



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

Automatic Coin Selecting and Counting Machine

ชื่อนักศึกษา 1. นายกมล อุดมโกชน์ รหัสประจำตัว 43035244
 2. นายศุภชัย คลังทอง รหัสประจำตัว 43035273
 3. นายชนพล ปัญญา รหัสประจำตัว 43035277
 4. นายอิทธิพล งามพร้อม รหัสประจำตัว 43035282

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พงษ์เกียรติ เศรษฐพิทักษ์สกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ปิยะ สุภวาราสวัสดิ์

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุชิน อางหาญ	
2. อาจารย์ปิยะ สุภวาราสวัสดิ์	
3. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
4. อาจารย์พงษ์เกียรติ เศรษฐพิทักษ์สกุล	
5. อาจารย์โกศล ตราฐ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2545 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.317 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.



ภาควิชารับรองแล้ว
 ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 11 เดือน ๓๓ พ.ศ. ๒๕๔๕



<BT4401212>

เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาบัตร

เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

AUTOMATIC COIN SELECTING AND COUNTING MACHINE



นายกมล	อุดมโกชน์
นายสุภชัย	คลังทอง
นายธนพล	ปัญญาท
นายอิทธิพล	งามพร้อม

พ.ศ.
๒๕๔๕
๒๕๔๕

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...43197
วัน, เดือน, ปี...๒๖ ก.ค. ๒๕๔๕

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

ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา ๒๕๔๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใดๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาบัตร

เรื่อง เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

Automatic Coin Selecting and Counting Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้ในการปั่นเหรียญและโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผล
2. เพื่อออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้ในการปั่นเหรียญและการแสดงผล
3. เพื่อสร้างเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
4. เพื่อทดลองเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจทฤษฎีและหลักการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้ในการปั่นเหรียญและโปรแกรมที่ใช้ในการแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
2. ได้ค้นแบบและโปรแกรมการออกแบบเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
3. สามารถสร้างเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
5. สามารถนำเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติไปใช้งานได้จริง

ชื่อหัวข้อ	เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายกมล อุดมโกชน์ นายศุภชัย คลังทอง นายชนพล ปัญญา นายอิทธิพล งามพร้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ สุภวราสุวรรณ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปฏิญานិพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงการเรื่องเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแยกเหรียญ จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อนให้เหรียญไหลลงในช่องที่กำหนดไว้ที่ละเหรียญ ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการนับจำนวนเหรียญ ใช้หลักการตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด แสดงผลที่จอแสดงผลเจ็ดส่วน และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องทั้งหมด

II

Thesis	Automatic Coin Selecting and Counting Machine	
Students	Mr.Kamon	Udomphot
	Mr.Supphachai	K1lungthong
	Mr.Thanaphon	Phansat
	Mr.Itthiphon	Ngamphrom
Advisor	Mr.Pongkiat	Chedpitaksakul
Co-Advisor	Mr.Piya	Supavarasuwat
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2001	

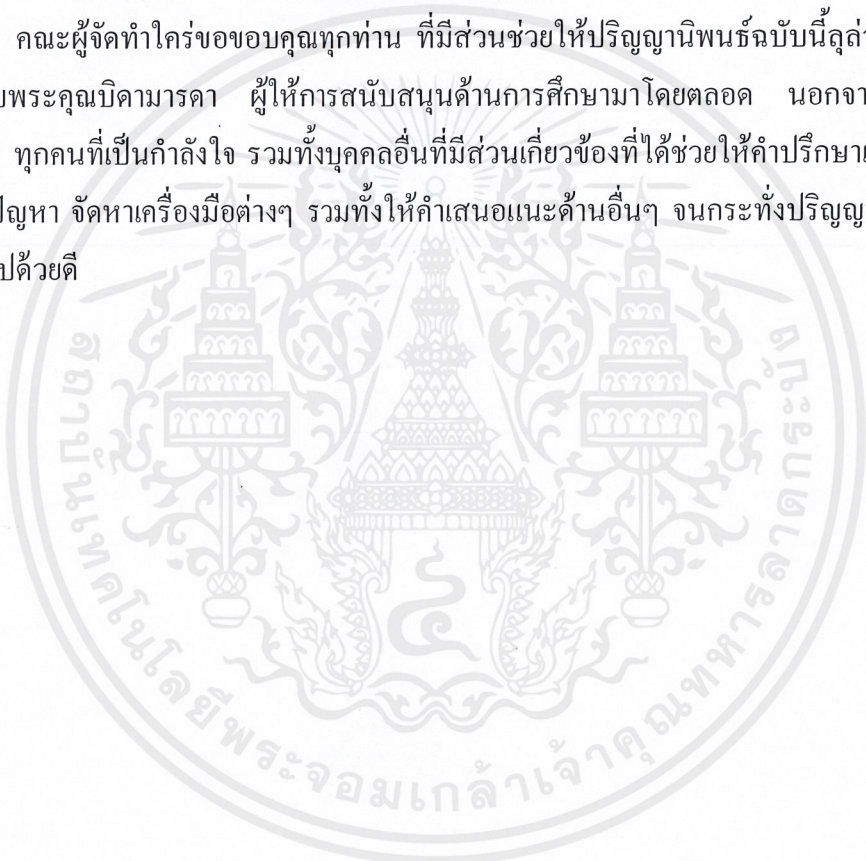
ABSTRACT

This thesis presents the project of Automatic Coin Selecting and Counting Machine. This project consists of two main part which are coin selector and coin counter. The coin selector use DC motor for selecting coin from the other and drop to the guide. The second part use infrared sensor to check a diameter of coin. Display by 7-segment and working control by microcontroller MCS-51.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์ปิยะ สุภวราสุวัฒน์ และอาจารย์พงษ์เกียรติ เศรษฐพิทักษ์สกุลที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาในการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดี รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานการใช้สถานที่เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการจัดทำปริญญาานิพนธ์

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณบิดามารดา ผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาโดยตลอด นอกจากนี้ขอขอบใจเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจ รวมทั้งบุคคลอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหา จัดหาเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งให้คำแนะนำด้านอื่นๆ จนกระทั่งปริญญาานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญญานิพนธ์	1
1.2 ชี้ดความสามารถของ โครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ	3
2.2.1 โฟโตไดโอด	3
2.2.2 แบบจำลองของวงจร โฟโตไดโอด	5
2.2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์	7
2.2.4 โฟโตเซนเซอร์	9
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	10
2.3.1 หลักการของมอเตอร์	10
2.3.2 แรงดันไฟฟ้าต้านกลับ	12
2.3.3 คุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	13
2.3.4 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	18
2.3.5 การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยวิธีการลดแรงดันไฟฟ้าหรือการควบคุม แรงดันไฟฟ้า	19
2.3.6 ระบบควบคุมความเร็ว	19
2.3.7 การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมความเร็ว	20

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.8 ระบบควบคุมแรงบิด	21
2.3.9 แอมพลิไฟเออร์ที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแรงดันและกระแส	21
2.3.10 การเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอเตอร์	21
2.3.11 การหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดในการเลือกขนาดของมอเตอร์	23
2.4 ระบบเซอร์โว	24
2.4.1 ระบบเกียร์	24
2.4.2 เฟือง	25
2.4.3 ความแข็งแรงของฟันเฟือง	25
2.4.4 โซ่	26
2.4.5 ระบบสายพานและคานงัด	26
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	27
2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	27
2.5.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	28
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	31
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	31
3.2 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่อง	32
3.3 การออกแบบช่องรับเหรียญ	33
3.4 การออกแบบสายพานลำเลียง	34
3.5 จานป้อน	35
3.6 รางแยกเหรียญ	35
3.7 การออกแบบมอเตอร์ดึงเหรียญ	36
3.8 การออกแบบโครงสร้างเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	37
3.9 แหล่งจ่ายไฟ	37
3.10 สวิตช์ควบคุมสายพานลำเลียงเหรียญ	38
3.11 วงจรหน่วงสายพานลำเลียง	39
3.12 วงจรตรวจจับข้อผิดพลาด	39
3.13 วงจรตรวจจับเหรียญผ่าน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.14 วงจรตรวจจับการนับเหรียญ	40
3.15 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	41
3.16 วงจรแสดงผล	42
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	43
4.1 กล่าวนำ	43
4.2 การทดลองของช่องรับเหรียญ	43
4.3 การทดลองรางลำเลียงเหรียญ	44
4.4 การทดลองงานป้อนเหรียญ	45
4.5 การทดลองสวิตช์ควบคุมสายพานลำเลียงเหรียญ	46
4.6 การทดลองมอเตอร์ตั้งเหรียญ	47
4.7 การทดลองรางแยกเหรียญ	49
4.8 การทดลองตัวตรวจจับการนับเหรียญ	51
4.9 การทดลองแยกเหรียญ	52
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	54
5.1 บทสรุป	54
5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข	54
5.3 แนวทางการพัฒนา	55
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	56
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	60
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และ โปรแกรม	69
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	75
ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	80
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	99
บรรณานุกรม	103
ประวัติผู้แต่ง	104

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการเทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ	43
ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองการเทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ	44
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองสายพานลำเลียงเหรียญ	45
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองจานป้อนเหรียญ	46
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองสวิทช์ควบคุมสายพานลำเลียงเหรียญ	47
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองแรงดันที่ใช้กับมอเตอร์ดิ่งเหรียญ	48
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองมอเตอร์ดิ่งเหรียญกับรางที่แรงดัน 15 โวลต์	48
ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองมอเตอร์ดิ่งเหรียญกับรางที่แรงดัน 20 โวลต์	48
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองมอเตอร์ดิ่งเหรียญกับรางที่แรงดัน 25 โวลต์	49
ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองรางแยกเหรียญ	50
ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองการตรวจนับการนับเหรียญ	51
ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองการแยกเหรียญชนิดเดียวกัน	52
ตารางที่ 4.12 ผลการแยกเหรียญคละชนิดกัน	53

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด	3
รูปที่ 2.2 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด	4
รูปที่ 2.3 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	4
รูปที่ 2.4 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและการขยายบริเวณดีฟิชั่นให้มากขึ้น	6
รูปที่ 2.5 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน	7
รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด	7
รูปที่ 2.7 วงจรไบอัสสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์	8
รูปที่ 2.8 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ	8
รูปที่ 2.9 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง	9
รูปที่ 2.10 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน	10
รูปที่ 2.11 ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าและวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก	11
รูปที่ 2.12 ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ	12
รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสในอาร์มาเจอร์	14
รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสในอาร์มาเจอร์	14
รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิด	15
รูปที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสในอาร์มาเจอร์	15
รูปที่ 2.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสในอาร์มาเจอร์	16
รูปที่ 2.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิด	17
รูปที่ 2.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิด และแรงบิดกับกระแส อาร์มาเจอร์	17
รูปที่ 2.20 วงจรการใช้ตัวต้านทานเป็นสตาร์ทเตอร์	18
รูปที่ 2.21 วงจรการต่อสตาร์ทเตอร์แบบการลดแรงดันไฟฟ้า	19
รูปที่ 2.22 ระบบการคัปปลิงของเกียร์	25
รูปที่ 2.23 ลักษณะการขั้วกันของเฟือง	26
รูปที่ 2.24 ระบบกวี้นและสายพาน	27
รูปที่ 2.25 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์	28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	31
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของโปรแกรม	32
รูปที่ 3.3 ช่องรับเหรียญ	33
รูปที่ 3.4 การยึดช่องรับเหรียญกับรางลำเลียง	33
รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบของสายพานลำเลียง	34
รูปที่ 3.6 จานป้อน	35
รูปที่ 3.7 รางแยกเหรียญ	36
รูปที่ 3.8 มอเตอร์ดึงเหรียญ	36
รูปที่ 3.9 โครงสร้างเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	37
รูปที่ 3.10 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	38
รูปที่ 3.11 การต่อสวิตช์ควบคุม	38
รูปที่ 3.12 วงจรหน่วงสายพานลำเลียง	39
รูปที่ 3.13 การติดตั้งตัวตรวจจับข้อผิดพลาด	40
รูปที่ 3.14 วงจรตรวจจับเหรียญผ่าน	40
รูปที่ 3.15 วงจรตรวจจับการนับเหรียญ	41
รูปที่ 3.16 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	41
รูปที่ 3.17 วงจรแสดงผล	42
รูปที่ 4.1 ความเอียงของรางแยกเหรียญทั้ง 2 มุม	49
รูปที่ 4.2 วงจรตัวตรวจจับการนับเหรียญ	51
รูปที่ ก.1 เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	57
รูปที่ ก.2 ด้านหน้าของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	57
รูปที่ ก.3 จานป้อนและช่องรับเหรียญ	58
รูปที่ ก.4 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคตรวจจับการนับเหรียญและแสดงผล	58
รูปที่ ก.5 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคสวิตช์ควบคุมการทำงานของเครื่อง	59
รูปที่ ก.6 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟ	59
รูปที่ ข.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	61
รูปที่ ข.2 วงจรหน่วงสายพานลำเลียง	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.3 วงจรตรวจจับเหรียญผ่าน	61
รูปที่ ข.4 วงจรตรวจจับการนับเหรียญ	62
รูปที่ ข.5 วงจรภาคควบคุมหลัก	62
รูปที่ ข.6 วงจรภาคแสดงผล	63
รูปที่ ข.7 ลายวงจรพิมพ์ของภาคจ่ายไฟ	64
รูปที่ ข.8 การวางอุปกรณ์ของภาคจ่ายไฟ	65
รูปที่ ข.9 ลายวงจรพิมพ์ของภาคควบคุมหลัก	66
รูปที่ ข.10 การวางอุปกรณ์ของภาคควบคุมหลัก	66
รูปที่ ข.11 ลายวงจรพิมพ์ของภาคแสดงผลและตรวจจับเหรียญ	67
รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์ของภาคแสดงผลและตรวจจับเหรียญ	68
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	70
รูปที่ ค.2 ผังการทำงานของโปรแกรม	71
รูปที่ ค.3 โปรแกรมการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	74
รูปที่ ฉ.1 เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	100

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

การใช้เหรียญในปัจจุบันยังมีความจำเป็นอยู่มากไม่ว่าจะเป็นการแลกซื้อสินค้าและการใช้เครื่องมืออำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น โทรศัพท์สาธารณะและเครื่องขายสินค้าอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ต้องใช้เหรียญ แต่อย่างไรก็ตามเหรียญที่ได้จากเครื่องอำนวยความสะดวกเหล่านี้ต้องมีการคัดแยกเหรียญอีกทีว่าเป็นเหรียญชนิดใด รวมไปถึงต้องมีการนับจำนวนเหรียญด้วย ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ทำให้เกิดความยุ่งยากและใช้เวลานาน ดังนั้นทางผู้จัดทำได้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ จึงได้จัดทำเครื่องนับและแยกเหรียญอัตโนมัติขึ้นมาเพื่อลดปัญหาและความยุ่งยากดังกล่าว

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติมีขีดความสามารถดังนี้

- 1) สามารถแยกเหรียญได้ 3 ชนิด ได้แก่ เหรียญ 1 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท
- 2) สามารถนับจำนวนเหรียญได้
- 3) สามารถแสดงผลเป็นจำนวนเหรียญทางภาคแสดงผล
- 4) สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
- 5) เมื่อเครื่องขัดข้อง จะมีสัญญาณเตือน
- 6) สามารถถอดประกอบและซ่อมแซมได้ง่าย
- 7) สามารถที่จะนับเหรียญขนาดเดียวได้
- 8) สามารถแยกและนับเหรียญได้ 2,000 เหรียญภายในเวลา 10 นาที

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ กล่าวถึง ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง ระบบควบคุมความเร็ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึง ฝั่งการทำงานของเครื่อง การออกแบบวงจร และการออกแบบระบบกลไก

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึง การทดลองและผลการทดลองของการนับจำนวนเหรียญ การขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรภาคจ่ายไฟ และการทำงานของเครื่อง

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา เป็นการสรุปผลในการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้นและได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

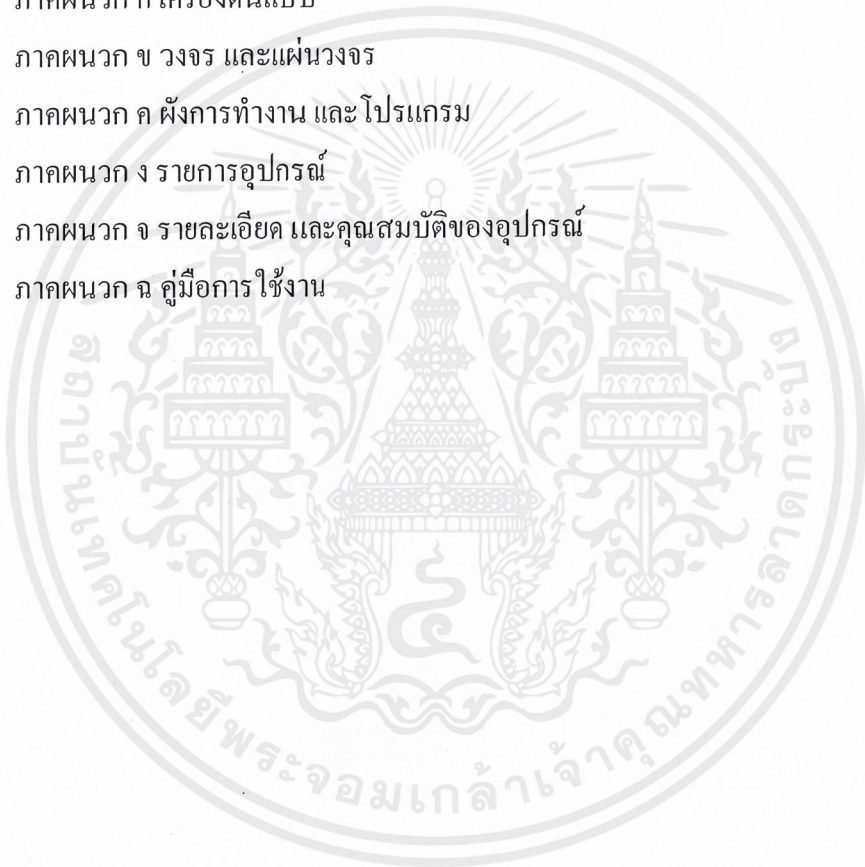
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจร

ภาคผนวก ค ฝั่งการทำงาน และโปรแกรม

ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

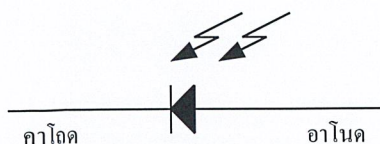
2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริณญาณิพนธ์ในบทนี้กล่าวถึง ทฤษฎีและหลักการของอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ มอเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

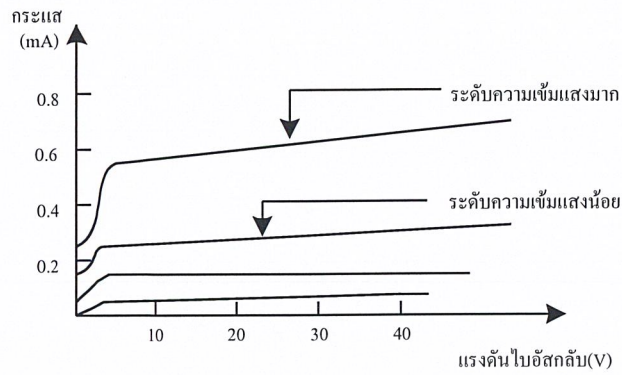
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ

2.2.1 โฟโตไดโอด

เป็นไดโอดรอยต่อ PN ซึ่งรอยต่อ PN สามารถรับแสงได้สะดวก ปกติสร้างจากผลึกเยอรมันเนียมหรือซิลิกอน แต่เพื่อให้ได้กระแสสูงๆ จึงมักใช้ผลึกเยอรมันเนียม ในขณะที่ไดโอดได้รับไบอัสกลับ และรอยต่อไม่ได้รับแสงกระแสที่ไหลผ่านรอยต่อ ก็คือกระแสของรอยต่อ PN ซึ่งในที่นี้เรียกว่า “กระแสรั่วไหล (Dark Current : I_d)” ถ้าเป็นเยอรมันเนียมอาจมีค่าสูงถึง 10 มิลลิแอมป์ แต่สำหรับซิลิกอนจะมีค่าต่ำมากอาจเป็น 20 นาโนแอมป์ ในขณะที่ถ้าหากรอยต่อ PN ได้รับแสงกระตุ้นจากภายนอกจะมีผลทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระ และโฮลเกิดขึ้น พาหะส่วนน้อยนี้จะได้รับอิทธิพลจากสนามไฟฟ้าที่รอยต่อสามารถทำให้เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้ จึงเกิดเป็นกระแสไหลผ่านรอยต่อ ซึ่งเรียกว่า “กระแสโฟโต (Photo Current : I_p)” ดังนั้นขณะที่ไดโอดได้รับแรงดันย้อนกลับ และถูกแสงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอดประมาณ $I_d + I_p$ ค่ากระแสโฟโตจะเพิ่มขึ้นหากรอยต่อได้รับแสงที่มีความเข้มมากขึ้น ในกรณีที่จะนำไปใช้งานที่ความถี่สูง ก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างให้เป็นแบบ P-I-N ไดโอดได้ เพราะโครงสร้างของ P-I-N จะช่วยลดค่าความจุไฟฟ้าที่รอยต่อ และในกรณีที่ต้องการให้ไดโอดมีความไวต่อแสงก็ควรมีเลนส์รวมแสงให้ตกกระทบบที่รอยต่ออย่างเต็มที่ คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของไดโอดนี้จะแสดงดังรูปที่ 2.2

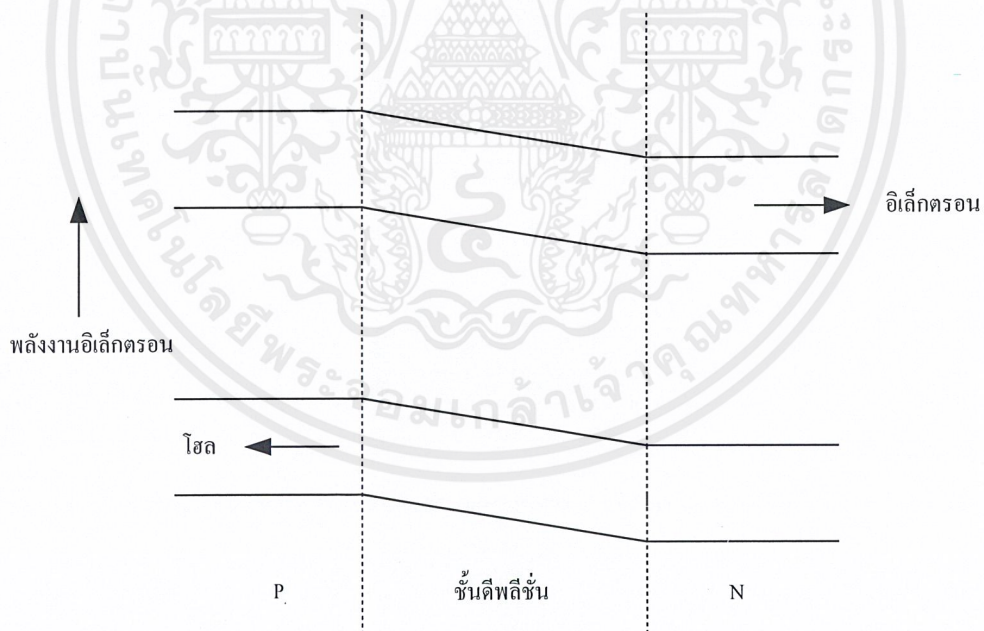


รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด



รูปที่ 2.2 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด

เมื่อสารกึ่งตัวนำได้รับโฟตอนจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน-โฮลซึ่งจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไหลขึ้น นั่นคือเมื่อเกิดการแตกตัวของคู่อิเล็กตรอน-โฮล การแตกตัวจะเกิดบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือบริเวณที่แสงตกกระทบมากๆ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าการกระจายของแสงหรือสนามไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำไดโอดมีลักษณะไม่สม่ำเสมอในบริเวณรอยต่อ PN ที่บริเวณดีพลีชันโดยทั่วไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานต่อตัวโฟโตไดโอดซึ่งควรจัดให้โฟตอนส่วนใหญ่ถูกดูดซับในบริเวณรอยต่อหรือดีพลีชันให้มากที่สุด ตรงความลึกที่โฟตอนจะผ่านไปได้อ่อนจะถูกดูดซับพลังงานแสงที่บริเวณผิวหน้าไป

