายถึงเครื่องเปิดให้บริการ
1.2) หน้าจอแสดง	No Water...Sorry Can not service	หมายถึงตอนนี้เครื่องไม่มีน้ำ ไม่เปิดให้บริการ
1.3) หน้าจอแสดง	No Change Coin Can not service	หมายถึงตอนนี้เครื่องไม่มี เหรียญทอนไม่เปิดให้บริการ
1.4) หน้าจอแสดง	Please any key	หมายถึงให้กดคีย์จำนวนเงิน
1.5) หน้าจอแสดง	Please confirm	หมายถึงให้กดคีย์เพื่อยืนยันว่า จำนวนเงินนั้นถูกต้อง
1.6) หน้าจอแสดง	Water 0.6 Lite Insert Bottle	หมายถึงบอกจำนวนน้ำที่จะได้ รับ และให้นำขวดหรือถังมาใส่น้ำ
1.7) หน้าจอแสดง	Return Coin	หมายถึงคืนเหรียญ
1.8) หน้าจอแสดง	Coin no Enough	หมายถึงจำนวนเงินที่หยอด ไม่พอกับจำนวนเงินที่กด
1.9) หน้าจอแสดง	Water stop for Convert Buttle	หมายถึงหยุดจ่ายน้ำเพื่อ เปลี่ยนขวดน้ำ
1.10) หน้าจอแสดง	See You Again Thank You	หมายถึงขอบคุณแล้วพบกัน ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วิธีใช้เครื่อง

2.1) หยอดเหรียญที่ช่องหยอดเหรียญที่จอ LCD แสดงเงินที่หยอด และแสดง Press any key ให้กดคีย์

2.2) กดคีย์จำนวนเงินที่ต้องการ

2.3) กดปุ่ม “#” (OK) 1 ครั้ง และจอ LCD แสดง Please confirm หรือกดปุ่ม “*” (Cancel)

1 ครั้ง เพื่อเปลี่ยนจำนวนเงินที่ต้องการ หรือกดปุ่ม “*” (Cancel) 1 ครั้ง เครื่องจะคืนเหรียญที่ช่องคืนเหรียญ

2.4) กดปุ่ม “#” (OK) 1 ครั้ง เพื่อยืนยันว่าคุณต้อง (เครื่องจะทอนเงินถ้าเงินที่หยอดมากกว่ากดคีย์ หรือถ้าเงินที่กดมากกว่าเงินที่หยอดเครื่องจะคืนเงินที่หยอดที่ช่องคืนเหรียญ) จอ LCD แสดง Water.....Litte Insert Bottle บอกปริมาณน้ำและให้นำขวดน้ำมารองน้ำ

2.5) กดปุ่ม “#” (OK) 1 ครั้ง เพื่อเปิดโซลินอยส์วาล์วให้จ่ายน้ำ

2.6) กดปุ่ม “STOP” เพื่อหยุดจ่ายน้ำ

2.7) กดปุ่ม “STOP” อีกครั้งเพื่อจ่ายน้ำ

2.8) เมื่อจ่ายน้ำครบจำนวน LCD แสดง See You Again Thank You

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชวลิต ขุนราม. “เครื่องหยอดเหรียญระบบอิเล็กทรอนิกส์”. เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์.

กรุงเทพมหานคร : ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด. 2543. เล่มที่ 205 หน้า 167-170

ชัยวัฒน์ ลิ่มพรจิตรวิไล และวรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

MCS – 51. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด. 2534

ปรีชา อุปคำ พิพัฒน์ วัฒนกุล และภักดี บุญประดิษฐ์. เครื่องแลกเปลี่ยนอัตโนมัติ. ปรียญยานิพนธ์
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานិพนธ์	นายทศพล บุรีก้อง
วัน เดือน ปีเกิด	28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดระยอง
ภูมิลำเนาเดิม	1292 หมู่ 5 ต.นิคมพัฒนา กิ่งอ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง 21180
ที่อยู่ปัจจุบัน	1292 หมู่ 5 ต.นิคมพัฒนา กิ่งอ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง 21180
โทรศัพท์	0-3889-7526
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดชาติพิศุกูด จ.ระยอง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนิคมวิทยา จ.ระยอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคระยอง จ.ระยอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคระยอง จ.ระยอง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ความพยายามอยู่ที่ไหนความสำเร็จอยู่ที่นั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายวิทยา ชาวเพชรดี
วัน เดือน ปีเกิด	25 กันยายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	131 หมู่ 6 ต.บ้านดอน อ.อุทอง จ.สุพรรณบุรี 721160
ที่อยู่ปัจจุบัน	131 หมู่ 6 ต.บ้านดอน อ.อุทอง จ.สุพรรณบุรี 721160
โทรศัพท์	0-3541-7475

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดบ้านกลาง จ.สุพรรณบุรี
มัธยมศึกษา	โรงเรียนอุทองศึกษาลัย จ.สุพรรณบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	โรงเรียนบ้านโป่งบริหารธุรกิจ-เทคโนโลยี จ.ราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
ทุนการศึกษาคณาจารย์	ทำวันนี้ให้ดีกว่าเมื่อวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นายจิระศักดิ์ พึ่งจันทัก
วัน เดือน ปีเกิด	8 ตุลาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	29/80 ต.สามกอ อ.เสนา จ.พระนครศรีอยุธยา 13110
ที่อยู่ปัจจุบัน	209/2 หมู่ 2 ต.ศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ 6100
โทรศัพท์	0-1727-6677

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอัสสละปิยวิทย์วิทยาลัย จ.กรุงเทพมหานคร
มัธยมศึกษา	โรงเรียนราษฎร์บำรุงศิลป์ จ.พระนครศรีอยุธยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	โรงเรียนเทคโนโลยีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี จ.อุทัยธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ผลงานที่ได้รับ

-

ทุนการศึกษา

-

คติพจน์

ปัญหาทุกอย่างสามารถแก้ไขได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้