ส่วนความยาวคลื่นที่ยาวขึ้นจะสามารถผ่านผลึกได้ลึกกว่าดังนั้นเพื่อให้โฟโตไดโอดสามารถตอบสนองต่อช่วงความยาวคลื่นที่กว้างจึงควรมีชั้น P ที่บาง เพื่อให้ความยาวคลื่นสั้นจะเจาะผ่านเข้ามาได้ และมีบริเวณดีพลีชันที่หนาแน่นมากๆ เพื่อให้ได้รับแสงของโฟตอนสูงสุดจากโฟตอนที่มีความยาวคลื่นยาวผ่านความหนาของบริเวณดีพลีชันขึ้นอยู่กับไบอัสกลับและค่าความต้านทานของบริเวณที่มีการแยกตัวของอิเล็กตรอน-โฮล

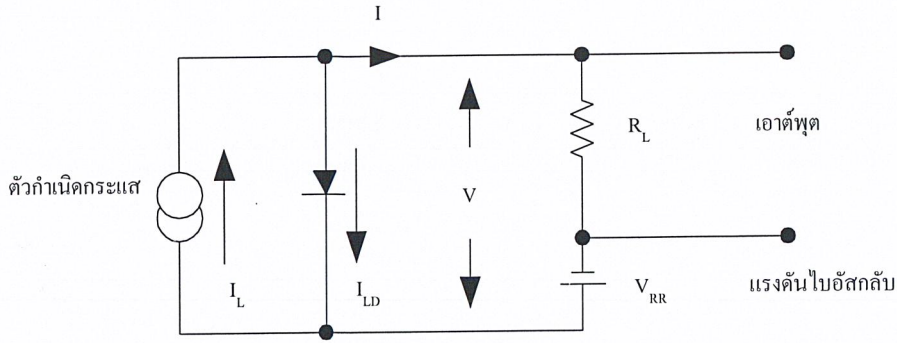
โดยปกติไม่มีการไบอัสกลับก็สามารถเกิดพื้นที่ดีพลีชันได้ ซึ่งสนามที่เกิดขึ้นจากการแพรวพาหะรอยต่อระหว่าง PN การไบอัสกลับจะช่วยเพิ่มสนามและขยายบริเวณดีพลีชันให้มากขึ้นไปอีก

2.2.2 แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอด

แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอดแสดงได้ดังรูปที่ 2.4 ค่ากระแส I_L จะขึ้นอยู่กับบริเวณแสงที่ตัวไดโอดได้รับ ในกรณีไม่มีการให้ไบอัสโฟโตไดโอด กระแส I_L จะทำให้ขั้วแอโนดเป็นบวกเมื่อเทียบกับคาโอด กระแส I_L ส่วนหนึ่งจะไหลกลับผ่านตัวไดโอด การทำงานโดยไม่ให้การไบอัสเรียกว่า “โหมดโฟโตโวลตาอิก (Photo Voltaic Mode)” การทำงานในโหมดโฟโตโวลตาอิกสามารถทำงานได้ทั้งแบบเชิงเส้นและแบบลอการิทึมซึ่งขึ้นอยู่กับค่าโหนดตัวต้านทาน การทำงานของโหมดลอการิทึมจะเกิดขึ้นเมื่อ โหลดมีค่าสูงมากๆ ส่วนการทำงานแบบเชิงเส้นจะเกิดเมื่อโหลดมีความต้านทาน เมื่อเทียบกับความต้านทานไดนามิกส์ของโฟโตไดโอด ค่าศักดาสูงสุดในการทำงานแบบไม่ให้ไบอัส คือ V_L ประมาณ 100 มิลลิโวลต์ ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ ถ้าค่า R_L สูงกว่าจะทำให้มีความไวมากกว่าแต่ช่วงการตอบสนองเชิงเส้นจะลดลง ค่า R_L สูงสุดจะอยู่ในช่วง 5 เมกะโอห์ม ถึง 550 เมกะโอห์ม

การทำงานแบบให้ไบอัสกลับ เรียกว่า โฟโตเคอเรนซ์โหมด (Photocurrent Mode) ซึ่งมีข้อดีกว่าโฟโตโวลตาอิก คือ

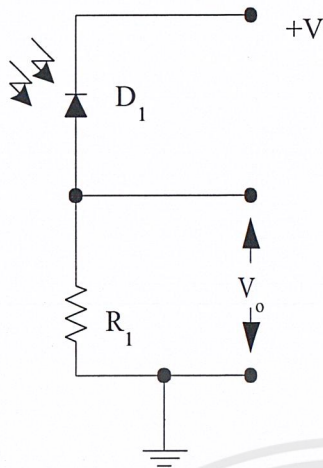
- 1) มีความเร็วสูง
- 2) เสถียรภาพดี
- 3) ช่วงไดนามิกส์สูงกว่า
- 4) สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิสูงกว่า



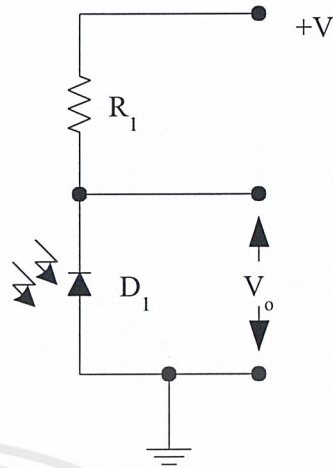
รูปที่ 2.4 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและการขยายบริเวณตีฟลิชั่นให้มากขึ้น

จากลักษณะของโฟโตไดโอดเป็นสารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติไวต่อแสง โปรตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังนั้น โฟโตไดโอดเป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าเมื่อใดที่รอยต่อ PN ได้รับการไบอัสกลับ จะเกิดกระแสรั่วไหลย้อนกลับและอิมพีแดนซ์ต่อ PN นี้มีความไวต่อแสงมากเป็นพิเศษคือ จะมีอิมพีแดนซ์สูงเมื่ออยู่ในที่มืด และมีอิมพีแดนซ์ต่ำเมื่ออยู่ในที่สว่าง ไดโอดทั่วไปนั้นจะถูกหุ้มรอยต่อนี้ไว้ด้วยวัสดุทึบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้น แต่โฟโตไดโอดเป็นไดโอดซึ่งถูกผลิตขึ้นมาเพื่อปรากฏการณ์นี้โดยเฉพาะ ดังนั้นรอยต่อจึงจะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่แสงสามารถผ่านได้ดีที่สุด ไดโอดชนิดนี้มีสองแบบคือชนิดที่ตอบสนองต่อแสงผ่านอินฟราเรดในการนำไปใช้งาน โฟโตไดโอดจะถูกต่อในลักษณะได้รับการไบอัสกลับสำหรับแรงดันเอาต์พุต เป็นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานโหลดที่ต่ออนุกรมกับโฟโตไดโอดและกราวด์ ดังรูปที่ 2.5 โฟโตไดโอดจะถูกนำประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวกับสัญญาณไฟสลัปที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว สำหรับการประยุกต์ใช้งานโฟโตไดโอดชนิดที่ตอบสนองต่อแสงอินฟราเรด เช่น การใช้ในวงจรควบคุมระยะไกล วงจรสัญญาณเตือนต่างๆ ที่ใช้แสงอินฟราเรดในการควบคุม

เนื่องจากไดโอดชนิดนี้มีความเร็วสูง จึงถูกนำไปใช้งานเป็น High Speed Tape Reader ในอุปกรณ์ Character Recognition นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้งานอื่นๆ ได้อีกมากมาย เช่น ใช้เป็นตัวนำแสง โดยการให้แรงดันไบอัสตรง อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะสภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าในขณะที่รอยต่อได้รับแสงจะมีค่าสูงกว่าปกติ



(ก) การต่อแรงดันเอาต์พุตที่โหลด

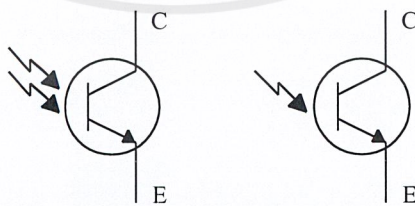


(ข) การต่อแรงดันเอาต์พุตที่ไดโอด

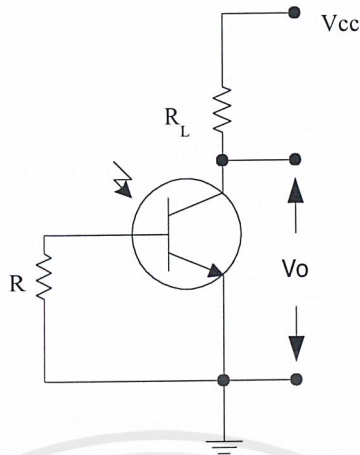
รูปที่ 2.5 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน

2.2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์

เป็นไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยชั้นของสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้นเหมือนทรานซิสเตอร์ทั่วไป แต่ขาเบสจะสามารถรับแสงได้ง่าย โฟโตทรานซิสเตอร์มีทั้งชนิด NPN และ PNP ปกตินิยมนำไปประกอบวงจรแบบอิมิตเตอร์ร่วมโดยที่ขั้วของเบสอาจจะถูกทิ้งไว้หรือต่อกับอิมิตเตอร์โดยผ่านความต้านทานก็ได้ หลักการทำงานเบื้องต้นจะเหมือนกับทรานซิสเตอร์ทั่วไปแต่โฟโตทรานซิสเตอร์จะไม่มีขาเบส ซึ่งกระแสเบสจะได้จากการเปลี่ยนแปลงที่ตกกระทบบริเวณรอยต่อสาร PN ตามที่กล่าวมาแล้ว วงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์โดยทั่วไปแสดงในรูปที่ 2.7

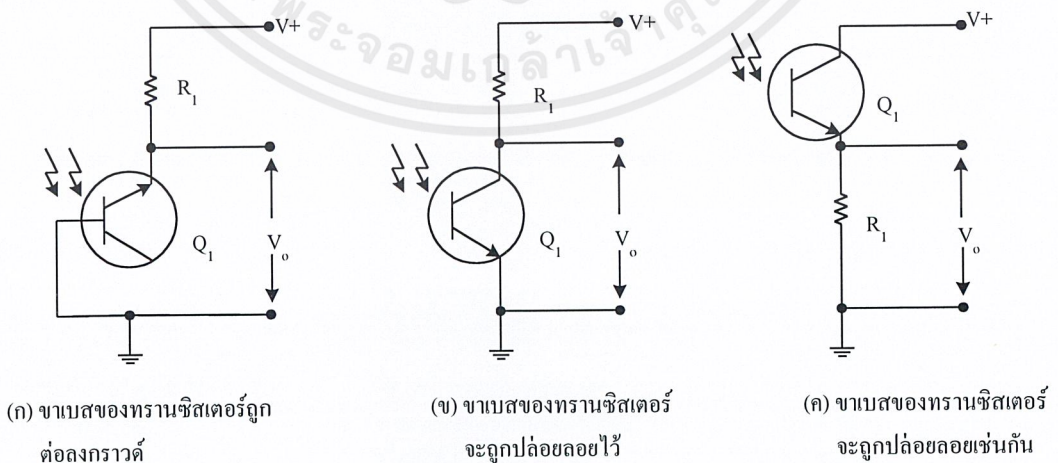


รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.7 วงจรไบอัสสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์

การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์มีอยู่ด้วยกันดังนี้ การต่อใช้งานพื้นฐานแสดงในรูปที่ 2.8 โดยรูปที่ 2.8 (ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์ ดังนั้นทรานซิสเตอร์จะทำงานเหมือนกับการทำงานของโฟโตไดโอดทุกประการ ส่วนรูปที่ 2.8 (ข) และ 2.8 (ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้และเมื่อใดที่ทรานซิสเตอร์ได้รับแสงก็จะมีไหลผ่านรอยต่อเบส-คอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์ซึ่งจะทำให้กระแสที่ผ่านจากคอลเลกเตอร์มายังอิมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก กระแสนี้จะทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่มีค่าเพิ่มขึ้น



(ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์

(ข) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้

(ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยเช่นกัน

รูปที่ 2.8 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบโฟโตไดโอดกับโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีความไวต่อแสงมากกว่าประมาณ 100 เท่า แต่ในด้านความถี่ใช้งานสูงสุดสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์จะใช้งานที่ความถี่ต่ำกว่าโฟโตไดโอดหลายเท่า ในการใช้งานอาจจะต่อตัวต้านทานปรับค่าได้ระหว่างขาเบสและขาคอนิเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ด้วย เพื่อให้สามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้งานที่มีความไวต่อแสงมากๆ หรือต้องการใช้ความถี่สูงๆ โดยเมื่อความต้านทานปรับค่าได้ลดลงจริงก็จะทำหน้าที่เป็นโฟโตไดโอด

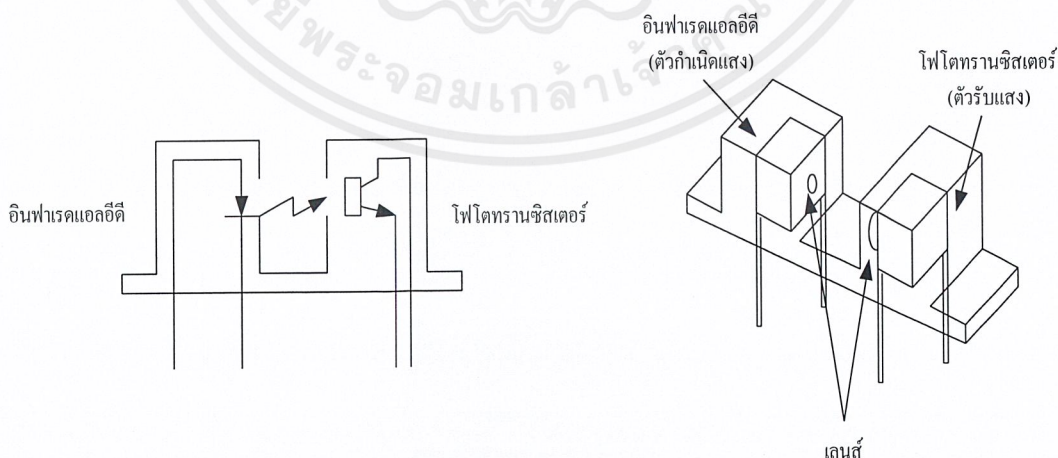
2.2.4 โฟโตเซนเซอร์

โฟโตเซนเซอร์ หรือบางครั้งเรียกว่า โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงเหมือนกัน ต่างกับโฟโตคัปเปิลตรงที่ตัวกำเนิดแสงจะจ่ายแสงออกมาภายนอกและแสงนั้นจะรับด้วยตัวรับแสงที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน โฟโตเซนเซอร์มี 2 แบบ คือ แบบส่องแสงโดยตรงและแบบสะท้อนแสง

1) โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรงตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะวางห่างกัน 1 มิลลิเมตรถึง 10 มิลลิเมตรหันหน้าเข้าหากัน แสงจะวิ่งจากตัวกำเนิดแสงผ่านช่องว่างนี้ไปยังตัวรับแสง ถ้ามีสิ่งกีดขวางมากั้นการเดินทางของแสง ตัวรับแสงจะรับแสงและส่งสัญญาณออกมาต่างจากปกติ

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ส่วนตัวรับแสงจะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์หรือเป็นคาร์ริงตันโฟโตทรานซิสเตอร์ ดังรูปที่ 2.9 ในกรณีที่ใช้ในบริเวณที่มีแสงโดยรวมมากจะติดฟิลเตอร์กรองแสงธรรมชาติที่บริเวณตัวรับแสงด้วย

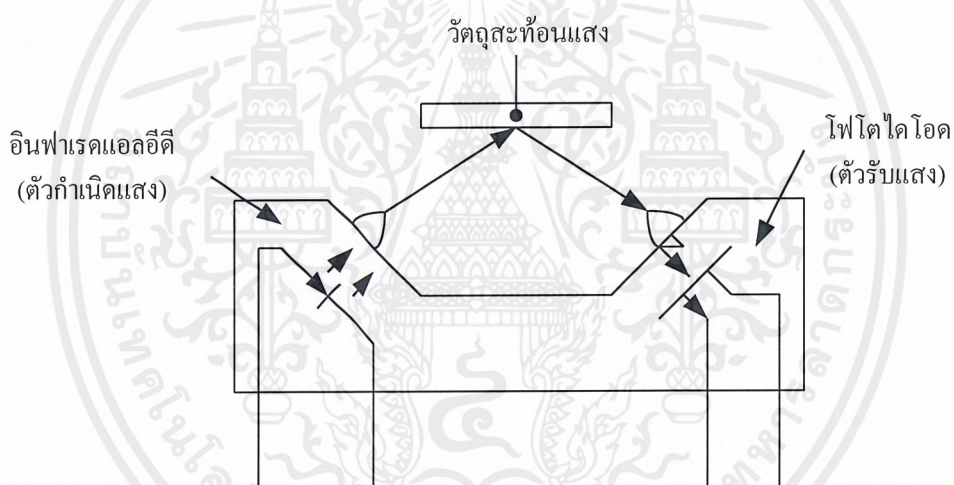


รูปที่ 2.9 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

2) โฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

บางครั้งเรียกว่า “โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์แบบสะท้อน” มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสง เหมือนกับแบบแรก เพียงแต่ทั้งสองตัวไม่หันหน้าเข้าหากัน แต่เรียงอยู่ด้านเดียวกัน แสงจากตัวกำเนิดแสงจะส่องออกไปด้านนอกและจะไม่เข้าตัวรับเลย แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้าใกล้แสงที่ส่องออกมาจะสะท้อนกลับวัตถุและสะท้อนกลับไปที่ตัวรับแสง จะทำให้ได้สัญญาณออกมา

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ตัวรับแสงจะเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ จากโครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน จะเห็นว่าผลของแสงโดยรอบจะมีผลต่อการทำงานมาก ดังนั้นที่ตัวรับแสงจะติดตั้งฟิลเตอร์เพื่อกรองแสงธรรมชาติออกไปที่ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสง บางครั้งจะมีเลนส์ติดตั้งไว้ถ้ามีเลนส์จะสามารถตรวจจับการเข้ามาใกล้ของวัตถุตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรขึ้นไปจนถึงหลายมิลลิเมตร แต่แบบนี้จะไม่ไวเท่ากับแบบแรก



รูปที่ 2.10 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

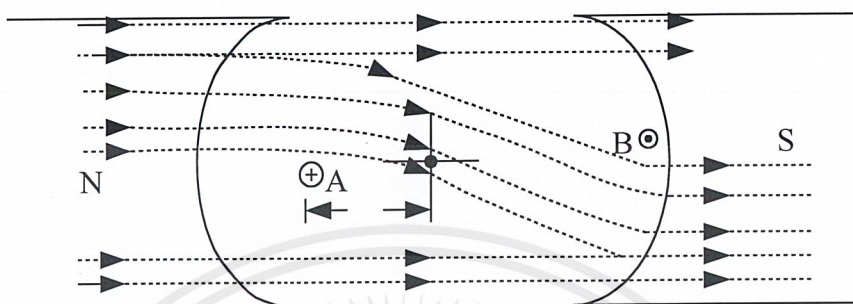
มอเตอร์ คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงทุกอย่างดังนั้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจึงสามารถต่อให้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

2.3.1 หลักการของมอเตอร์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงขึ้นในตัวนำ ทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นหาได้โดยใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง ดังนั้นเมื่อมีกระแสไหลในขดลวดตัวนำที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันอยู่บนแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำและจะเกิดการทำปฏิกิริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักดันขึ้นบนตัวนำ จึงทำให้อาร์มาเจอร์หมุนไปได้



รูปที่ 2.11 ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าและวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก

จากรูปที่ 2.11 แสดงขดลวดที่มีกระแสไหลและวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก โดยตัวนำวางห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ r และให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดที่ปลาย A และไหลออกที่ปลาย B จากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กที่ว่า เส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดผ่านซึ่งกันและกัน ดังนั้น ปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีจำนวนมากที่ด้านบนของปลาย A จึงทำให้เกิดแรงผลักดันตัวนำ A ลงด้านล่าง และขณะเดียวกันที่ปลาย B นั้นเส้นแรงแม่เหล็กจะมีปริมาณมากที่ด้านล่าง ทำให้เกิดแรงดันตัวนำ B เคลื่อนที่ขึ้นด้านบน ผลของแรงที่กระทำกับตัวนำ A และ B นี้ จะทำให้อาร์มาเจอร์ของมอเตอร์เกิดการเคลื่อนที่ไปได้

การกระทำของแรงที่เกิดขึ้นกับตัวนำที่มีกระแสไหลผ่านในขณะที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กนั้น จะเป็นปรากฏการณ์โดยตรงกับความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก ความยาวของตัวนำ และค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$F = Bli \quad (2.1)$$

เมื่อ

F คือ แรงที่เกิดบนตัวนำ (N)

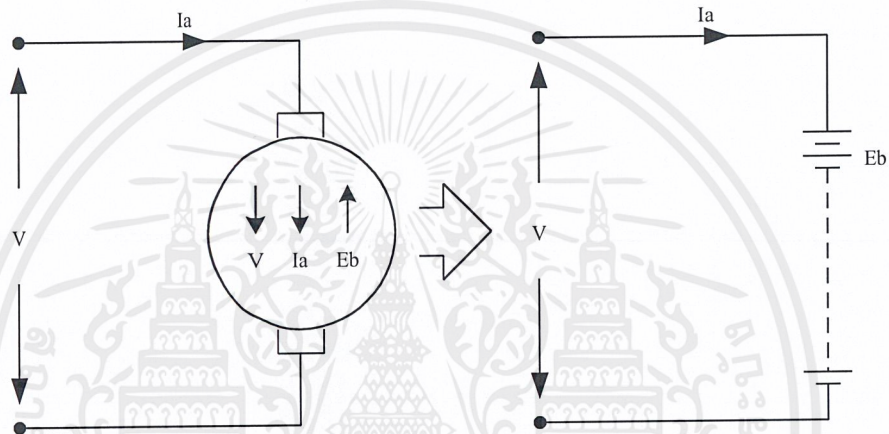
B คือ ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Wb/m^2)

l คือ ความยาวของลวดตัวนำ (m)

i คือ กระแสที่ไหลในตัวนำ (A)

2.3.2 แรงดันไฟฟ้าต้านกลับ

เมื่อมอเตอร์ทำงาน คือ อาร์มาเจอร์หมุนตัวนำที่อาร์มาเจอร์จะตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งเป็นไปตามกฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจึงเกิดขึ้นในอาร์มาเจอร์ ทิศทางจะเป็นไปตามกฎมือขวาของเฟลมมิ่ง ซึ่งจะมีทิศทางไปในทางตรงกันข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ เพราะว่ามีทิศทางตรงกันข้ามกันจึงเรียกว่า แรงดันไฟฟ้าต้านกลับ ใช้ตัวย่อ E_b หรือ E_c และวงจรเทียบเคียงของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถเขียนได้ดังในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ

เมื่ออาร์มาเจอร์หมุนมันจะเกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับออกมาซึ่งเปรียบเสมือนกับว่าแบตเตอรี่อยู่ภายในและจะเห็นได้ว่า

$$I_a = \frac{V - E_b}{R_a} \quad (2.2)$$

เมื่อ

R_a คือ ความต้านทานในวงจรของอาร์มาเจอร์ (Ω)

$$\text{แต่ } E_b = \frac{\Phi ZNP}{60A} \text{ (V)}$$

แรงดันไฟฟ้าต้านกลับนั้นขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของอาร์มาเจอร์ถ้าความเร็วรอบสูงแรงดันไฟฟ้าต้านกลับก็จะมาก ดังนั้น กระแสที่ไหลในอาร์มาเจอร์

I_a จากสมการข้างบนนั้นจะมีค่าน้อย ถ้าความเร็วรอบต่ำแรงดันไฟฟ้าด้านกลับก็จะน้อย I_a ก็จะมีค่ามาก ดังนั้นแรงบิด (Torque) ที่เกิดขึ้นก็จะสูงกว่าเมื่อมีความเร็วรอบสูง

2.3.3 คุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เส้นโค้งคุณลักษณะของมอเตอร์นั้นเป็นเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 1) แรงบิด และกระแสในอาร์มาเจอร์ ($\frac{T_a}{I_a}$ Characteristic) เรียกว่า คุณลักษณะทางไฟฟ้า
- 2) ความเร็ว และกระแสในอาร์มาเจอร์ ($\frac{N}{I_a}$ Characteristic)
- 3) ความเร็ว และแรงบิด ($\frac{N}{T_a}$ Characteristic) เรียกว่า คุณลักษณะทางกล ซึ่งสามารถหาได้

จากคุณลักษณะของ $\frac{T_a}{I_a}$ และ $\frac{N}{I_a}$

คุณลักษณะของมอเตอร์ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนี้

$$T_a = \Phi I_a$$

$$\text{และ } N = E_b \Phi$$

1) คุณลักษณะของซีรีมอเตอร์

1.1) คุณลักษณะของแรงบิดกับกระแสในอาร์มาเจอร์ ($\frac{T_a}{I_a}$ Characteristic) จะเห็นว่า

$T_a = \Phi I_a$ ในกรณีเช่นนี้ฟลักซ์คอยล์มีกระแสไหลผ่านซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอาร์มาเจอร์ และ $\Phi = I_a$ จนกระทั่งถึงจุดที่เส้นแรงแม่เหล็กอิ่มตัว ดังนั้นก่อนที่จะถึงจุดที่เส้นแรงแม่เหล็กอิ่มตัวจะได้

$$T_a = \Phi I_a \text{ และ}$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } T_a = \Phi I_a^2$$

เมื่อโหลคมีค่าน้อย ค่าของ I_a และ Φ ก็จะมีค่าน้อย แต่ถ้า I_a เพิ่มขึ้นเท่ากับ

กระแส I_a^2 ดังนั้น เส้นโค้ง $\frac{T_a}{I_a}$ จึงเป็นพาราโบลา (Parabola) ดังแสดงในรูปที่ 2.20

แต่หลังจากที่ถึงจุดที่เส้นแรงแม่เหล็กอิ่มตัวแล้ว Φ เกือบจะไม่ขึ้นอยู่กับค่าของ

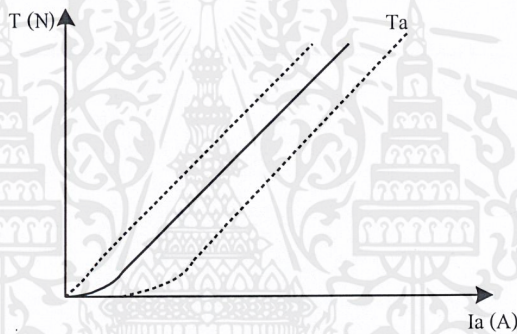
I_a ดังนั้น $T_a = I_a$ เพียงอย่างเดียว คุณลักษณะจึงเป็นเส้นตรง (Straight Line)

1.2) คุณลักษณะของความเร็วกับกระแสอาร์มาเจอร์ ($\frac{N}{I_a}$ characteristic) การเปลี่ยนแปลง

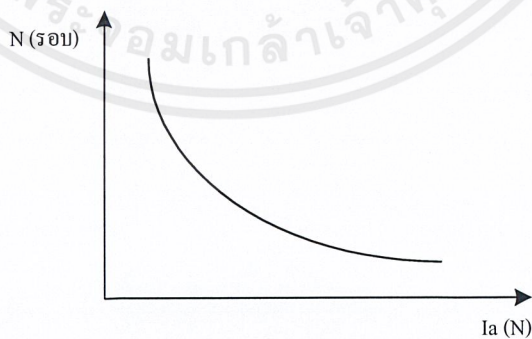
แปลงของความเร็ว สามารถหาได้จากสมการดังนี้คือ

$$N = E_b \tag{2.3}$$

เปลี่ยนแปลง E_b ได้โดยการเปลี่ยนแปลงโพลด จะทำให้กระแสในอาร์มาเจอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงและเมื่อ I_a เพิ่มขึ้น Φ ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น ความเร็วจึงแปรผกผันกับกระแสที่โพลดในอาร์มาเจอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.13



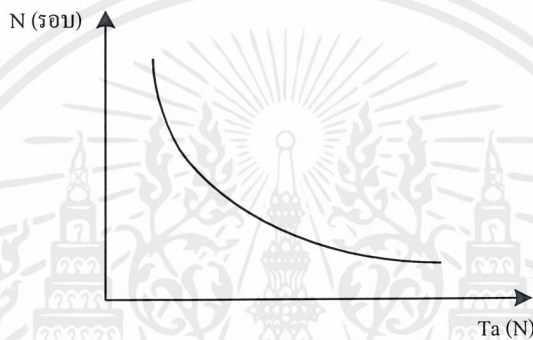
รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสในอาร์มาเจอร์



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสในอาร์มาเจอร์

เมื่อมอเตอร์มีค่าของโหลดมาก I_a ก็จะมีปริมาณมากด้วย ดังนั้น ความเร็วรอบของมอเตอร์จึงต่ำ แต่เมื่อโหลดน้อย I_a ก็จะมีค่าลดน้อยลงความเร็วรอบของมอเตอร์จะสูงขึ้นมาก และอาจเป็นอันตรายแก่มอเตอร์ได้ ดังนั้น ซีรีมอเตอร์จึงไม่สามารถเริ่มเดินเมื่อปราศจากโหลดได้ เส้นโค้งลักษณะแสดงได้ดังรูปที่ 2.14

1.3) คุณลักษณะของความเร็วยวอบแรงบิดหรือคุณลักษณะทางกล(Mechanical Characteristic) ซึ่งสามารถหาได้ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น ความเร็วสูงแรงบิดจะมีค่าต่ำ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ และแรงบิด แสดงได้ดังรูปที่ 2.15

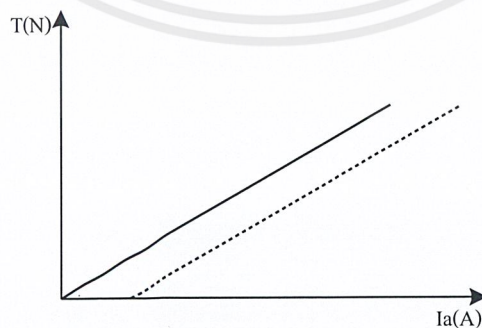


รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิด

2) คุณลักษณะของขั้นที่มอเตอร์

2.1) คุณลักษณะของแรงบิดกับกระแสในอาร์มาเจอร์ ($\frac{T_a}{I_a}$ Characteristic) สมมติให้

Φ ในทางปฏิบัติมีค่าคงที่ (เมื่อมีค่าโหลดมาก Φ จะลดลง เพราะอาร์มาเจอร์รีแอกชั่นเพิ่มขึ้น) จะพบว่า $T_a = I_a$

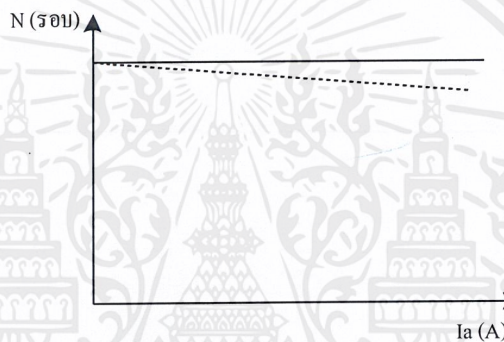


รูปที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสในอาร์มาเจอร์

ดังนั้นคุณสมบัติทางไฟฟ้าจึงแสดงได้ดังรูปที่ 2.16 ในทางปฏิบัตินั้นจะเป็นเส้นตรง โดยเริ่มจากจุดศูนย์หรือจุดเริ่มต้น ส่วนแรงบิดที่เพดานนั้นแสดงด้วยเส้นประ ในขณะที่เริ่มเดินมอเตอร์นั้น ถ้ามีโหลดมากๆ จะต้องใช้กระแสจำนวนมากเพื่อใช้ในการเริ่มเดินมอเตอร์ ดังนั้น ขั้นที่มอเตอร์จึงไม่สามารถที่จะเริ่มเดินในขณะที่มีโหลดจำนวนมากต่ออยู่ได้

2.2) คุณลักษณะของความเร็วกับกระแสในอาร์มาเจอร์ ($\frac{N}{I_a}$ characteristic) ถ้าสมมติ

ให้ Φ มีค่าคงที่ ดังนั้น $N = E_b$ และ E_b ในทางปฏิบัติถือว่ามีค่าคงที่ ดังนั้น ความเร็วรอบของมอเตอร์จึงมีค่าคงที่ไปด้วยและสามารถเขียนเส้นโค้งได้ดังรูปที่ 2.17

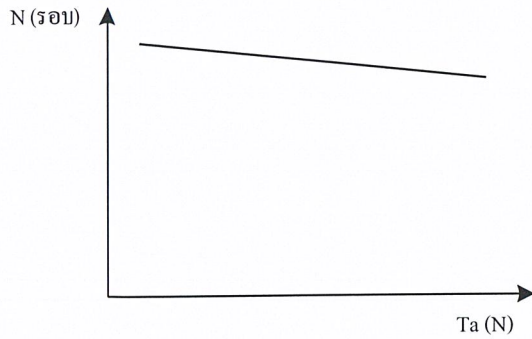


รูปที่ 2.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสในอาร์มาเจอร์

แต่แท้ที่จริงแล้ว E_b และ Φ ลดลงเมื่อเพิ่มโหลด ถึงอย่างไรก็ตาม E_b จะลดลงน้อยกว่า Φ ดังนั้น ความเร็วจึงลดลงไปบ้าง ความเร็วจะลดลงประมาณ 5 – 15 % ของความเร็วเมื่อมีโหลดเต็มที่สูงขึ้นอยู่กับการอ้อมตัวของสนามแม่เหล็ก, อาร์มาเจอร์รีแอกชัน และตำแหน่งของแปรงถ่าน (Brush position) ดังนั้นเส้นโค้งความเร็วขณะใช้งานจริง จึงลดลงดังแสดงด้วยเส้นประแต่ในทาง ปฏิบัติแล้วขั้นมอเตอร์นั้นถือว่าเป็นมอเตอร์ที่ให้ความเร็วคงที่

2.3) คุณลักษณะของความเร็วรอบกับแรงบิด ($\frac{N}{T_a}$ characteristic) สามารถหาได้จาก

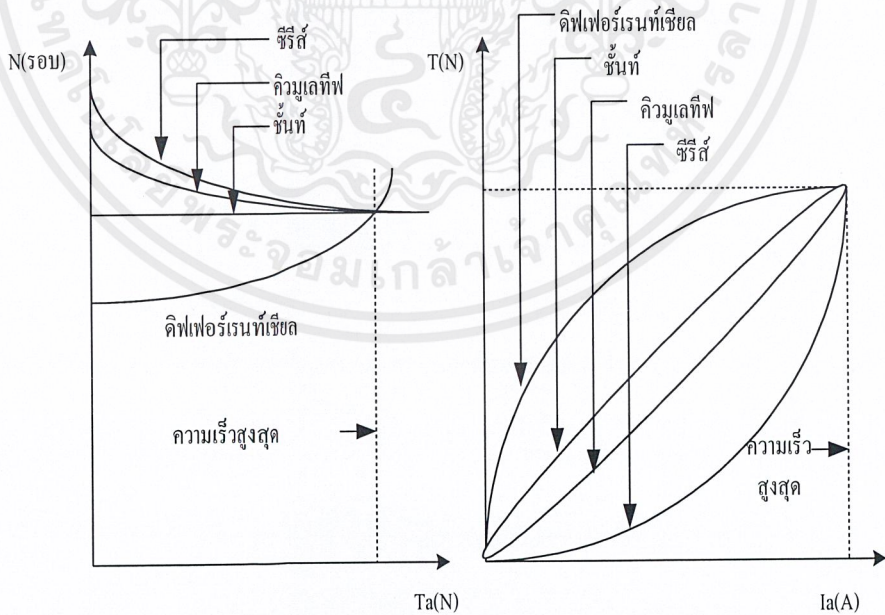
$\frac{T_a}{I_a}$ และคุณลักษณะของ $\frac{N}{I_a}$ ซึ่งสามารถเขียนเส้นโค้งได้ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิด

3) คุณลักษณะของคอมปาวด์มอเตอร์

มอเตอร์ชนิดนี้มีทั้งซีรีฟิลด์และชันทฟิลด์ ถ้าการกระตุ้นที่ซีรีฟิลด์ (Series Field Excitation) ช่วยกระตุ้นที่ชันทฟิลด์ และเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่ซีรีฟิลด์ (Series Flux) มีทิศทางไปในทางเดียวกันกับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่ชันทฟิลด์ (Shunt Flux) มอเตอร์ตัวนั้นเรียกว่า คิวมูลทีฟคอมปาวด์มอเตอร์ (Cumulative Compound Motor) แต่ถ้าเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่ซีรีฟิลด์ มีทิศทางตรงกันข้ามกับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่ชันทฟิลด์แล้ว มอเตอร์ตัวนั้นเรียกว่า ดิฟเฟอเรนซ์คอมปาวด์มอเตอร์ (Differential Compound Motor)



(ก) ความเร็วกับแรงบิด

(จ) แรงบิดกับกระแสอาร์มาเจอร์

รูปที่ 2.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิด และแรงบิดกับกระแสอาร์มาเจอร์

จากคุณลักษณะของคอมปาวด์มอเตอร์นี้ ได้นำเอาคุณสมบัติของชั้นท์มอเตอร์และซีรีมอเตอร์มารวมเข้าด้วยกันซึ่งเขียนเป็นเส้นโค้งได้ดังแสดงในรูปที่ 2.19 (ก) และ 2.19 (ข)

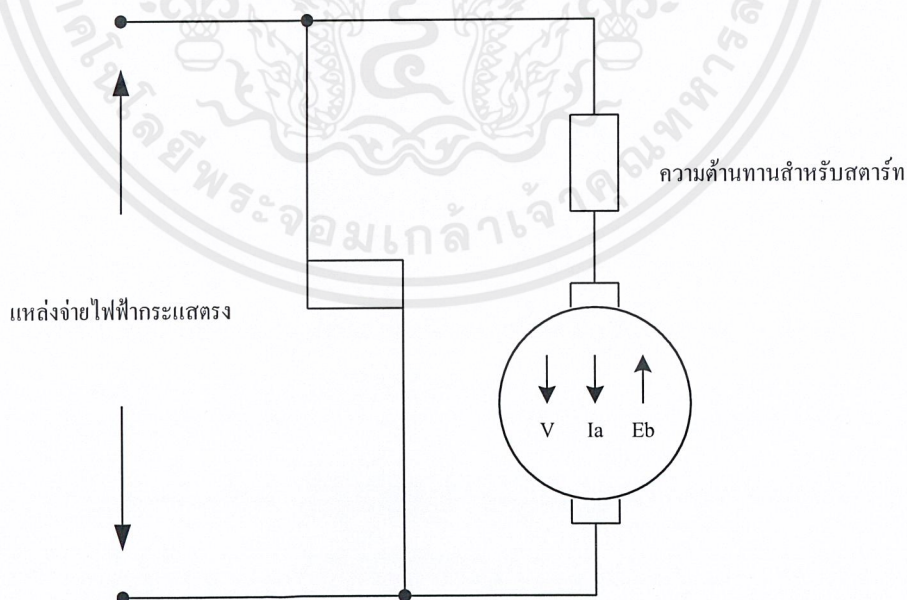
2.3.4 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การเริ่มเดินมอเตอร์หรือการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อ

- 1) ลดกระแสในอาร์มาเจอร์
- 2) เพื่อให้เกิดแรงบิดขณะเริ่มหมุน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะหมุนได้ มีความจำเป็นที่จะต้องมียุปกรณ์จากภายนอกมาช่วยทำหน้าที่ในการเดินมอเตอร์นั้น เพราะว่ากระแสไฟฟ้าในวงจรรอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ไม่ว่าจะเป็นซีรีมอเตอร์ ชั้นท์มอเตอร์ และคอมปาวด์มอเตอร์ก็ตาม ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ แรงดันไฟฟ้าต้านกลับ และความต้านทานของวงจรรอาร์มาเจอร์ ซึ่งทั้ง 3 นี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรมีค่าคงที่ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในอาร์มาเจอร์ สามารถจำกัดค่าที่ขณะเริ่มเดินได้ โดยการนำความต้านทานจากภายนอกต่อเข้าไปในวงจรรอาร์มาเจอร์ และความต้านทานที่นำมาตอนนี้ต้องเป็นชนิดที่ปรับค่าได้ เมื่อความเร็วของอาร์มาเจอร์เพิ่มขึ้น ความต้านทานจะถูกปรับให้มีค่าลดลง ค่าความต้านทานควรมีค่าเหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์ การต่อแสดงได้ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 วงจรการใช้ความต้านทานเป็นสตาร์ทเตอร์

ในทางปฏิบัติความต้านทานที่ใช้ในการเริ่มเดินมอเตอร์เรียกว่า สตาร์ทเตอร์ (Starter) ซึ่งแบบที่ใช้กันทั่วไปคือ แบบทรีพอยท์หรือแบบสามจุด (Three – point Starter) และแบบโฟว์พอยท์หรือแบบสี่จุด (Four – point Starter)

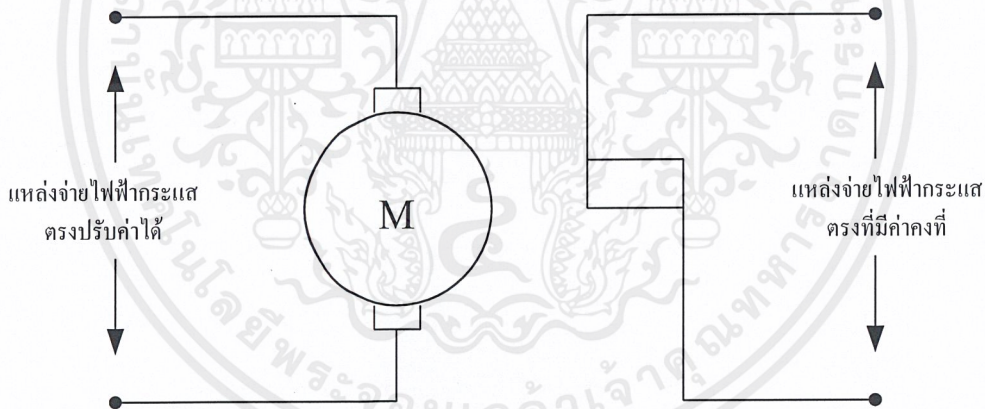
2.3.5 การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยวิธีการลดแรงดันไฟฟ้าหรือการควบคุมแรงดันไฟฟ้า

การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยวิธีนี้จะต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2 แหล่ง คือ

ส่วนที่ 1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าคงที่ (Fixed D.C. Source or Fixed Excited Voltage) โดยต่อเข้ากับวงจรมอเตอร์ของมอเตอร์

ส่วนที่ 2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดปรับค่าได้ (Variable D.C. Source) ต่อเข้ากับวงจรรออาร์มาเจอร์ของมอเตอร์

จากที่กล่าวมาแล้วว่ากระแสไฟฟ้าขณะเริ่มเดินมอเตอร์จะมีค่าสูงมากเพื่อเป็นการลดกระแส ดังนั้นการที่จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับอาร์มาเจอร์ที่ละน้อย ก็จะช่วยให้กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มเดินมอเตอร์ต่ำด้วย ส่วนวงจรมอเตอร์ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่คงที่ และจะต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรมอเตอร์ไว้ก่อนเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 วงจรการต่อสตาร์ทเตอร์แบบการลดแรงดันไฟฟ้า

2.3.6 ระบบควบคุมความเร็ว

ระบบการควบคุมความเร็วรอบ หรือความเร็ว คือ ระบบที่สามารถกำหนดความเร็วให้คงที่หรือแปรค่าได้ตามที่เราต้องการด้วยการตั้งค่าสัญญาณอินพุตของระบบ การแปรค่าไปของความเร็วจะต้องอยู่ภายในย่านของระบบ ระบบการควบคุมความเร็วมีทั้งแบบวงรอบปิดเป็นการควบคุมที่ให้ความเที่ยงตรงของความเร็วสูง

ในหน่วยนี้จะได้อธิบายเชิงเปรียบเทียบถึงคุณสมบัติการควบคุมความเร็วแบบเปิดลูปของมอเตอร์ด้วยตัวควบคุมแบบต่างๆ จากนั้นก็จะได้อธิบายถึงการควบคุมความเร็วแบบปิดลูปซึ่งยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ การควบคุมความเร็วแบบเร็คทูลเตอร์ คือ การควบคุมความเร็วได้เพียงทิศทางเดียว และการควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว คือ การควบคุมความเร็วได้สองทิศทาง ส่วนการวิเคราะห์ให้เห็นความแตกต่างระหว่างระบบการควบคุมความเร็ว จะอธิบายได้ด้วยบล็อกไดอะแกรมโดยการแยกวิเคราะห์ให้เห็นความแตกต่างระหว่างระบบการควบคุมความเร็วที่ให้ขยายแบบขยายกระแสและขยายแรงดัน การวิเคราะห์จากฟังก์ชันถ่ายโอนสองแบบ คือ แบบแรกเป็นฟังก์ชันถ่ายโอนระหว่างความเร็วเอาต์พุตและอินพุต แบบที่สองเป็นฟังก์ชันถ่ายโอนระหว่างความเร็วเอาต์พุตและภาระ นอกจากนี้ก็จะเป็นตัวอย่างการออกแบบระบบควบคุมความเร็วของอินดักชันมอเตอร์แบบสองเฟส

2.3.7 การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมความเร็ว

ระบบควบคุมความเร็วโดยทั่วไป จะต้องออกแบบระบบให้มีความสอดคล้องกับสภาวะทั้ง 2 สภาวะต่อไปนี้

1) ความเร็วของผลตอบสนอง

ระบบการควบคุมความเร็วโดยทั่วไป ควรจะสามารถตอบสนองตามสัญญาณคำสั่งควบคุมได้อย่างรวดเร็ว ข้อกำหนดนี้อาจแสดงได้ทั้งในเทอมของผลตอบสนองต่อสเตปของระบบหรือในเทอมแบนด์วิดท์ของระบบ

2) การเปลี่ยนแปลงของความเร็ว

การเปลี่ยนแปลงของความเร็วเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโหลดและเนื่องจากสิ่งรบกวนอื่นๆ ต้องมีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ นอกจากนี้คุณลักษณะชั่วขณะที่เกิดขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลด ความเร็วจะลดลงที่น้อยเท่าที่จะทำได้

3) การวิเคราะห์ระบบการควบคุมความเร็วที่ใช้การขยายกระแส

เซอร์โวแอมพลิไฟเออร์สามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มหลัก ตามชนิดของการป้อนกลับที่มีใช้กัน มีการขยายแรงดันและขยายกระแส แอมพลิไฟเออร์ทั้งสองชนิดจะต้องศึกษาแยกกัน และฟังก์ชันถ่ายโอนโมเดลสำหรับแอมพลิไฟเออร์แต่ละชนิดจะมีลักษณะต่างกัน

4) การวิเคราะห์ระบบควบคุมความเร็วที่ใช้ขยายแรงดัน

แอมพลิไฟเออร์ในอุดมคติควรมีอัตราขยายคงที่สำหรับทุกความถี่ อย่างไรก็ตามจะเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ และแอมพลิไฟเออร์ทั้งหลายจะมีย่านที่ถูกจำกัด ถ้าฟังก์ชันถ่ายโอนของแอมพลิไฟเออร์มีขั้วเดียว คือ ฟังก์ชันถ่ายโอนระหว่างคำสั่งอินพุต $V_{in}(s)$ และเอาต์พุต $V_{out}(s)$

2.3.8 ระบบควบคุมแรงบิด

ในบางกรณีต้องการรักษาให้แรงบิดของมอเตอร์คงที่ เนื่องจากแรงบิดจะเป็นสัดส่วนกับกระแสของมอเตอร์ นั่นหมายความว่าจะต้องให้กระแสของมอเตอร์ภาระคงที่

แรงดันอินพุต $V_i = -I_d R$ จะถูกเปรียบเทียบกับแรงดันป้อนกลับ $V_f = I_o R$ และเป็นอินพุตให้กับแอมพลิไฟเออร์ที่มีอัตราขยายสูง ถ้ากระแสเอาต์พุต I_o มีค่าต่างไปจากกระแสที่ต้องการ I_d ความแตกต่างดังกล่าวจะถูกขยายและใช้สำหรับไปแก้ไขสถานะให้ถูกต้อง

2.3.9 แอมพลิไฟเออร์ที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแรงดันและกระแส

1) การขยายแรงดัน

แหล่งกำเนิดแรงดันจะให้เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำต่อมอเตอร์ คือ จะไม่ทำให้แรงดันเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงและสามารถลดการเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอเตอร์เนื่องจากการขยายแรงดันสามารถรับกระแสจาก Back EMF Generator ดังนั้น การขยายแรงดันจะให้ปริมาณการแดมป์ (Damp) จำนวนหนึ่ง ซึ่งสามารถทำให้เสถียรภาพดีขึ้น

2) การขยายกระแส

แหล่งกำเนิดกระแสให้เอาต์พุตอิมพีแดนซ์สูงต่อมอเตอร์ ดังนั้นแอมพลิไฟเออร์กระแสเกือบจะไม่มีแดมป์ แอมพลิไฟเออร์แบบนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการขับ Multi Phase หรือ Brushless มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่ง Mutual Coupling ระหว่างขดลวด อาจเป็นสาเหตุให้เกิดแดมป์มากเกินไปถ้าหากใช้การขยายแรงดัน

การขยายกระแส สามารถกำจัดระบบที่ขึ้นอยู่กับอินดักแตนซ์ของมอเตอร์ คือ สามารถหักล้าง Electrical Pole ของมอเตอร์ได้อย่างแท้จริงเมื่อสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย คือ การยอมรับของแหล่งกำเนิดกระแสมีค่าไม่มากเกินไปการอิมพัลส์ของแรงดัน

นอกจากนั้นฟังก์ชันถ่ายโอนจะประกอบด้วย ผลของ Integration ระหว่างกระแสและอัตราเร่ง ซึ่งมีผลเสถียรภาพของระบบ

2.3.10 การเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอเตอร์

การเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอเตอร์หักเหไปจากความเร็วที่ต้องการมีสาเหตุมาจากหลายแฟกเตอร์ การแปรไปของความเร็วของมอเตอร์แบ่งออกได้ 2 พวก คือ การแปรความเร็วไปอย่างช้าๆ เรียกว่า Long Term Speed Variation (LTSV) และการเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอเตอร์เป็นไปอย่างรวดเร็วเรียกว่า Instantaneous Speed Variation (ISV) เทรซโฮลด์ (Trace Hold) ระหว่างลักษณะการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 แบบขึ้นอยู่กับข้อกำหนดในการนำไปใช้งาน ตัวอย่างของระยะเวลา

จำกัดสำหรับการเปลี่ยนแปลงของความเร็ว คือ 1 นาที ดังนั้น LTSV คือ การเปลี่ยนแปลงของความเร็วที่ใช้เวลายาวนานกว่า 1 นาที ส่วน ISV คือ การเปลี่ยนแปลงของความเร็วที่สั้นกว่า 1 นาที

LTSV เกิดจากผลการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงแรงดันขับเคลื่อนและส่วนประกอบขั้วรถ การประยุกต์ใช้งานที่ต้องการเสถียรภาพเป็นระยะเวลายาวนาน จำเป็นต้องใช้ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์อยู่ภายในค่าที่สามารถยอมรับได้ ถ้าไม่สามารถทำให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์อยู่ภายในขีดจำกัดได้ จะต้องดัดแปลงระบบให้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์น้อยที่สุด ระบบดังกล่าว ได้แก่ ระบบบังคับความเร็วแบบเฟสล็อกคูล (Phase Lock Loop)

ส่วนในกรณีของ ISV นั้นค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนและขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของการใช้งานเป็นส่วนใหญ่ ตามปกติเหตุผลหลักของ ISV อธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) เวลาของผลตอบสนอง

เมื่อสัญญาณคำสั่งเปลี่ยนแปลง ระบบก็จะเข้าสู่โพลทธานเซียนท์ ก่อนที่จะเข้าสู่ความเร็วที่ต้องการ ผลตอบสนองทธานเซียนท์นี้จะสามารถคาดหมายได้โดยขึ้นอยู่กับแบนด์วิดท์ของลูปและเสถียรภาพของระบบ

2) การเปลี่ยนแปลงของแรงบิดภาระ

เมื่อแรงบิดโหลดเปลี่ยนแปลงจะเป็นสาเหตุให้ความเร็วของมอเตอร์เปลี่ยนไป ผลที่เกิดขึ้นนี้ไม่เป็นที่ต้องการ เนื่องจากต้องการให้ความเร็วของมอเตอร์เป็นอิสระต่อโหลด ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงโหลดที่สอดคล้องการเปลี่ยนแปลงความเร็วมอเตอร์ไม่ค่อยมีใครจะสนใจมากนัก เพราะว่าการวัดผลของการเปลี่ยนแปลงโหลดกระทำได้ยากลำบาก ถ้าต้องการให้ผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดของระบบเป็นไปอย่างรวดเร็ว ควรหลีกเลี่ยงการออกแบบขดเชยระบบด้วยวงจร Lag-Lead ที่มีซีโร (Zero) อยู่ที่ความถี่ต่ำๆ เพราะว่างจร Lag-Lead จะทำให้ผลตอบสนองของระบบต่อการเปลี่ยนแปลงโหลดเป็นไปอย่างเชื่องช้า

3) การกระเพื่อมของแรงบิด

แรงบิดที่เกิดขึ้นของมอเตอร์ไม่ได้เป็นสัดส่วนที่เที่ยงตรง โดยจะค่อยๆ แปรไปเป็นฟังก์ชันกับตำแหน่งเชิงมุมของเพลามอเตอร์ การเปลี่ยนแปลงแรงบิดเหล่านี้เรียกรวมๆ ว่าการกระเพื่อมของแรงบิด (Torque Ripples) และยังเป็นสาเหตุให้เกิด ISV ผลของการกระเพื่อมของแรงบิดมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ความเร็วต่ำๆ เพราะความถี่ของการกระเพื่อมต่ำ ถ้าการกระเพื่อมของแรงบิดและความถี่สามารถวัดได้ สามารถคาดหมายถึงผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วของมอเตอร์ได้

4) แรงเสียดทานภายใน

แรงเสียดทานที่สามารถแปรค่าได้ในตัวมอเตอร์จะทำให้ความเร็วของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงไปได้เช่นเดียวกับสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของโหลด แรงเสียดทานภายในตัวมอเตอร์สามารถจะวัดค่าได้และกำหนดไว้โดยโรงงานผู้ผลิตมอเตอร์

5) สัญญาณรบกวน

การเปลี่ยนแปลงของความเร็วมอเตอร์อาจจะเป็นผลตอบสนองที่มีสัญญาณรบกวนหรือสัญญาณแปลกปลอมจากภายนอกและสัญญาณที่ไม่ต้องการอื่นๆ ผลของสัญญาณรบกวนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบที่ใช้แอมพลิฟายเออร์แบบพัลส์วิดท์โมดูเลชันหรือเฟสดีเทคเตอร์ สามารถวัดสัญญาณที่ไม่ต้องการเหล่านี้ได้ที่หลายจุดในระบบ ถ้าไม่สามารถจะลดขนาดของสัญญาณเหล่านี้ลงได้ ควรจะเพิ่มความถี่ของสัญญาณเหล่านี้เพื่อลดผลที่จะกระทบกระเทือนต่อความเร็วของมอเตอร์

6) สัญญาณรบกวนที่เกิดในทาโคมิเตอร์

ลักษณะที่เลวร้ายที่สุดของการเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอเตอร์เป็นสาเหตุมาจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในทาโคมิเตอร์เพราะว่าระบบไม่มีการป้องกันการรบกวนของสัญญาณที่เกิดขึ้นดังกล่าว สัญญาณเหล่านี้อธิบายได้ในรูปของเออร์เรอร์ความเร็วของระบบ ซึ่งรูปพยายามจะแก้ไข เออร์เรอร์ความเร็วดังกล่าว ดังนั้นในการประยุกต์ใช้งานต่างๆ ทาโคมิเตอร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องเป็นแบบกำเนิดสัญญาณรบกวนต่ำเมื่อระดับความเที่ยงตรงของความเร็วของระบบขึ้นอยู่กับ การป้อนกลับความเร็วนี้ได้จากทาโคมิเตอร์

2.3.11 การหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดในการเลือกขนาดของมอเตอร์

การใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนผ่านระบบเกียร์ เพื่อที่จะกำหนดแรงบิดที่ใช้เพิ่มอัตราเร่งของภาระในระบบดังกล่าว ค่าเริ่มต้นของภาระรวมถึงแรงเฉื่อยของแกนมอเตอร์ตามปกติจะมีค่าเป็นสัดส่วนกับค่า $1/N^2$ ดังนั้นสมการต่างๆ ไปที่ใช้คำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์ที่ต้องการจะมีค่าเท่ากับ

$$T_S = \frac{T_{Lf}}{Nn} + J_M a_M + \frac{J_L a_M}{N^2} \quad (2.4)$$

เมื่อ

T_S คือ เป็นแรงบิดที่แกนมอเตอร์ต้องการ

T_{Lf} คือ ฟริคชันของภาระ

J_M คือ แรงเฉื่อยของมอเตอร์

J_L คือ แรงเฉื่อยของภาระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a_M คือ อัตราเร่งของแกนมอเตอร์

N คือ อัตราส่วนของเกียร์ (ความเร็วมอเตอร์/ความเร็วภาระ)

n คือ ประสิทธิภาพของเกียร์บล็อก

สมการจะมีความเที่ยงตรงที่ดีเมื่อ $n = 1$ เมื่อทอมที่สามมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับอีกสองทอม อย่างไรก็ตามเมื่อ n เกิดมีค่าน้อยกว่า 1 และทอมที่สามมีค่าสูงในระบบควบคุมการเคลื่อนที่ใช้งานกันส่วนมากมักต้องการแรงบิดของมอเตอร์ที่มีค่าสูงกว่าค่าที่คำนวณได้ในสมการ

ออร์เรอร์เกิดขึ้นเนื่องจากแรงบิดที่ต้องการของแกนมอเตอร์เพื่อที่จะเพิ่มอัตราเร่งให้กับภาระจะถูกกระทบกระเทือนจากประสิทธิภาพของเกียร์บล็อก ดังนั้นจากสมการเขียนใหม่ได้เป็น

$$T_s = \frac{T_{Lf}}{Nn} + J_M a_M + \frac{J_L a_M}{N^2 n} \quad (2.5)$$

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากประสิทธิภาพของเกียร์บล็อกจะแสดงให้เห็นได้จากตัวอย่างของสเตปมอเตอร์ที่มีแรงเฉื่อยของมอเตอร์เท่ากับ 0.5 หน่วยและแรงเฉื่อยของภาระเท่ากับ 50 หน่วย มีอัตราส่วนของเกียร์เท่ากับ 10:1 ค่า $T_{if} = 0$ และค่า $a = 1$ แทนค่าเหล่านี้ลงในสมการต่างๆ ทำให้สามารถลืตความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดที่ต้องการจริงๆ กับแรงบิดจากสมการได้

ประสิทธิภาพของเกียร์มีค่าต่ำ แรงบิดที่ต้องใช้เพิ่มอัตราเร่งของมอเตอร์และภาระจะมีค่าสูงกว่าที่คำนวณได้ในสมการ ส่วนกำลังที่สูญเสียในมอเตอร์จะแปรค่าเป็นกำลังสองของแรงบิด และเมื่อประสิทธิภาพของเกียร์มีค่าสูงๆ กำลังสูญเสียก็จะมีอิทธิพลน้อยลง

2.4 ระบบเซอร์โว

2.4.1 ระบบเกียร์

ระบบเกียร์ คานังคหรือสายพานในลูกรอกเป็นอุปกรณ์เครื่องกลซึ่งสามารถส่งพลังงานจากส่วนหนึ่งของระบบไปยังส่วนอื่นๆ ได้ในรูปที่ของแรงงาน, แรงบิด, ความเร็ว และการเคลื่อนที่ นอกจากนั้นอุปกรณ์เหล่านี้ยังเป็นเสมือนอุปกรณ์สำหรับประสานที่สามารถใช้ส่งผ่านกำลังงานให้ได้ค่าสูงสุด รูปที่ 2.22 แสดงถึงการคับปลิงเกียร์ 2 ตัวเข้าด้วยกัน แรงเฉื่อยและแรงเสียดทานของเกียร์จะไม่นำมาคิดในเมื่อพิจารณาถึงเกียร์ในอุดมคติ

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด T_1 และ T_2 การเคลื่อนที่เชิงมุม θ_1 และ θ_2 และจำนวนซี่ฟัน N_1 และ N_2 ของระบบเกียร์หาได้จากหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

- 1) จำนวนซี่ฟันของเกียร์จะเป็นสัดส่วนของรัศมี r_1 และ r_2 ของเกียร์นั่นคือ

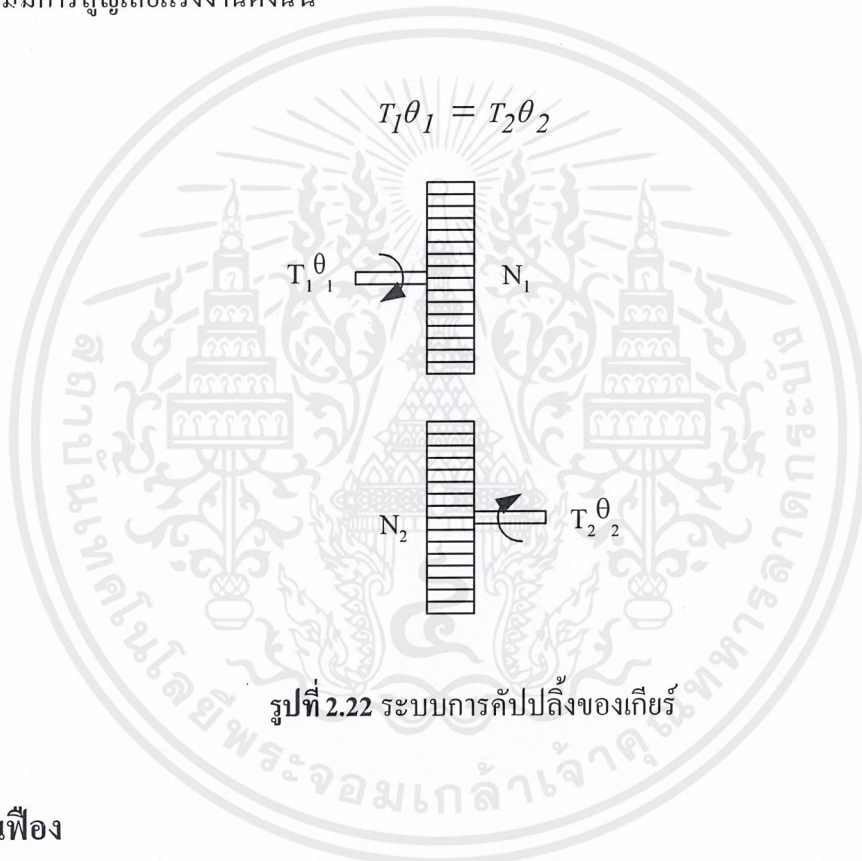
$$r_1 N_2 = r_2 N_1 \quad (2.6)$$

2) ระยะทางการเคลื่อนที่ไปของเกียร์แต่ละตัวจะมีค่าเท่ากันดังนั้น

$$r_1 \theta_1 = r_2 \theta_2 \quad (2.7)$$

3) แรงงานที่ได้จากเกียร์ตัวหนึ่งจะเท่ากับแรงงานที่ได้จากเกียร์อีกตัวหนึ่งเนื่องจากสมมติให้ว่าไม่มีการสูญเสียแรงงานดังนั้น

$$T_1 \theta_1 = T_2 \theta_2 \quad (2.8)$$



2.4.2 เฟือง

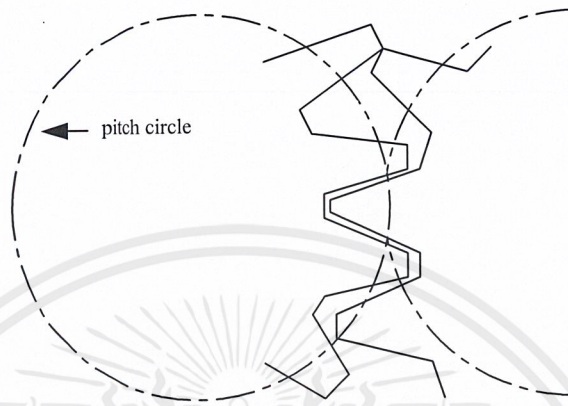
เฟืองเป็นอุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังและการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมสำหรับในกรณีที่กำลังถ่ายทอดมีค่าสูง ฟันเฟืองที่ขบกันจะเป็นส่วนที่ช่วยไม่ให้เกิดการไถลขึ้นในขณะถ่ายทอดกำลัง สำหรับเฟืองที่ขบกันคู่หนึ่ง เฟืองตัวเล็ก เรียกว่า Pinion ส่วนเฟืองตัวใหญ่ เรียกว่า Gear วงกลมสัมผัส เรียกว่า Pitch Circle มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เรียกว่า Pitch Diameter และขนาดรัศมี เรียกว่า Pitchradius

2.4.3 ความแข็งแรงของฟันเฟือง

ตำแหน่งแรงที่กระทำที่ปลายหรือยอดฟันจะเป็นสถานะที่เหลวที่สุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ แรงจะแยกออกเป็น 2 แรง คือ แรงในแนวตั้ง และแรงในแนวราบ ที่จะทำให้เกิดความเค้นอัดจะไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยลดความเค้นดึงสูงสุดให้มีค่าต่ำลง ดังนั้นแรงที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเฟืองก็คือ แรงในแนวราบซึ่งทำให้เกิดความเค้นอัด คือ ด้านหนึ่งของฟันเฟืองเป็นความเค้นดึงและอีกด้านหนึ่งเป็นความเค้นอัด



รูปที่ 2.23 ลักษณะการขั้กันของเฟือง

2.4.4 โซ่

โซ่ได้ถูกนำมาใช้ด้วยจุดประสงค์ที่ไม่ต้องการให้มีการลื่นไถลของส่วนสัมผัสเช่นเดียวกับสายพานเฟือง โซ่ที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ Roller Chain และ Inverted Tooth Chain หรือ Silent Chain

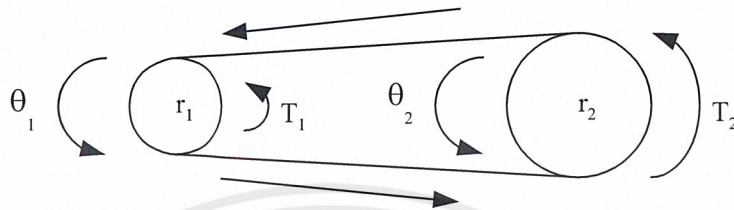
โซ่จะคล่องอยู่กับล้อเฟือง ระยะ Pitch จะเป็นระยะในแนวเส้นตรงระหว่างจุดศูนย์กลางของ Rollers คู่หนึ่งๆ อัตราส่วนความเร็วรอบจะกำหนดให้ไม่เกิน 7 เท่า

ข้อเสียของโซ่ คือ มีการกระเพื่อมของการถ่ายทอดความเร็วเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงค่า Effective Pitch Radius ในขณะที่ขบกับล้อเฟืองตัวขับ ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า Chordal Effect ซึ่งจะเห็นได้ชัดในกรณีที่ล้อเฟืองมีจำนวนฟันน้อย ดังนั้น ในการออกแบบจึงกำหนดให้จำนวนของล้อเฟืองตัวเล็กสุดจะต้องมีไม่น้อยกว่า 12 ฟัน สำหรับความเร็วรอบต่ำ ไม่น้อยกว่า 17 ฟัน สำหรับความเร็วรอบปานกลางและไม่น้อยกว่า 21 ฟัน สำหรับความเร็วรอบสูง

2.4.5 ระบบสายพานและคานงัด

ระบบการขั้ด้วยสายพานหรือโซ่ก็มีจุดมุ่งหมายเดียวกับระบบเกียร์ นอกจากว่าระบบสายพานหรือโซ่สามารถส่งผ่านพลังงานไปได้ระยะทางไกลกว่าโดยที่ไม่ต้องใช้เกียร์จำนวนมาก

สามารถใช้สมการที่ 2.8 กับกรณีนี้ได้ซึ่งเป็นความจริงว่าการสะท้อนหรือทรานสมิตแตนซ์ (Transmittance) ของแรงบิด แรงเฉื่อยและแรงเสียดทาน เป็นต้น ก็คล้ายคลึงกับการสะท้อนกลับของระบบเกียร์



รูปที่ 2.24 ระบบกวี้นและสายพาน

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำไปมาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมายในปี ค.ศ.1980 ต่อมาบริษัท ฟิลลิปส์ และซีเมนส์ ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตจำหน่าย และได้เพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่น ซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายใน และหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

- 1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
- 2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์
- 3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์
- 4) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์
- 5) อ้างตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์
- 6) หน่วยความจำโปรแกรม และข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
- 7) มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ
- 8) มีวงจรมับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด
- 9) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) รับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ
- 10) รับสัญญาณอินเทอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

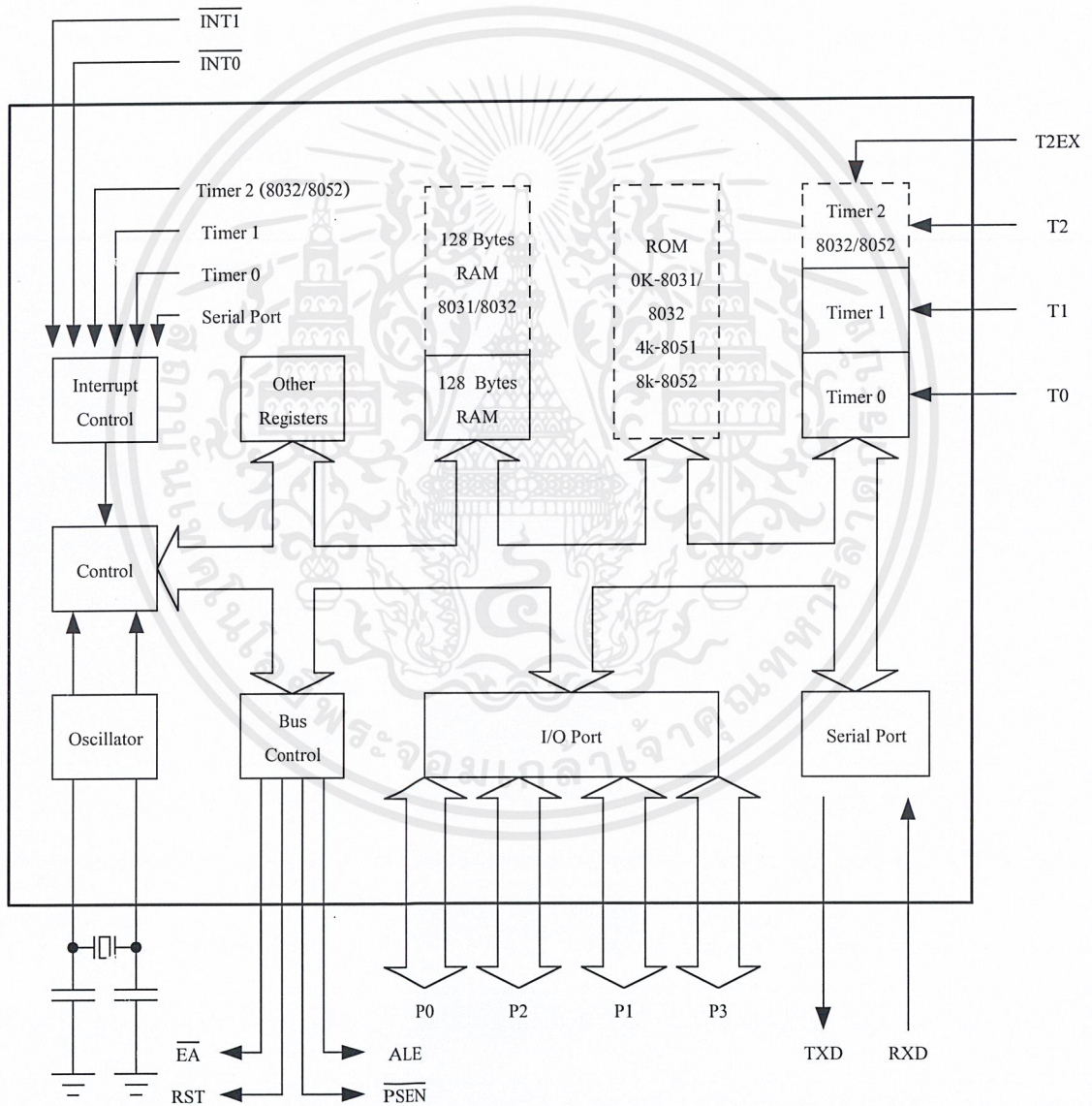
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) มีวงจรถอดสวิตช์ในตัวภายใน

12) นำข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

2.5.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกิดเหล่านี้ จะนำออกมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น



รูปที่ 2.25 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์

1) หน่วยความจำประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุม ในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม(Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการจัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นนี้จะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ, บวก, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจัดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลจากหน่วยความจำเรียกว่าการอ่านข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงมากที่สุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเป็นส่วนที่ใช้ข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 จะทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ 4 I/O Port, Timer/Counter 0, Timer/Counter 1, Serial Port

3.1) 4 อินพุต/เอาต์พุตพอร์ต (4 I/O Port) หรือพอร์ตขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูล ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

3.2) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 (Timer/Counter 0) และไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 (Timer/Counter 1) เป็นวงจรมีหน้าที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 หรือจำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านการนับได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

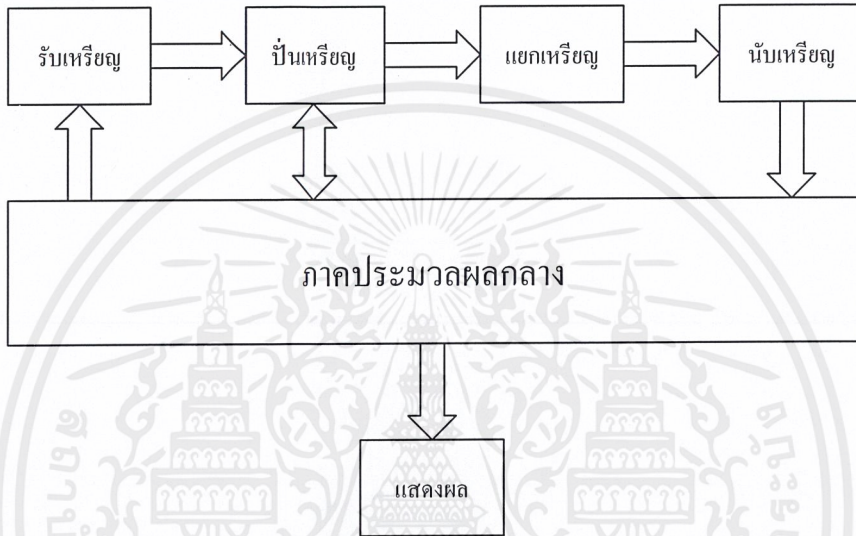
3.3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลางจะอ่าน และเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งข้อมูลจะรับเข้ามาที่ละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียน โปรแกรมขึ้นมาควบคุม

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

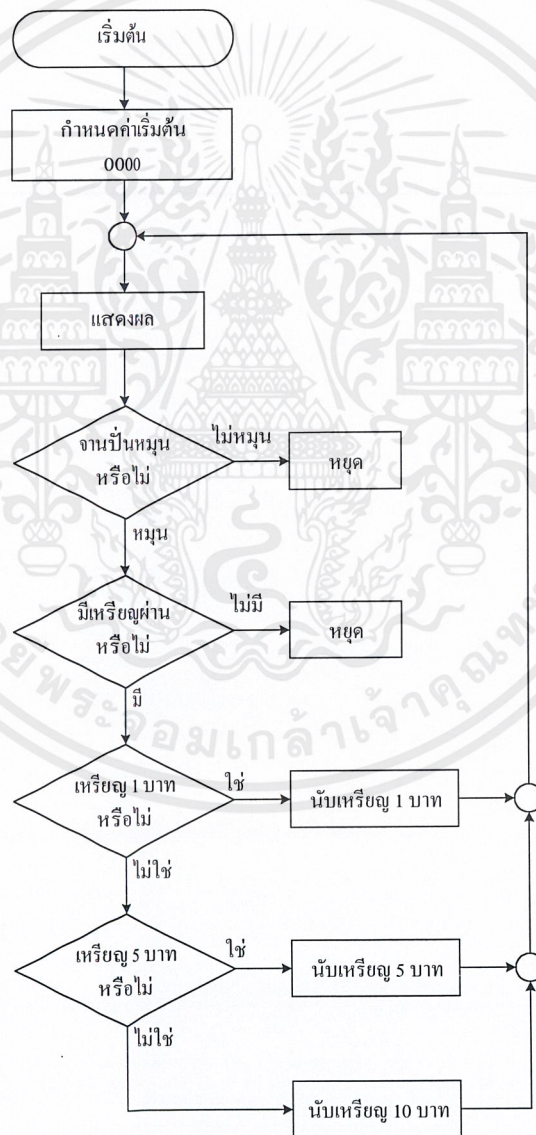


รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องเริ่มจากรับเหรียญทั้ง 3 ชนิด คือ 1 บาท 5 บาท และ 10 บาท เหรียญจะไหลลงสู่จานป้อนทีละน้อย เพื่อไม่ให้เกิดการติดขัดที่จานป้อนกับเหรียญ จานป้อนจะทำหน้าที่ในการจัดเรียงเหรียญให้ไหลออกทีละเหรียญ เพื่อให้สะดวกในการแยกเหรียญ โดยที่จานป้อนจะทำการหมุน เพื่อให้เกิดแรงเหวี่ยง เหรียญจะถูกเหวี่ยงให้ไปชิดกับขอบของจานป้อนเหรียญ และเหรียญจะไหลออกมา จากนั้นเป็นการแยกเหรียญ โดยมีรางแยกเหรียญตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง ซึ่งการแยกเหรียญนี้ ช่องเหรียญ 1 บาทจะอยู่อันดับแรกของราง และเหรียญ 5 บาท เหรียญ 10 บาทตามลำดับ แต่ถ้าออกแบบให้ช่องเหรียญ 10 บาทอยู่อันดับแรกของราง เหรียญทั้งหมดก็จะไหลลงช่องนี้ เมื่อแยกเหรียญได้แล้ว ที่แต่ละช่องแยกเหรียญจะมีตัวตรวจจับจำนวนเหรียญ ซึ่งใช้แอลอีดีอินฟราเรดเป็นตัวตรวจจับ การทำงานก็คือ เมื่อเหรียญตัดผ่านแสง ก็จะทำการนับตามจำนวนครั้งที่ตัดผ่าน

ภาคประมวลผลกลางทำหน้าที่ควบคุมการหมุนของมอเตอร์ที่ช่องรับเหรียญ เมื่อมีเหรียญในงานป้อนเป็นจำนวนมาก เหรียญจะเตะกับสวิทช์และจะส่งสัญญาณไปที่ภาคประมวลผล เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ หลังจากนั้น 3 วินาที มอเตอร์ก็จะเริ่มทำงานต่อไป อีกส่วนที่ควบคุม คือ มอเตอร์ของงานป้อนเหรียญ บริเวณของมอเตอร์จะมีตัวตรวจจับการหมุน ถ้าไม่มีการหมุนก็จะส่งสัญญาณไปยังภาคประมวลผล เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้มอเตอร์เสียหาย ภาคประมวลผลกลางยังประมวลผลการนับของเหรียญและแสดงผลที่ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน

3.2 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่อง



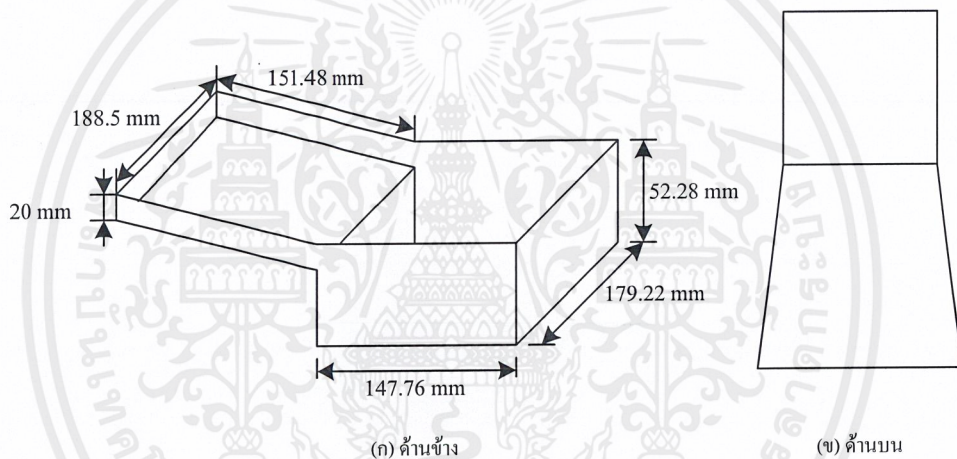
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

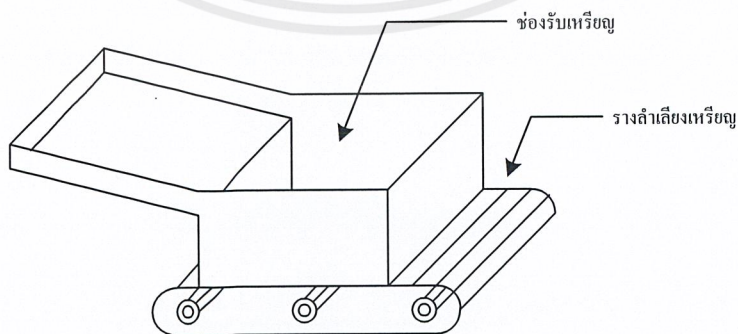
จากรูปที่ 3.2 เป็นแผนผังการทำงานของโปรแกรม เริ่มจากเมื่อเปิดเครื่องจอจะแสดงผลเป็น 0000 นั่นก็หมายถึงเครื่องพร้อมที่จะทำงาน จากนั้นเครื่องจะทำการตรวจสอบว่ามีเหรียญผ่านลงไปหรือไม่ ถ้าไม่มีเครื่องจะทำการเซตตัวเอง ให้อยู่ในสภาวะพร้อมทำงาน ถ้ามีเหรียญผ่านก็จะทำการแยกเป็นเหรียญ 1 บาท 5 บาท และ 10 บาท จากนั้นจะทำการนับเหรียญแต่ละชนิด และแสดงผล

3.3 การออกแบบช่องรับเหรียญ

ช่องรับเหรียญทำหน้าที่รับเหรียญที่จะลำเลียงลงสู่จานปั่น วัสดุที่นำมาใช้ทำเป็นช่องรับเหรียญคือ สแตนเลส ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความลื่น ทำให้เหรียญไหลลงได้อย่างสะดวก ลักษณะรูปร่างแสดงดังรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 ช่องรับเหรียญ



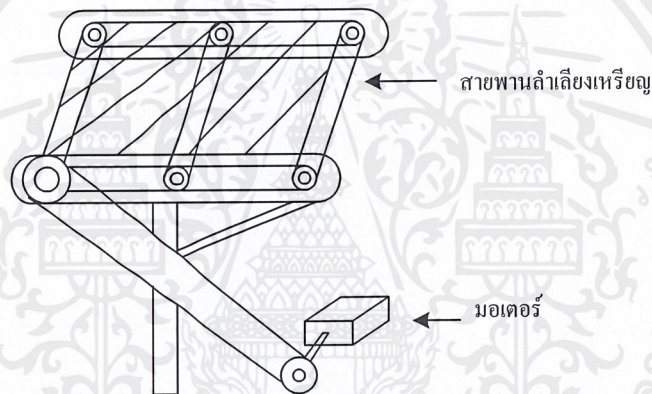
รูปที่ 3.4 การยึดช่องรับเหรียญกับรางลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องรับเหรียญมีลักษณะคล้ายกล่องสี่เหลี่ยม ซึ่งด้านบนมีความกว้างมากกว่าฐานด้านล่าง เพื่อให้สามารถรองรับเหรียญได้ การออกแบบเช่นนี้ก็เพื่อไม่ให้เหรียญที่ตกลงมาตึงน้ำหนักลงที่สายพานลำเลียงโดยตรง ซึ่งอาจทำให้สายพานลำเลียงเสียหายได้และยังป้องกันเหรียญที่จะติดตรงช่องรับเหรียญด้วย

3.4 การออกแบบสายพานลำเลียง

สายพานเป็นส่วนลำเลียงเหรียญที่รับมาจากช่องรับเหรียญลงสู่จานปั่น โดยสายพานลำเลียงจะลำเลียงเหรียญลงทีละน้อย ซึ่งทำให้ลดภาระของจานปั่นที่อาจจะเกิดการติดขัดของเหรียญกับจานปั่น ส่วนประกอบของสายพานลำเลียงแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบของสายพานลำเลียง

ส่วนประกอบของสายพานลำเลียงสามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

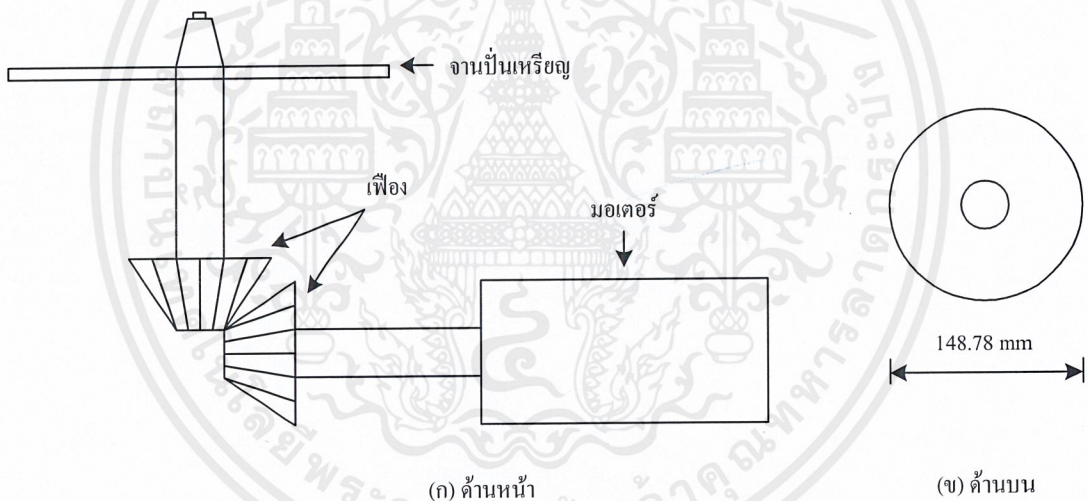
- 1) สายพาน ทำมาจากวัสดุที่เป็นผ้าแบบพิเศษ มีความเหนียว ทนต่อแรงดึง สายพานทำหน้าที่ในการลำเลียงเหรียญ
- 2) เพลา ทำมาจากเหล็ก ใช้สำหรับประคองสายพาน ทำให้สายพานได้รูปทรงเหมือนเดิมตลอดเวลา
- 3) เฟืองและโซ่ ใช้สำหรับส่งผ่านกำลังจากมอเตอร์เพื่อให้สายพานหมุน
- 4) มอเตอร์ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เพื่อใช้ในการหมุนสายพาน

3.5 จานปั่น

จานปั่นเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดเพราะถ้าไม่มีส่วนนี้เครื่องก็ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบให้มีลักษณะเป็นวงกลม เพื่อให้การหมุนของจานมีลักษณะที่แน่นอน ส่วนประกอบของจานปั่นประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 1) จานปั่น มีลักษณะเป็นวงกลม เพื่อให้เกิดการเหวี่ยงเหรียญที่แน่นอน
- 2) เพลา ทำหน้าที่หมุนจานปั่น ซึ่งได้รับแรงหมุนมาจากมอเตอร์
- 3) เฟือง ทำหน้าที่ในการถ่ายเทกำลังจากมอเตอร์
- 4) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 14 โวลต์
- 5) ทางออกของเหรียญ เป็นช่องออกของเหรียญที่จะลงไปสู่รางแยกเหรียญ
- 6) ก้านบังคับเหรียญ ทำหน้าที่กวาดเหรียญไม่ให้ซ้อนกัน เพื่อไม่ให้เกิดการติดขัดของจาน

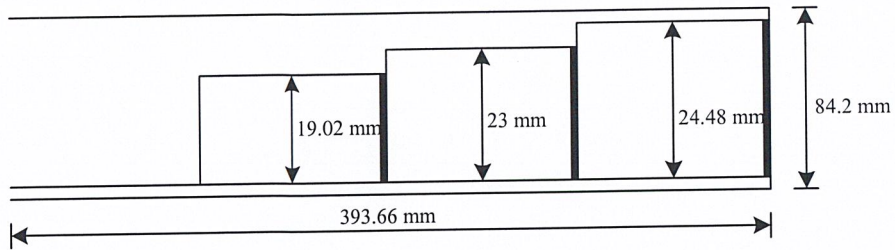
ปั่นเหรียญ



รูปที่ 3.6 จานปั่น

3.6 รางแยกเหรียญ

รางแยกเหรียญใช้สำหรับแยกเหรียญ 1 บาท 5 บาท และ 10 บาทออกจากกัน โดยวัสดุที่ใช้ทำรางแยกเหรียญนี้ทำมาจากสแตนเลส เพราะมีความลื่นมากกว่าวัสดุอื่น ลักษณะของรางแยกเหรียญแสดงดังรูปที่ 3.7

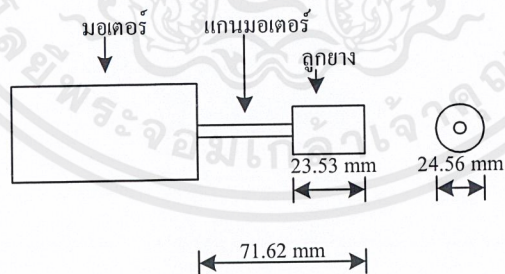


รูปที่ 3.7 ร่างแยกเหรียญ

ร่างแยกเหรียญจะใช้แผ่นอะคริลิกกั้นด้านบนของร่างแยกเหรียญ เพื่อป้องกันการกระเด็นออกของเหรียญ การออกแบบจะแบ่งช่องของร่างแยกเหรียญออกเป็น 3 ช่อง ที่มีขนาดไม่เท่ากัน โดยแยกตามขนาดความกว้างของเหรียญ ซึ่งเหรียญ 1 บาทจะอยู่ที่ช่องแรก เหรียญ 5 บาทจะอยู่ที่ช่องที่ 2 และเหรียญ 10 บาทจะอยู่ที่ช่องสุดท้าย นั่นคือเมื่อเหรียญผ่านเข้ามา ถ้าเป็นเหรียญ 1 บาทก็จะตกก่อน ถ้าเป็นเหรียญ 5 บาทก็จะตกช่องที่ 2 และถ้าเป็นเหรียญ 10 บาทก็จะตกช่องสุดท้าย

3.7 การออกแบบมอเตอร์ดึงเหรียญ

มอเตอร์ดึงเหรียญเป็นส่วนที่ใช้ในการดึงเหรียญที่ออกมาจากงานป้อนลงสู่ร่างแยกเหรียญ ส่วนนี้ถือว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งเพราะเหรียญที่ป้อนออกมาจากงานป้อนเหรียญไม่มีกำลังที่จะส่งตัวมันเองลงสู่ร่างแยกเหรียญ ดังนั้นจึงต้องใช้มอเตอร์ในการช่วยดึงเหรียญ

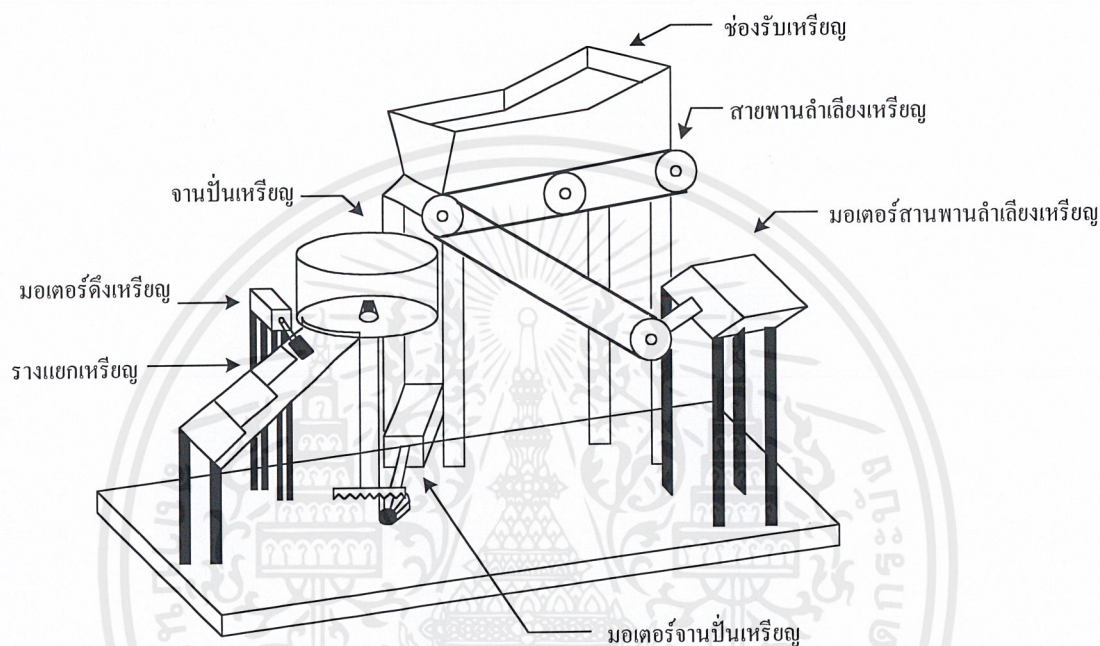


รูปที่ 3.8 มอเตอร์ดึงเหรียญ

มอเตอร์ดึงเหรียญใช้มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ และลูกยางดึงเหรียญใช้วัสดุที่เป็นยาง ซึ่งมีความหนืดสูง เพื่อจะทำให้ดึงเหรียญได้ดี และไม่ทำให้เหรียญเสียหาย

3.8 การออกแบบโครงสร้างเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

การออกแบบโครงสร้างถือว่าเป็นส่วนสำคัญซึ่งชิ้นส่วนของงานส่วนมากจะทำมาจากเหล็ก เพราะว่าถ้าออกแบบไม่ดีจะทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจเกิดการติดขัดทางกลไกของเครื่อง ลักษณะของเครื่องดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โครงสร้างเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

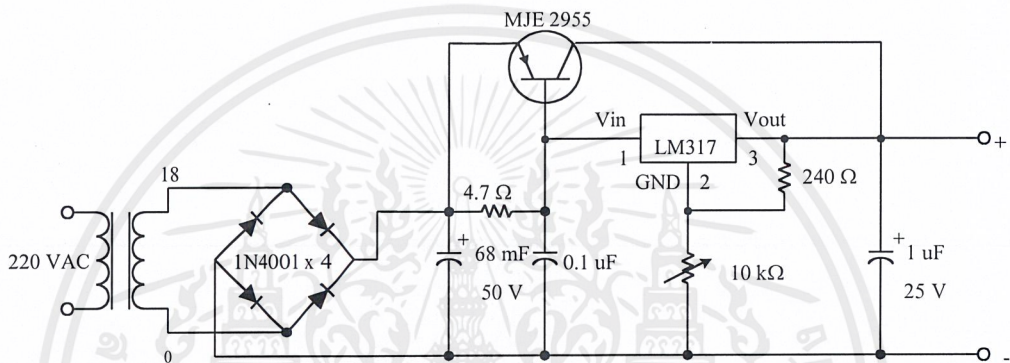
การทำงานของเครื่องเริ่มจากการเทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ ไหลลงสู่สายพานลำเลียงซึ่งสายพานจะส่งเหรียญไปยังงานป้อนเหรียญเพื่อให้เหรียญออกตามช่องที่กำหนด และมอเตอร์ดึงเหรียญก็จะดึงเหรียญลงไปสู่รางแยกเหรียญ ซึ่งจะสามารถแยกชนิดของเหรียญได้

3.9 แหล่งจ่ายไฟ

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้ในการจ่ายไฟให้กับเครื่อง ซึ่งเปรียบเสมือนเชื้อเพลิงที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องยนต์ ดังนั้นจึงเป็นส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่ง

ในส่วนแหล่งจ่ายไฟจะใช้ทั้งหมด 4 ชุด เพื่อควบคุมในส่วนมอเตอร์และในส่วนของวงจรต่างๆ วงจรแหล่งจ่ายไฟใช้ไอซีเรกูเลเตอร์เบอร์ LM317 ในการปรับแรงดันทางเอาต์พุตตามที่ต้องการ

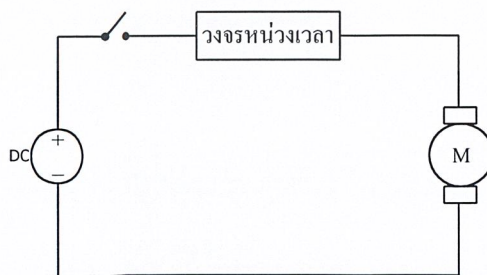
จากวงจรรูปที่ 3.10 เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์เข้ามาทางด้านขดปฐมภูมิ หม้อแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้มีแรงดันออกทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 18 โวลต์ ไดโอดบริดจ์จะเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นทรานซิสเตอร์เบอร์ MJE2955 จะเป็นตัวขยายกระแสให้สูง เพื่อใช้ขับมอเตอร์ ส่วนไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ LM317 จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเรียบยิ่งขึ้น และยังสามารถปรับค่าของแรงดันอีกด้วย



รูปที่ 3.10 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

3.10 สวิตช์ควบคุมสายพานลำเลียง

เหรียญที่ไหลลงสู่จานปั่น ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้จานปั่นติดขัดเกิดการผิดพลาดขึ้น จึงมีสวิตช์ที่ใช้ในการควบคุม โดยจะต่อให้สัมพันธ์กับก้านบังคับเหรียญ คือ ถ้ามีเหรียญมากเกินไป เหรียญจะไปชนก้านบังคับเหรียญทำให้สวิตช์เปิด มอเตอร์ลำเลียงจะหยุดหมุน จึงทำให้ไม่เกิดการติดขัดของเหรียญ ซึ่งการต่อสวิตช์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 3.11

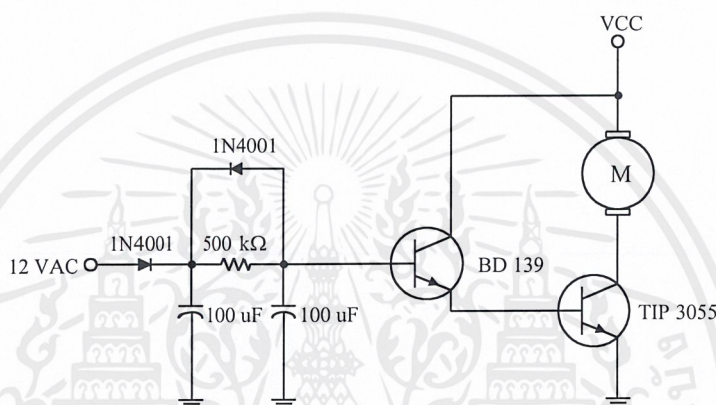


รูปที่ 3.11 การต่อสวิตช์ควบคุม

3.11 วงจรหน่วงสายพานลำเลียง

เนื่องจากสวิตช์ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์นั้น ไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้เสมอไป จึงเพิ่ม วงจรหน่วงเวลาให้กับมอเตอร์ โดยเมื่อสวิตช์เปิดจะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน และจะหน่วงเวลาอีก ระยะเวลาหนึ่งก่อนที่มอเตอร์จะหมุนอีกครั้ง

การหน่วงเวลาของมอเตอร์สามารถกำหนดได้ที่วงจร โดยกำหนดจากค่าความต้านทานและ ค่าความจุไฟฟ้าในวงจร



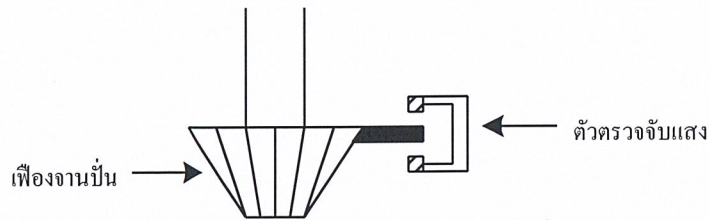
รูปที่ 3.12 วงจรหน่วงสายพานลำเลียง

จากวงจรรูปที่ 3.12 เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเข้ามา ไดโอดจะเปลี่ยนเป็นไฟฟ้า กระแสตรง ซึ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจะไปอัสให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 นำกระแส และไป ขยับให้กับทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP3055 ขยายกระแสให้สูง เพื่อจ่ายกระแสให้กับมอเตอร์

3.12 วงจรตรวจจับข้อผิดพลาด

การผิดพลาดของเครื่องจะเกิดขึ้นเมื่อมอเตอร์ของงานป็นหยุดหมุน เนื่องจากเหรียญติดขัด กับงานป็น วงจรตรวจจับข้อผิดพลาดจะแสดงผลที่แอลอีดี การติดตั้งตัวตรวจจับข้อผิดพลาดจะติด ที่บริเวณเฟืองของมอเตอร์งานป็น ลักษณะการติดตั้งตรวจจับแสดงดังรูปที่ 3.13

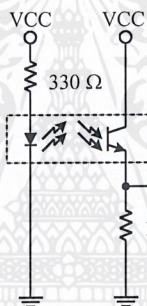
การทำงานของวงจรมีวัตถุมาตัดตัวตรวจจับ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ค่าหนึ่ง ดัง นั้นเมื่อมอเตอร์หมุนก็เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น ซึ่งจะสั่งให้เครื่องทำงานไปเรื่อยๆ แต่เมื่อมอเตอร์หยุด หมุนก็จะไม่มีแรงดันไฟฟ้า ซึ่งเมื่อไม่มีแรงดันไฟฟ้าก็จะสั่งให้เครื่องหยุดการทำงาน ดังนั้นวงจรมี นี้จึงมีประโยชน์ เพื่อป้องกันไม่ให้มอเตอร์เสียหาย



รูปที่ 3.13 การติดตั้งตัวตรวจจับข้อผิดพลาด

3.13 วงจรตรวจจับเหรียญผ่าน

วงจรนี้ทำหน้าที่ตรวจจับเหรียญที่ไหลผ่านราง เพื่อตรวจสอบว่ายังมีเหรียญไหลผ่านอีกหรือไม่ ถ้าภายในระยะเวลา 10 วินาทีไม่มีเหรียญไหลผ่านเครื่องจะหยุดการทำงาน



รูปที่ 3.14 วงจรตรวจจับเหรียญผ่าน

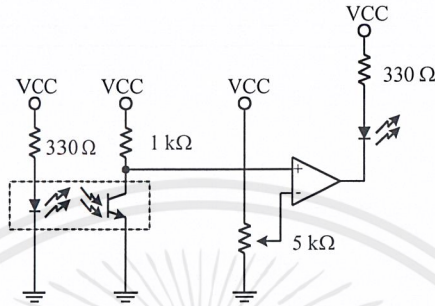
จากวงจรรูปที่ 3.14 ในสภาวะปกติของวงจร ซึ่งเป็นสภาวะที่นำกระแส มีแรงดันออกทางด้านเอาต์พุต แต่เมื่อมีวัตถุตัดผ่านตัวตรวจจับแบบอินฟราเรด ทำให้ไม่มีแสงตกกระทบที่ด้านรับ วงจรก็จะไม่นำกระแส ซึ่งเมื่อวัตถุผ่านไป วงจรก็จะทำงานตามปกติ

3.14 วงจรตรวจจับการนับเหรียญ

วงจรนี้ทำหน้าที่นับเหรียญ ซึ่งใช้ตัวตรวจจับแบบอินฟราเรด โดยคิดไว้ที่บริเวณรางแยกเหรียญ เมื่อมีเหรียญผ่านก็จะนับตามจำนวนเหรียญที่ผ่านลงไป

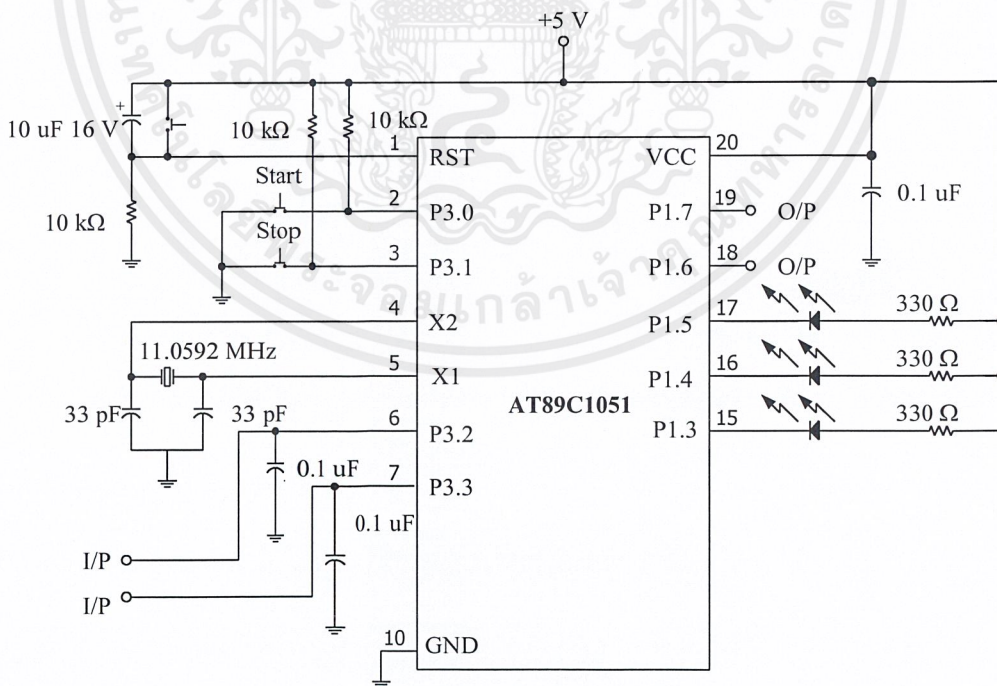
ในการจัดวางตัวตรวจจับนั้น บริเวณเหรียญ 1 บาท และ 5 บาทจะวางตัวตรวจจับ 2 ตัว เพื่อตรวจจับชนิดของเหรียญว่าเป็นเหรียญชนิดใด ส่วนเหรียญ 10 บาทจะต่อตัวตรวจจับเพียงตัวเดียว เพื่อตรวจจับจำนวนเหรียญผ่าน

การทำงานของวงจรในสภาวะปกตินั้นจะให้ลอจิก 1 เมื่อมีเหรียญตกจะเปลี่ยนสภาวะเป็นลอจิก 0 ทำให้ที่ขาบวกของออปแอมป์ไม่มีแรงดันไฟฟ้าเปรียบเสมือนเป็นวงจรอินเวอร์เตอร์จะได้แรงดันไฟฟ้าที่ออกจากออปแอมป์เป็นไฟลบ ทำให้สามารถตรวจนับจำนวนเหรียญได้



รูปที่ 3.15 วงจรตรวจนับการนับเหรียญ

3.15 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

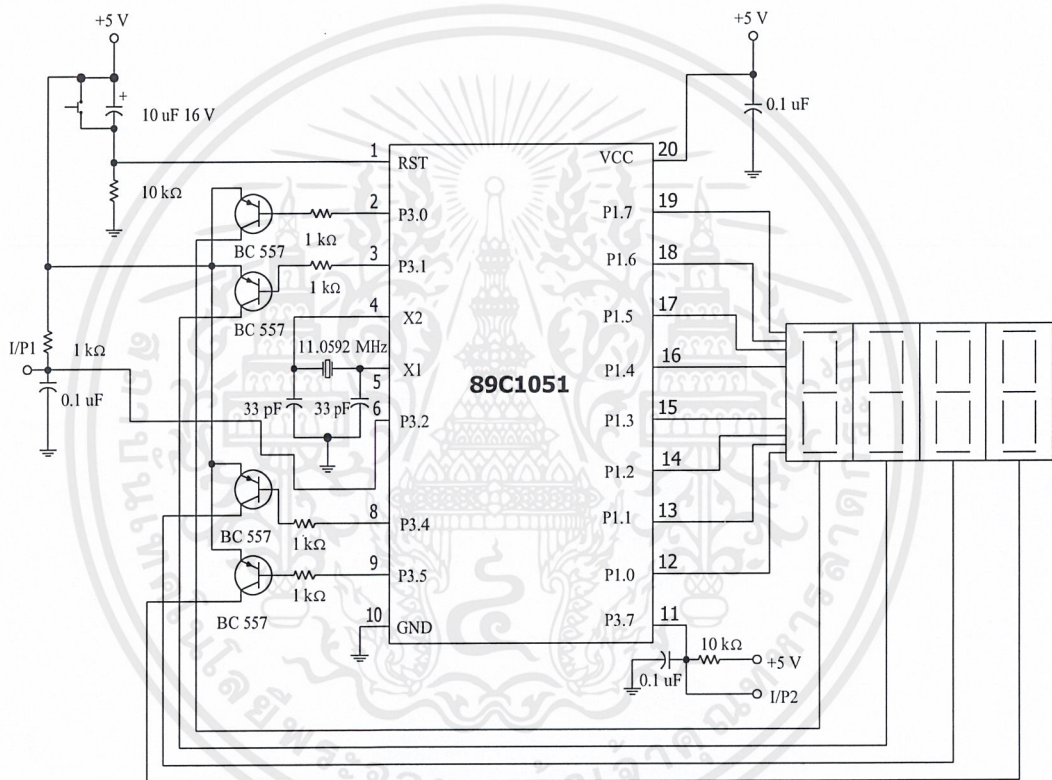


รูปที่ 3.16 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูปที่ 3.16 เป็นวงจรที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่อง โดยมีไอซีเบอร์ AT89C1051 ควบคุมการทำงานของวงจร ซึ่งควบคุมการเปิดปิด และการหมุนของมอเตอร์ ที่ขา 6 และ 7 เป็นขาที่รับข้อมูลตรวจสอบว่ามีเหรียญหรือไม่ ส่วนขา 18 และ 19 จะเป็นขาเอาต์พุตที่ส่งไปควบคุมมอเตอร์

3.16 วงจรแสดงผล



รูปที่ 3.17 วงจรแสดงผล

จากรูปวงจรที่ 3.17 เป็นวงจรแสดงผลการนับจำนวนเหรียญ โดยมีไอซีเบอร์ 89C1051 ควบคุมการทำงานของวงจร การทำงานของวงจร คือ เมื่อมีเหรียญผ่านตัวตรวจจับ สัญญาณจะถูกส่งมาที่ขา 6 ซึ่งจะเป็นลอจิก 0 และแสดงผลที่จอแสดงผลเจ็ดส่วน

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรในส่วนต่างๆ ของโครงการ เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติว่าทำงานตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยจะใช้เครื่องมือทำการทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนของวงจรที่ได้สร้างขึ้น ได้แก่ การตรวจสอบชนิดของเหรียญ การนับจำนวนเหรียญ รวมทั้งในส่วนของการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

4.2 การทดลองของช่องรับเหรียญ

การทำงานในส่วนนี้เป็นการทดลองบันทึกข้อมูลของเหรียญที่ตกลงไปในช่องรับเหรียญที่ความเอียงของมุมต่างๆกัน เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปกำหนดความเอียงของช่องรับเหรียญ เพื่อให้การเทเหรียญเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะว่าช่องรับเหรียญไม่ดีก็อาจจะทำให้การทำงานของระบบขาดเสถียรภาพได้

4.2.1 การทดลอง

- 1) นำช่องรับเหรียญที่ทำมาจากวัสดุต่างๆ และสามารถปรับความเอียงได้ที่มุมต่างๆ มาทำการทดลอง
- 2) ทำการปรับความเอียงของช่องรับเหรียญตามมุมที่ได้กำหนดไว้
- 3) นำเหรียญจำนวน 500 เหรียญเทลงในช่องรับเหรียญ
- 4) ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 ข้อ 2 และข้อ 3 จนครบตามตารางที่ 4.1
- 5) บันทึกค่าลงในตารางที่ 4.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการเทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ

วัสดุที่ใช้ทำช่องรับเหรียญ	มุมที่ทำการเอียง (องศา)	การไหลของเหรียญ
อะครีลิก	90	ไหล
	110	ไหล
	120	ไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองการเทหริยลงในช่องรับหริย

วัสดุที่ใช้ทำช่องรับหริย	มุมที่ทำการเอียง (องศา)	การไหลของหริย
อะคริลิก	140	ไหล
	160	ไม่ไหล
	180	ไม่ไหล
เหล็ก	90	ไหล
	110	ไหล
	120	ไหล
	140	ไหล
	160	ไม่ไหล
	180	ไม่ไหล
สแตนเลส	90	ไหล
	110	ไหล
	120	ไหล
	140	ไหล
	160	ไหล
	180	ไม่ไหล

4.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อทำการเทหริยลงในช่องรับหริยที่มุมเอียงและวัสดุต่างกัน ปรากฏว่า วัสดุที่ใช้ทำช่องรับหริยนั้นมีผลต่อการไหลของหริย นั่นคือวัสดุที่ทำมาจากอะคริลิกและเหล็กจะมีความหนืดมากกว่าวัสดุที่ทำมาจากสแตนเลส ความเอียงก็เช่นเดียวกันจะเห็นว่าถ้าเอียงน้อยเกินไปจะทำให้หริยไม่ไหล หรือถ้าเอียงมากเกินไปจะทำให้หริยทิ้งน้ำหนักลงที่รางลำเอียงหริย ทำให้รางลำเอียงหริยเสียหายได้ จึงเลือกความเอียงที่ตำแหน่ง 140 องศา และใช้วัสดุที่ทำจากสแตนเลส

4.3 การทดลองของรางลำเอียงหริย

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองการลำเอียงหริยลงสู่จานปั่น โดยการปรับความเร็วของมอเตอร์ที่ความต่างกัน เพื่อที่จะนำค่าที่ได้นั้น ไปออกแบบรางลำเอียงหริย การลำเอียงหริย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าความเร็วไม่สัมพันธ์กับเวลาที่กำหนดไว้จะทำให้การทำงานของเครื่องไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

4.3.1 การทดลอง

- 1) ทำการต่อมอเตอร์ของรางลำเลียงเหรียญกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ปรับค่าได้
- 2) ทำการปรับแรงดันที่ค่าต่างๆ ตามตารางที่ 4.2
- 3) เทเหรียญจำนวน 100 เหรียญลงบนรางลำเลียงเหรียญ
- 4) ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 และข้อ 3 จนครบตามตารางที่ 4.2
- 5) บันทึกผลการทดลองลงบนตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองสายพานลำเลียงเหรียญ

แรงดัน (โวลต์)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
5	12
10	10
12	8
15	6
20	5
24	3

4.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองการลำเลียงเหรียญลงสู่จานปั่นนั้น จะเห็นว่าถ้าปรับความเร็วช้าเกินไปจะทำให้เครื่องทำงานไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ แต่ถ้าความเร็วมากเกินไปจะทำให้จานปั่นเกิดการติดขัดของเหรียญ เพราะเหรียญที่ไหลลงสู่จานปั่นมีมากเกินไป ทำให้เกิดการผิดพลาดของเครื่อง ดังนั้นจึงเลือกความเร็ว 8 วินาที โดยใช้แรงดัน 12 โวลต์ เพราะทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้

4.4 การทดลองจานปั่นเหรียญ

จานปั่นเหรียญเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด เพราะว่าเป็นส่วนที่ทำให้เหรียญออกมาทีละเหรียญ เพื่อให้ตัวตรวจจับเหรียญสามารถนับได้ การทดลองโดยการปรับความเร็วของมอเตอร์ที่ความเร็วต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้

4.4.1 การทดลอง

- 1) ปรับความเร็วของมอเตอร์ตามตารางที่ 4.3
- 2) เทเหรียญจำนวน 50 เหรียญลงในจานปั่นเหรียญ
- 3) ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 และข้อ 2
- 4) บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองจานปั่นเหรียญ

แรงดัน (โวลต์)	เวลา (วินาที)
10	10
14	6
18	7
20	5

4.4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อทำการปรับแรงดันมอเตอร์ที่ค่าต่างๆ ผลปรากฏว่า ถ้าความเร็วช้าเกินไปจะทำให้การปั่นเหรียญไม่เป็นไปตามที่กำหนด และมีผลถึงแรงเหวี่ยงของเหรียญมีน้อยเกินไป และถ้าความเร็วมากเกินไป ทำให้เกิดการเสียหายต่อจานปั่นได้ ดังนั้นจึงเลือกความเร็วที่ 14 โวลต์

4.5 การทดลองสวิตช์ควบคุมสายพานลำเลียงเหรียญ

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองจำนวนเหรียญที่ไหลลงสู่จานปั่นเหรียญที่มากที่สุดที่ทำให้ไม่เกิดการผิดพลาดหรือเกิดการติดขัดของเหรียญเกิดขึ้น ซึ่งการทำงานของมอเตอร์จานปั่นเหรียญกับมอเตอร์สายพานลำเลียงเหรียญจะมีความสัมพันธ์กัน ก็คือถ้าในจานปั่นมีเหรียญจำนวนมากเกินไปสวิตช์ควบคุมที่อยู่ในจานปั่นนี้จะตัดการทำงานของสายพานลำเลียงเหรียญชั่วระยะหนึ่งแล้วหมุนต่อ จะเป็นเช่นนี้เรื่อยๆ จนเหรียญหมด

4.5.1 การทดลอง

- 1) เปิดการทำงานของเครื่อง
- 2) เทเหรียญตามจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.4
- 3) สังเกตการหมุนของมอเตอร์จานปั่นและสายพานลำเลียงเหรียญ

4) บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองสวิตช์ควบคุมสายพานลำเลียงเหรียญ

จำนวนเหรียญ	งานป้อนเหรียญ	สายพานลำเลียงเหรียญ
20	หมุน	หมุน
30	หมุน	หยุดชั่วคราว
40	หมุน	หยุดชั่วคราว
50	ติด	หยุดชั่วคราว
60	ติด	หยุดชั่วคราว

4.5.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อนำเหรียญลงสู่งานป้อนจะเห็นว่าสายพานลำเลียงเหรียญจะหยุดชั่วคราวเมื่อมีเหรียญในงานป้อนมากเกินไป เพื่อรอให้งานป้อนทำการป้อนเหรียญออกให้มีจำนวนเหรียญในงานป้อนมีจำนวนน้อยลง และสายพานจะหมุนต่อ จะเห็นว่าจำนวนเหรียญที่มากที่สุดทำให้งานป้อนหมุนอยู่ถึงจำนวน 40 เหรียญ

4.6 การทดลองมอเตอร์ดึงเหรียญ

การทดลองนี้เป็นการทดลองการทำงานของมอเตอร์ดึงเหรียญ โดยการปรับความเร็วของมอเตอร์ การปรับความเร็วของมอเตอร์ดึงเหรียญต้องมีความสัมพันธ์กับงานป้อน ถ้าไม่สัมพันธ์กันจะทำให้การทำงานไม่มีประสิทธิภาพ การทดลองทำโดยการปรับความเร็วให้สัมพันธ์กับมอเตอร์งานป้อนและรางแยกเหรียญ

4.6.1 การทดลอง

1) นำเหรียญ 1 บาท 5 บาท และ 10 บาทอย่างละ 50 เหรียญมาทำการผ่านมอเตอร์ดึงเหรียญที่ความเร็วต่างกัน

2) บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองแรงดันที่ใช้กับมอเตอร์ดึงเหรียญ

แรงดัน (โวลต์)	ดึงเหรียญ 1 บาท	ดึงเหรียญ 5 บาท	ดึงเหรียญ 10 บาท
5	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
10	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
15	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
20	ได้	ได้	ได้
25	ได้	ได้	ได้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองมอเตอร์ดึงเหรียญกับแรงดัน 15 โวลต์

ชนิดของเหรียญ	ช่อง 1 บาท	ช่อง 5 บาท	ช่อง 10 บาท	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
เหรียญ 1 บาท 50 เหรียญ	50	-	-	0 %
เหรียญ 5 บาท 50 เหรียญ	-	-	-	100 %
เหรียญ 10 บาท 50 เหรียญ	-	-	-	100 %

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองมอเตอร์ดึงเหรียญกับแรงดัน 20 โวลต์

ชนิดของเหรียญ	ช่อง 1 บาท	ช่อง 5 บาท	ช่อง 10 บาท	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
เหรียญ 1 บาท 50 เหรียญ	50	-	-	0 %
เหรียญ 5 บาท 50 เหรียญ	-	50	-	0 %
เหรียญ 10 บาท 50 เหรียญ	-	-	48	4 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองมอเตอร์ดึงเหรียญกับรางที่แรงดัน 25 โวลต์

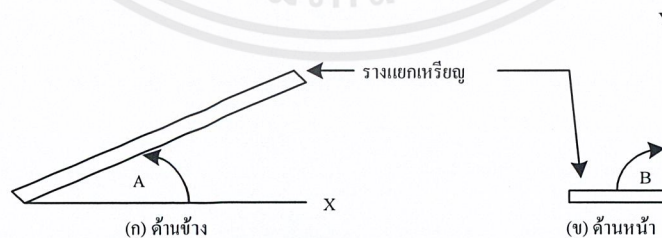
ชนิดของเหรียญ	ช่อง 1 บาท	ช่อง 5 บาท	ช่อง 10 บาท	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
เหรียญ 1 บาท 50 เหรียญ	20	5	3	60 %
เหรียญ 5 บาท 50 เหรียญ	-	30	2	40 %
เหรียญ 10 บาท 50 เหรียญ	-	-	25	50 %

4.6.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นถ้าความเร็วของมอเตอร์ช้าเกินไปทำให้แรงดึงไม่มากพอ และถ้าเร็วเกินไปทำให้ไม่สามารถแยกชนิดของเหรียญได้จึงเลือกที่แรงดัน 20 โวลต์ เพราะถือว่าเหมาะสมที่สุด

4.7 การทดลองรางแยกเหรียญ

การทดลองของรางแยกเหรียญนี้ทำได้โดยการทำรางแบบต่างๆ ที่ได้จัดทำขึ้นมา โดยให้รางมีความเอียง 2 ระดับ คือ เอียงในแนวระนาบทำมุมกับแนวนอนแกน X และเอียงทำมุมกับแนวตั้งแกน Y ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความเอียงของรางแยกเหรียญทั้ง 2 มุม

4.7.1 การทดลอง

- 1) นำรังที่ทำมาจากวัสดุต่างๆ มาวางในตำแหน่งที่กำหนด
- 2) เที่ยงรังตามตารางที่ 4.9
- 3) เทเหรีญลงในรังแยกเหรีญ และบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองรังแยกเหรีญ

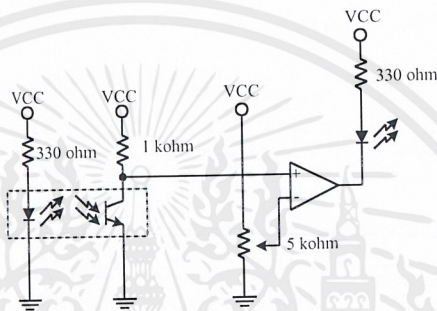
มูม A (องศา)	มูม B (องศา)	อาการ	เหรีญ	สแตนด์
20	90	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
20	110	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
20	130	แยกได้	แยกไม่ได้	แยกได้
20	160	แยกไม่ได้	แยกได้	แยกได้
30	90	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
30	110	แยกไม่ได้	แยกได้	แยกได้
30	130	แยกได้	แยกได้	แยกได้
30	160	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
45	90	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
45	110	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
45	130	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
45	160	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
60	90	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
60	110	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
60	130	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้
60	160	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้	แยกไม่ได้

4.7.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองการเอียงรังที่มุมต่างๆ จะเห็นว่ามุมต้องมีความสัมพันธ์กัน ถ้ามุมของ A เอียงมาก จะทำให้แยกเหรีญไม่ได้ เพราะการไหลของเหรีญจะเร็วเกินไป เช่นเดียวกับมุม B ถ้าการเอียงของมุมน้อยก็จะทำให้การแยกเหรีญไม่ได้เช่นกัน

4.8 การทดลองตัวตรวจจับการนับเหรียญ

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองของตัวตรวจจับเหรียญเพื่อนำค่าที่ได้ไปเขียนโปรแกรม ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เปรียบเทียบชนิดของเหรียญขณะที่เหรียญกำลังไหล เอาต์พุตของตัวตรวจจับการนับเหรียญจะแสดงผลบนแอลอีดีในช่องเหรียญ 1 บาทจะทำการติดตัวตรวจจับเหรียญ 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับตรวจจับความกว้างของเหรียญ กรณีของช่องเหรียญ 5 บาทก็เช่นเดียวกัน สำหรับเหรียญ 10 บาทจะมีเพียง 1 ตัว เพราะช่องเหรียญ 10 บาทอยู่ตำแหน่งสุดท้าย



รูปที่ 4.2 วงจรตัวตรวจจับการนับเหรียญ

4.8.1 การทดลอง

- 1) ต่อแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ให้กับวงจรตัวตรวจจับการนับเหรียญ
- 2) ทำการเทเหรียญชนิดต่างๆ
- 3) บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองตัวตรวจจับการนับเหรียญ

เหรียญ (บาท)	ช่อง 1 บาท		ช่อง 5 บาท		ช่อง 10 บาท
	แอลอีดี 1	แอลอีดี 2	แอลอีดี 1	แอลอีดี 2	แอลอีดี
1	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
5	ติดก่อน	ติดหลัง	ดับ	ติด	ดับ
10	ติดก่อน	ติดหลัง	ติดก่อน	ติดหลัง	ติด

4.8.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง จะเห็นว่า การไหลผ่านของเหรียญมีความแน่นอน ทำให้สามารถที่จะนับเหรียญได้นั้นคือ ในช่องเหรียญ 1 บาท ถ้าแอลอีดี 1 และแอลอีดี 2 ติด จะทำให้ไม่เกิดการนับของเหรียญ แต่ถ้าแอลอีดี 2 ติดทำให้เกิดการนับของเหรียญ ในกรณีของเหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาทก็เช่นเดียวกัน

4.9 การทดลองแยกเหรียญ

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องโดยรวม นั่นก็คือ เป็นการทดลองของรางวัลเหรียญ งานปั้นเหรียญ มอเตอร์ตั้งเหรียญ และรางวัลแยกเหรียญ

4.9.1 การทดลอง

- 1) เปิดสวิตช์ให้เครื่องทำงาน
- 2) เทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ
- 3) สังเกตดูการไหลของเหรียญว่าไหลลงรางวัลแยกเหรียญหมด
- 4) จับเวลา และบันทึกผลลงในตารางที่ 4.11
- 5) ทำตามข้อ 1-3 และบันทึกผลลงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองการแยกเหรียญชนิดเดียวกัน

จำนวนเหรียญ (เหรียญ)	เวลา (วินาที)		
	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
50	14	14	15
100	27	29	30
150	42	43	43
200	58	58	60
250	73	74	74
300	88	89	90
1000	300	600	540
2000	600	1200	1080

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองการแยกเหรียญคละชนิดกัน

จำนวนเหรียญ				ใช้เวลาแยกรวม (วินาที)
1 บาท	5 บาท	10 บาท	รวม	
20	15	15	50	18
40	30	30	100	35
50	50	50	150	49
80	60	60	200	68
100	75	75	250	80
100	100	100	300	103
400	300	300	1000	270
800	600	600	2000	540

4.9.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ถ้าเป็นเหรียญชนิดเดียวกันจะใช้นเวลาน้อยกว่าเหรียญที่คละชนิดกัน เพราะไม่ต้องเสียเวลาในการแยกเหรียญ และเหรียญ 1 บาทจะใช้นเวลาน้อยที่สุดในการแยกเหรียญ เพราะเหรียญ 1 บาทมีน้ำหนักเบาที่สุด จึงทำให้การดึงเหรียญมีความเร็วขึ้น

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

ปฏิญานินพันธ์ เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน มีหลักการทำงานคือ เมื่อผู้ใช้บริการเทเหรียญที่ต้องการแยกกลงไป เครื่องจะทำการป้อนเหรียญเพื่อให้เหรียญเรียงออกมาทีละเหรียญ ซึ่งจะสะดวกในการแยกและนับเหรียญ โดยสามารถแยกเหรียญได้ 3 ชนิด คือ เหรียญ 1 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท จากนั้นจะทำการนับ การนับของเครื่องจะนับเป็นจำนวนเหรียญ

อย่างไรก็ตามเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติที่ได้จัดทำขึ้นมานี้ ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง คณะผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไข และแนวทางในการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

1) ปัญหา การทำงานของงานป้อนเหรียญยังเกิดการติดขัดของเหรียญ เนื่องจากจำนวนของเหรียญที่ไหลลงสู่งานป้อนเหรียญยังมีมากเกินไป

แนวทางแก้ไข ใช้สวิตช์ควบคุมเมื่อมีเหรียญในงานป้อนมากเกินไป เหรียญจะไปแตะกับสวิตช์ ทำให้มอเตอร์ที่ลำเลียงเหรียญลงสู่งานป้อนหยุดหมุนชั่วคราว เพื่อลดปริมาณของเหรียญที่ไหลลงสู่งานป้อน

2) ปัญหา มอเตอร์ที่ใช้ในการดึงเหรียญมีแรงไม่พอ ทำให้ไม่สามารถดึงเหรียญลงรางแยกเหรียญได้

แนวทางแก้ไข เพิ่มแรงดันของมอเตอร์ที่ใช้ดึงเหรียญ

3) ปัญหา ไมโครสวิตช์ไม่สามารถตรวจสอบจำนวนของเหรียญในงานป้อนเหรียญ เนื่องจากหน้าสัมผัสของไมโครสวิตช์แข็งเกินไป

แนวทางแก้ไข ตกแต่งไมโครสวิตช์ให้มีหน้าสัมผัสอ่อนลง

4) ปัญหา กล่องรับเหรียญไม่สามารถรองรับเหรียญได้ตามที่กำหนดไว้

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนกล่องรับเหรียญให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

5) ปัญหา รางแยกเหรียญไม่สามารถแยกเหรียญได้ เพราะการจัดวางตำแหน่งไม่เหมาะสม
แนวทางแก้ไข ทำการจัดวางตำแหน่งของรางแยกเหรียญใหม่

6) ปัญหา ช่องทางออกของรางแยกเหรียญเกิดการติดขัดของเหรียญ เพราะว่าช่องมีขนาดเล็กเกินไป

แนวทางแก้ไข ทำช่องทางออกของเหรียญให้มีขนาดใหญ่กว่าเดิม

7) ปัญหา ไม่สามารถตรวจนับเหรียญได้ เนื่องจากใช้ตัวตรวจจับแบบโฟโตทรานซิสเตอร์
แนวทางแก้ไข ใช้แอลอีดีอินฟราเรดแทนโฟโตทรานซิสเตอร์

8) ปัญหา วงจรภาคจ่ายไฟร้อนมาก ขณะที่เครื่องทำงาน
แนวทางแก้ไข จัดทำภาคจ่ายไฟขึ้นมาใหม่

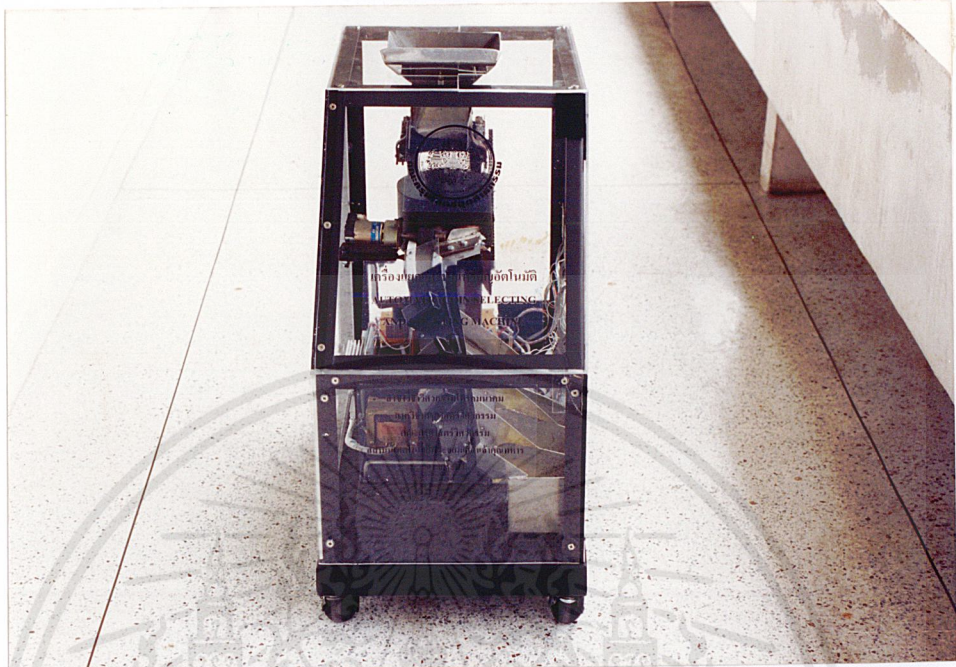
5.3 แนวทางการพัฒนา

- 1) การตรวจสอบเหรียญควรตรวจสอบเหรียญจริงและเหรียญปลอมด้วย
- 2) วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของเครื่อง ควรใช้วัสดุที่น้ำหนักเบา
- 3) สามารถแสดงผลเป็นจำนวนเงิน
- 4) สามารถแยกชนิดของเหรียญได้มากขึ้น

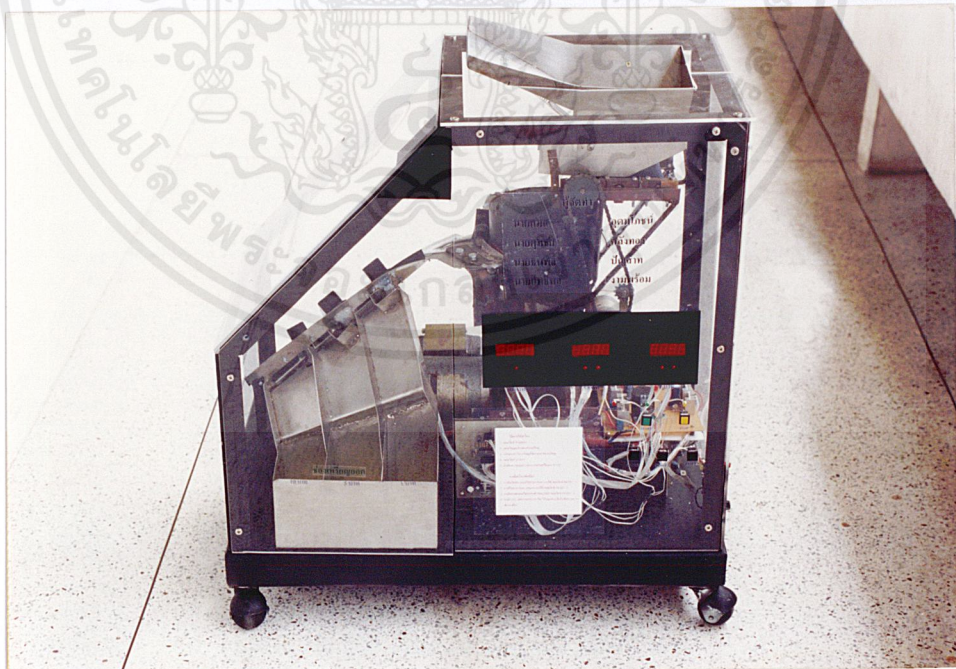


ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

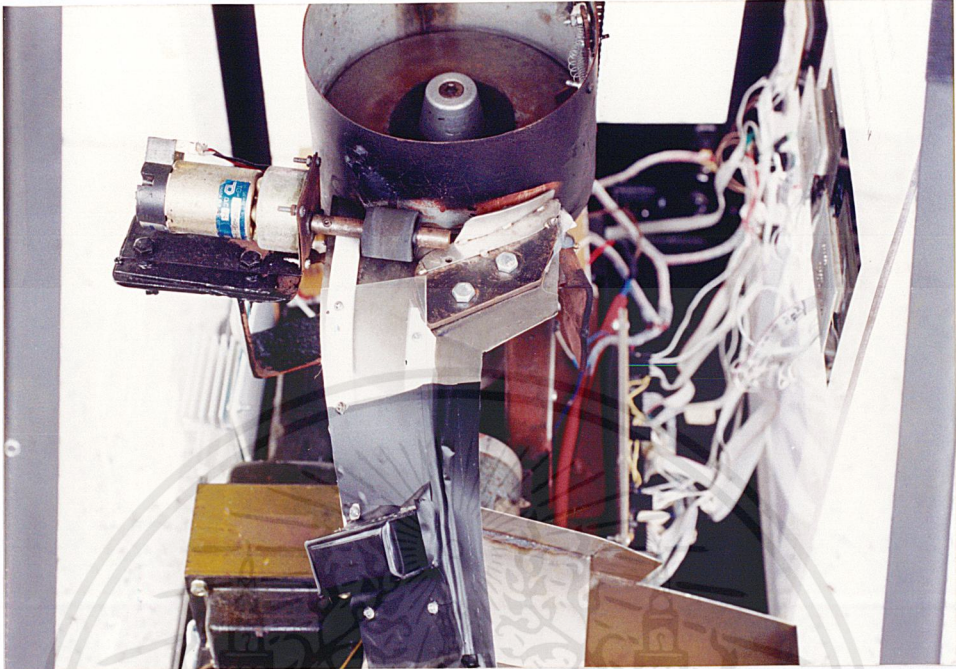


รูปที่ ก.1 เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

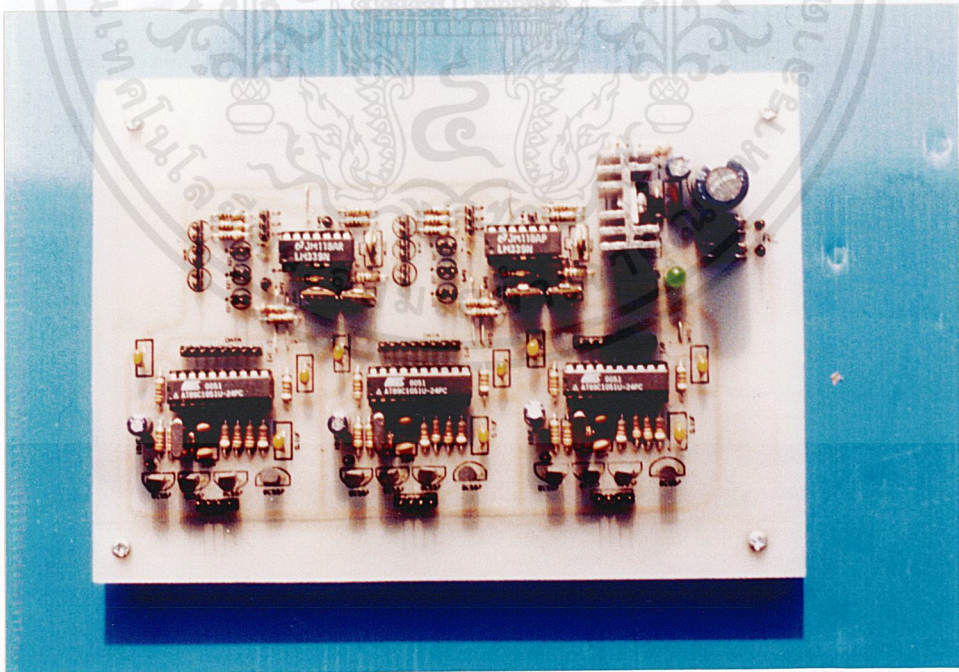


รูปที่ ก.2 ด้านหน้าของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

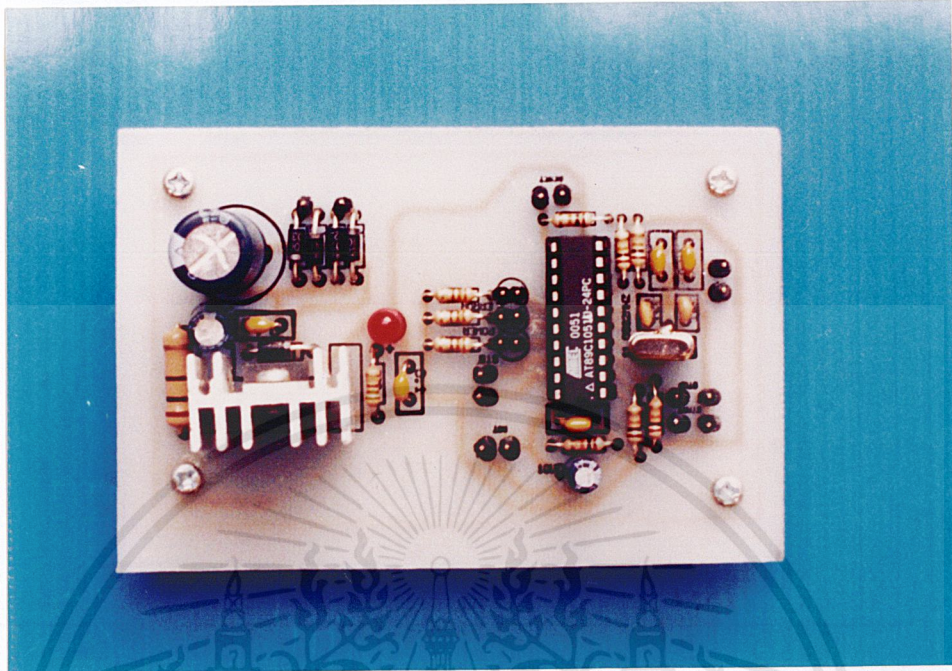


รูปที่ ก.3 งานป่น และช่องรับเหรียญ

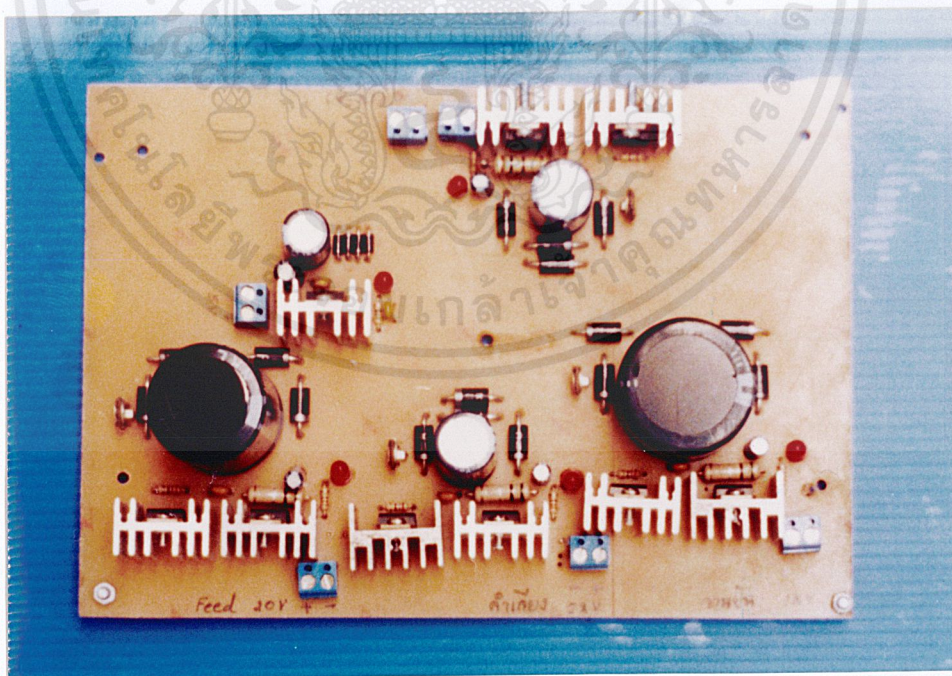


รูปที่ ก.4 แผงวงจรพิมพ์ภาคตรวจจับการนับเหรียญและแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคสวิตช์ควบคุมการทำงานของเครื่อง



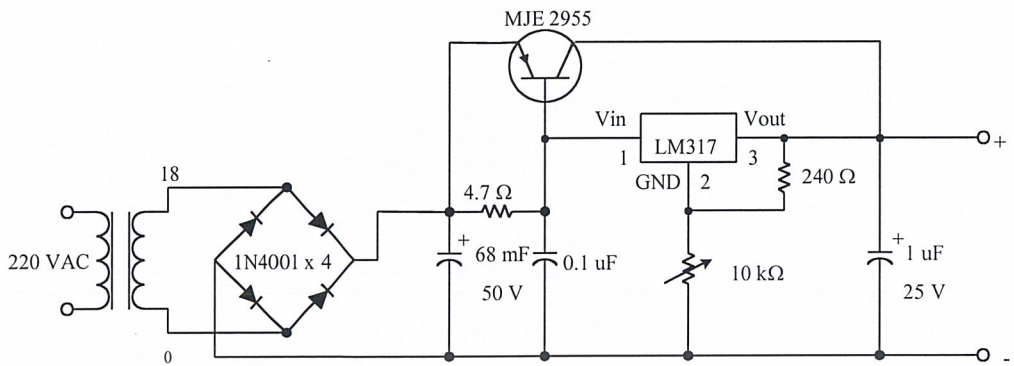
รูปที่ ก.6 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

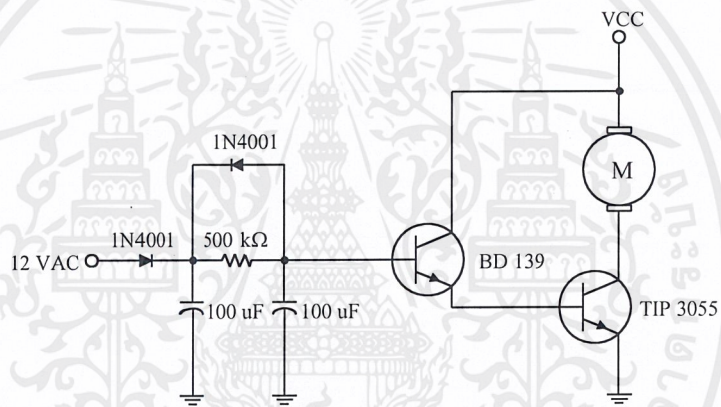


ภาคผนวก ข
วงจร และแผ่นวงจร

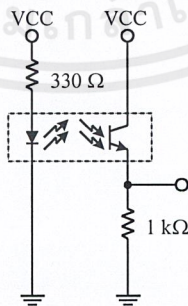
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

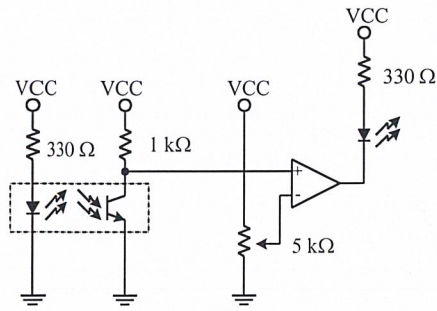


รูปที่ ข.2 วงจรหน่วงสายพานลำเลียง

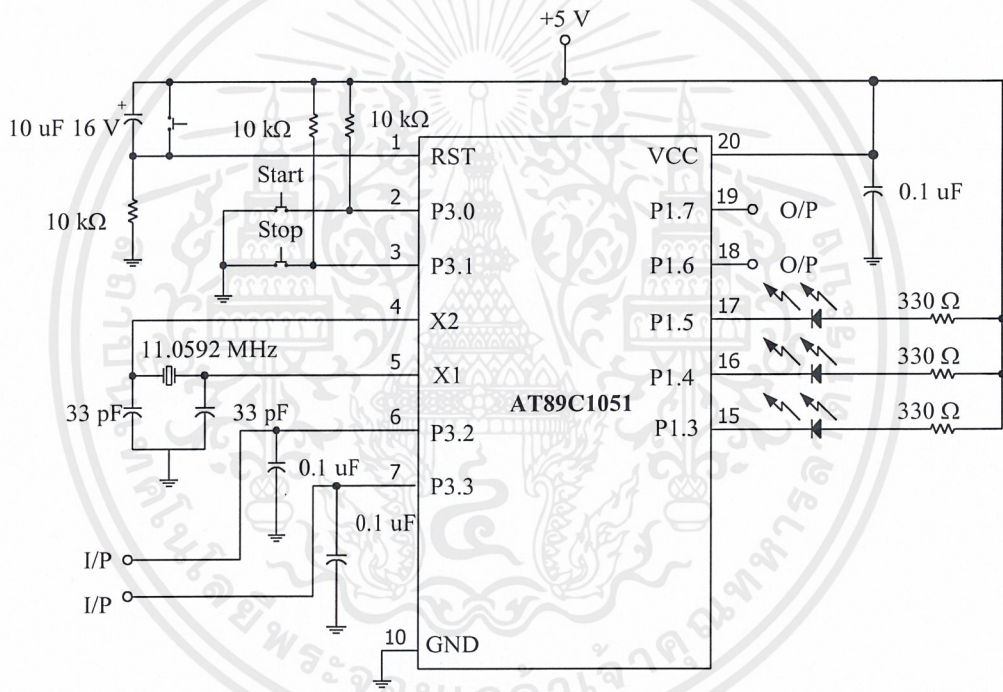


รูปที่ ข.3 วงจรตรวจจับเหรียญผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

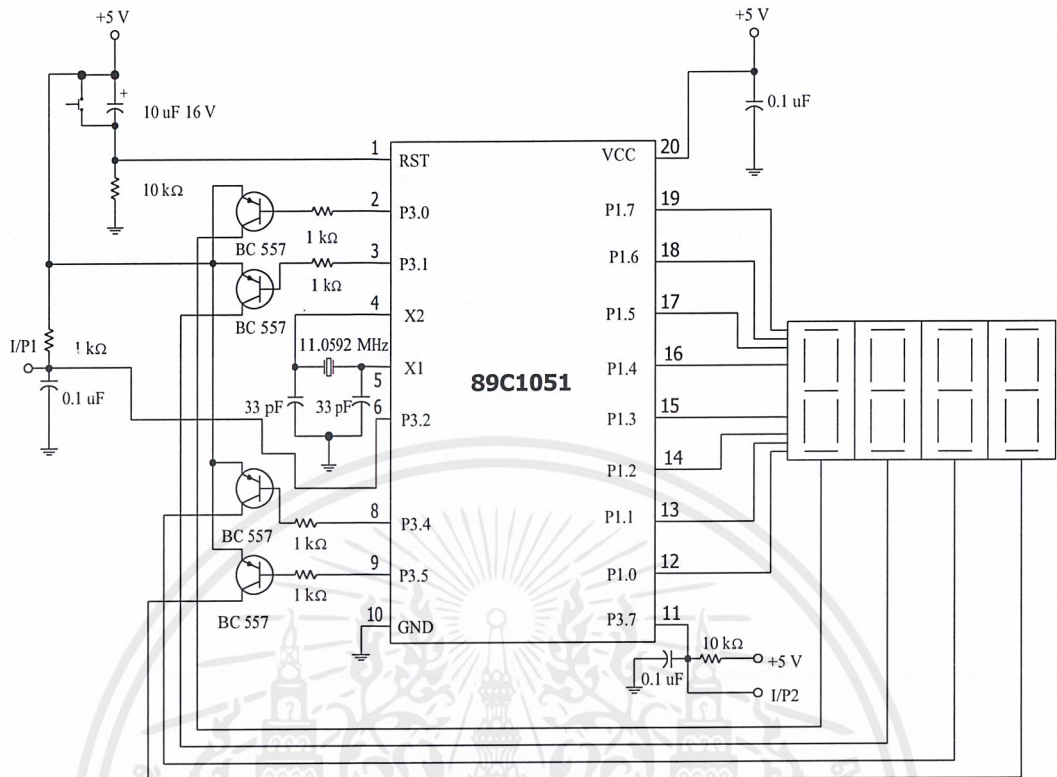


รูปที่ ข.4 วงจรตรวจับการนับเหรียญ



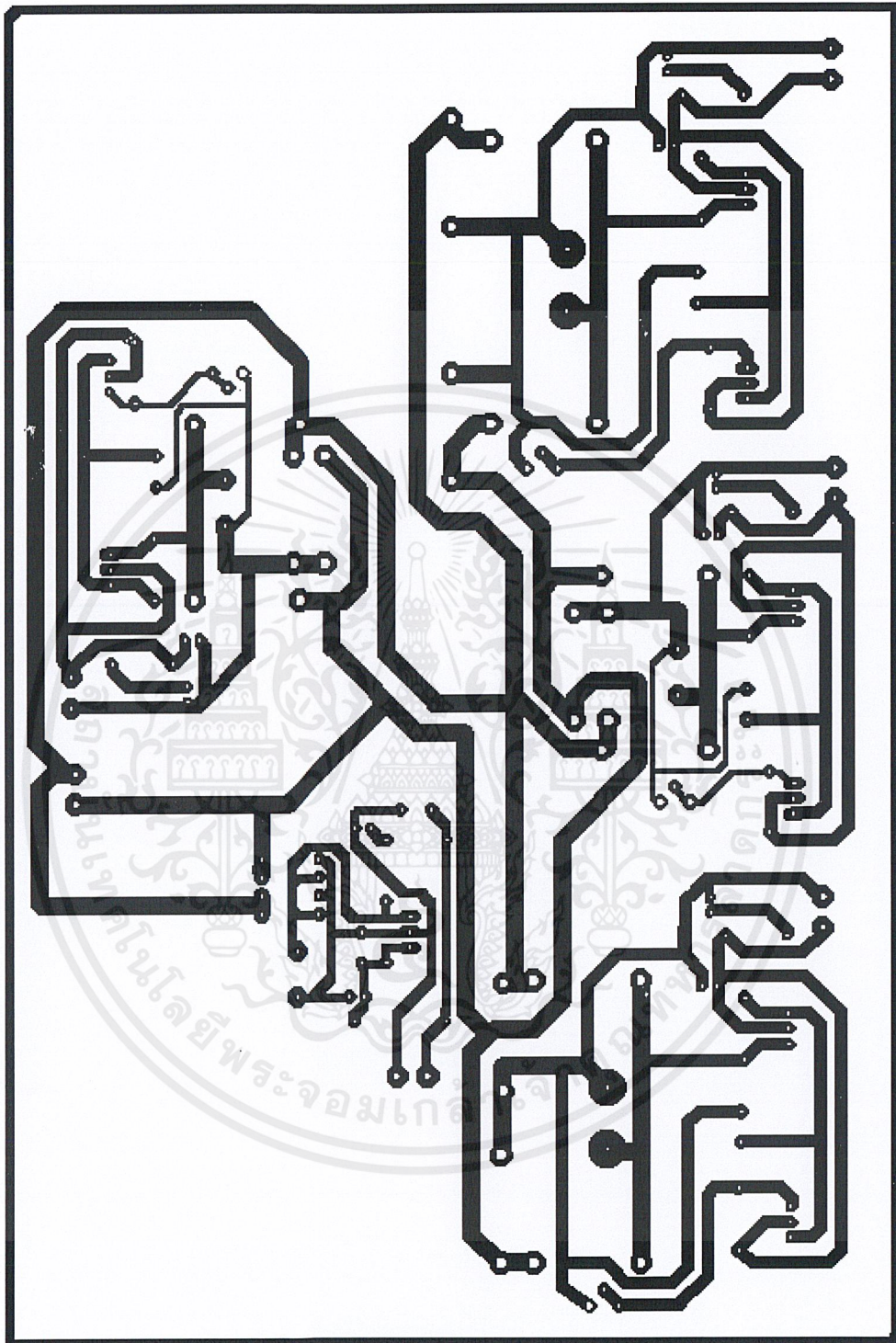
รูปที่ ข.5 วงจรภาคควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



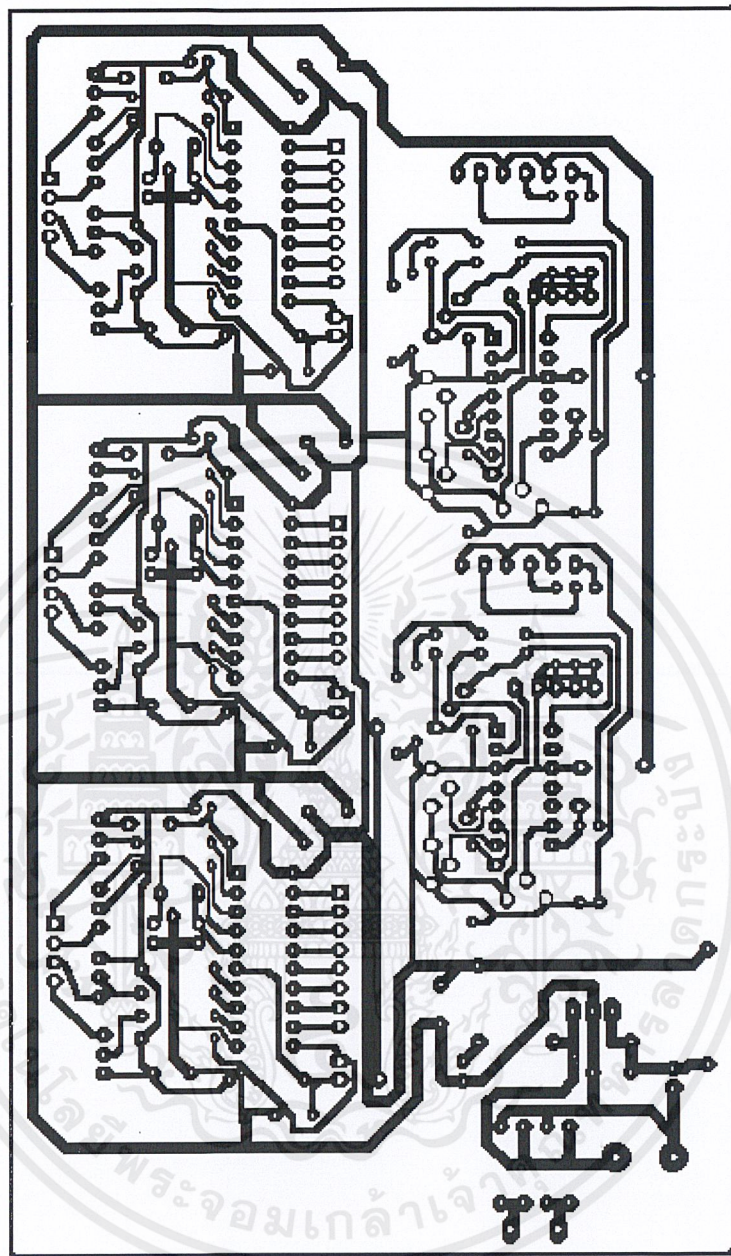
รูปที่ ข.6 วงจรภาคแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 ลายวงจรพิมพ์ของภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 ลายพิมพ์วงจรของภาคแสดงผลและตรวจจับเหรียญ

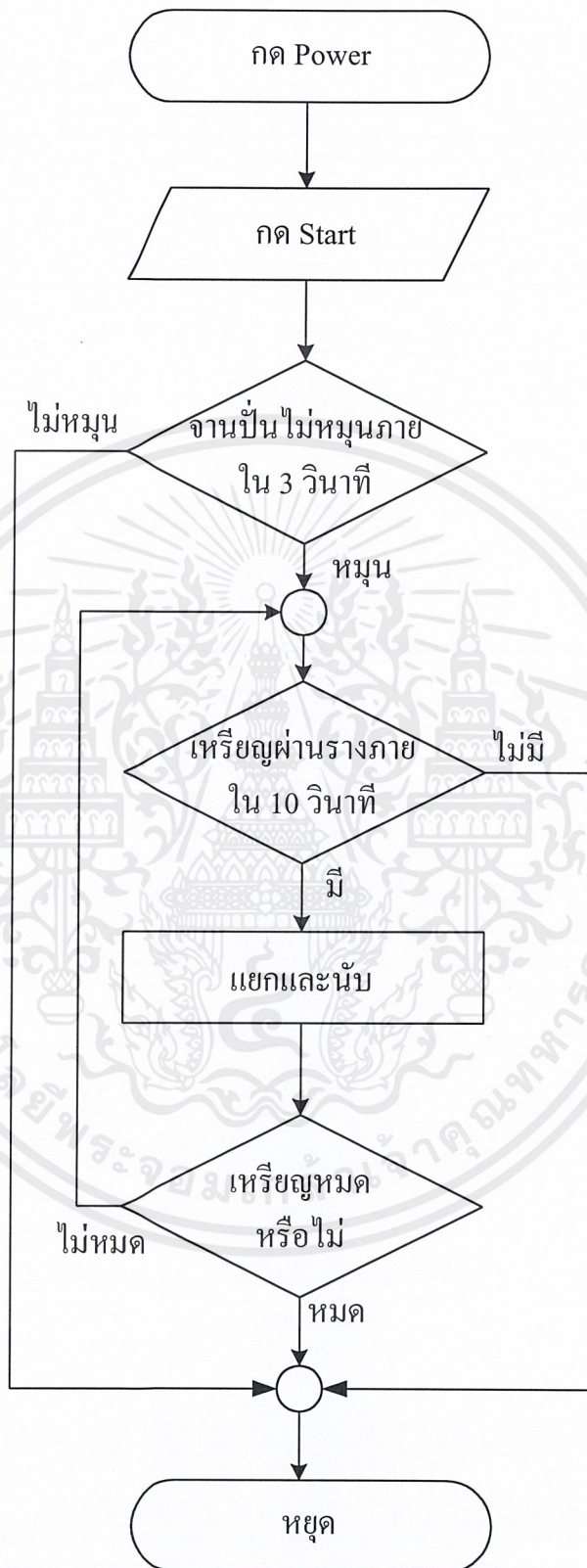
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

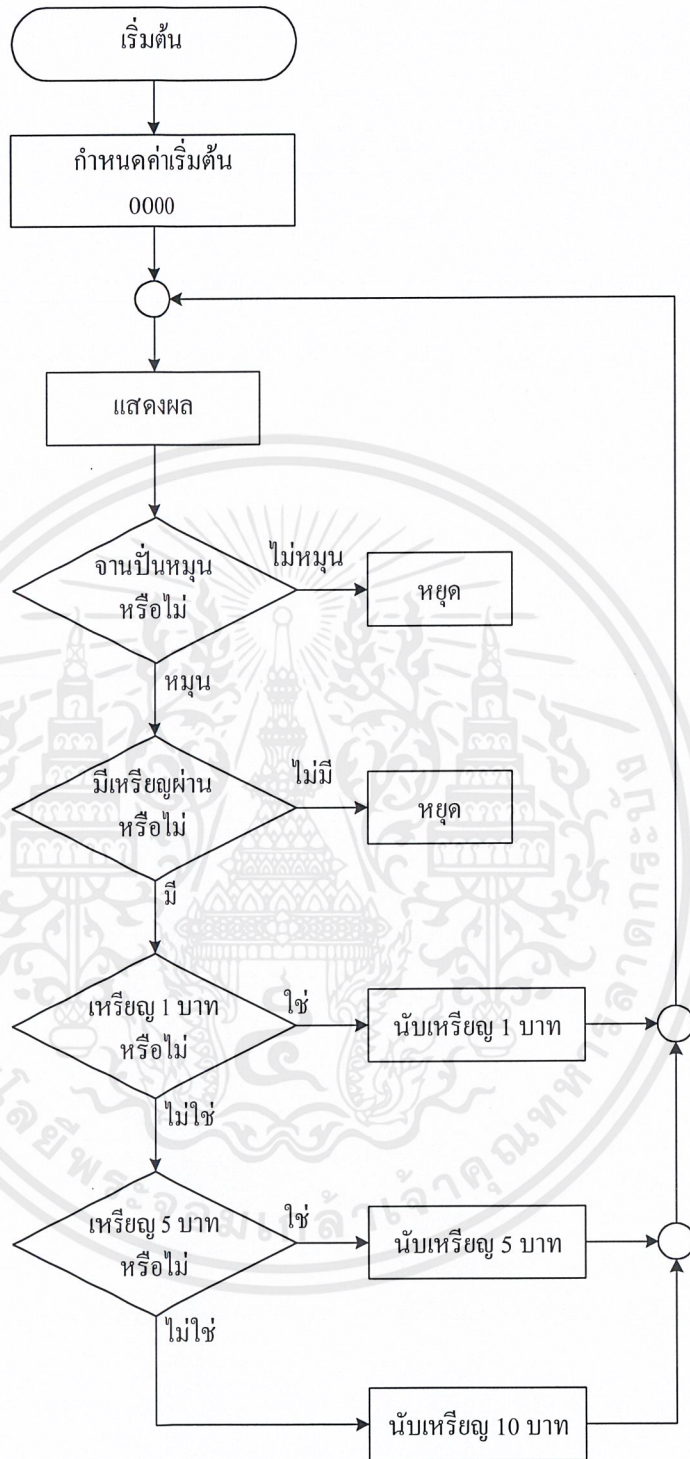
ผังการทำงาน และโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ฟังก์การทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

```

ORG          0000H
AJMP        MAIN
ORG          0003H
AJMP        INT_0
ORG          000BH
AJMP        T0_INT
ORG          001BH
AJMP        T1_INT
CR          EQU          13
LF          EQU          10
NL          EQU          12
ADC_W      EQU          090H
ADC_R      EQU          091H
EE_W       EQU          0A0H
EE_R       EQU          0A1H
RTC_R      EQU          0D1H
RTC_W      EQU          0D0H
I2C_ADDR   EQU          30H
I2C_DATA   EQU          31H
SCL        EQU          P1.0
SDA        EQU          P1.1
CS_LCD     EQU          P1.3
RS_LCD     EQU          P1.2
ORG          0020H
FLAG:
DS         1
N_ACK     EQU          FLAG.0
RST       EQU          P1.0
CLK       EQU          P1.2
IO        EQU          P1.1
INPUT     EQU          P0
LED       EQU          P2.0
OP        EQU          P2.1
EQU       30H
MAIN:
MOV       DPTR,#0H
LCALL    POR
MOV       TMOD,#011H
MOV       TH1,#250
MOV       TL1,#0
SETB     EA
SETB     ET1
SETB     EX0
SETB     IT0
SETB     ET0
MOV       R7,#8
MOV       R0,#19
CLR       A
IN_LOOP:
MOV       @R0,A
INC       R0
DJNZ     R7,IN_LOOP
MOV       R7,#10
SETB     TR1
SETB     TR0
MOV       S_COUNT,#1
MOV       BUFFER1,#0H
MOV       BUFFER0,#0H
ML:
ACALL    CONV
SJMP     ML
SCAN:
S_COUNT EQU          19
DG1     EQU          1111110B
DG2     EQU          11111101B
DG3     EQU          11101111B
DG4     EQU          11011111B
MOV     A,S_COUNT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CJNE	A,#1,SC2	
MOV	P1,#0FFH	
MOV	S_COUNT,#2	
MOV	P3,#DG1	
MOV	P1,DISP1	
RET		
SC2:		
CJNE	A,#2,SC3	
MOV	P1,#0FFH	
MOV	S_COUNT,#3	
MOV	P3,#DG2	
MOV	P1,DISP2	
RET		
SC3:		
CJNE	A,#3,SC4	
MOV	P1,#0FFH	
MOV	S_COUNT,#4	
MOV	P3,#DG3	
MOV	P1,DISP3	
RET		
SC4:		
MOVC	A,@A+DPTR	
CJNE	A,#4,\$+3	
MOV	P1,#0FFH	
MOV	S_COUNT,#1	
MOV	P3,#DG4	
MOV	P1,DISP4	
RET		
CONV:		
DISP1	EQU	20
DISP2	EQU	21
DISP3	EQU	22
DISP4	EQU	23
BUFFER0	EQU	24
BUFFER1	EQU	25
MOV	A,BUFFER1	
ANL	A,#0F0H	
SWAP	A	
MOV	DPTR,#S_TAB	
MOVC	A,@A+DPTR	
SETB	ACC.7	
MOV	DISP4,A	
MOV	A,BUFFER1	
ANL	A,#0FH	
MOV	DPTR,#S_TAB	
MOVC	A,@A+DPTR	
SETB	ACC.7	
MOV	DISP3,A	
MOV	A,BUFFER0	
ANL	A,#0F0H	
SWAP	A	
MOV	DPTR,#S_TAB	
SETB	ACC.7	
MOV	DISP2,A	
MOV	A,BUFFER0	
ANL	A,#0FH	
MOV	DPTR,#S_TAB	
MOVC	A,@A+DPTR	
SETB	ACC.7	
MOV	DISP1,A	
RET		
S_TAB:		
DB	040H,079H,024H,030H,019H	
DB	012H,002H,078H,000H,010H	
T1_INT:		
MOV	TH1,#250	
ACALL	SCAN	
RETI		
T0_INT:		
DJNZ	R7,E_T0	
MOV	R7,#10	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปไซประยชนดานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      A,BUFFER0
ADD      A,#10
DA
MOV      BUFFER0,A
CLR      A
ADDC    A,BUFFER1
DA
MOV      BUFFER1,A
E_T0:
RETI
INT_0:
CHK      EQU          P3.7
JNB     CHK,E_INT0
MOV     A,BUFFER0
ADD     A,#1
DA
MOV     BUFFER0,A
CLR     A
ADDC   A,BUFFER1
DA
MOV     BUFFER1,A
E_INT0:
RETI
POR:
INC     DPTR
POR1:
MOV     A,DPH
ORL    A,DPL
JNZ    POR
RET
END

```

รูปที่ ๓.3 โปรแกรมการทำงานของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ



ภาคผนวก ง
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

1) วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ตัวความต้านทาน

0.47 Ω	4 ตัว
240 Ω	4 ตัว
330 Ω	5 ตัว
10 Ω 1 W	1 ตัว
10 k Ω	4 ตัว

ตัวเก็บประจุ

0.1 μ F	5 ตัว
10 μ F	4 ตัว
100 μ F	1 ตัว
220 μ F/25 V	1 ตัว
4700 μ F/25 V	2 ตัว
6800 μ F/80 V	1 ตัว
10000 μ F/80 V	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

1N4001	1 ตัว
1N5401	16 ตัว
LED	5 ตัว
MJE 2955	4 ตัว
LM 317	4 ตัว
7805	1 ตัว

2) วงจรควบคุม

ตัวความต้านทาน

10 Ω	1 ตัว
330 Ω	4 ตัว
10 k Ω	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

33 pF	2 ตัว
0.1 μ F	5 ตัว
10 μ F	1 ตัว
1000 μ F	1 ตัว
2200 μ F/25 V	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

LED	3 ตัว
89C1051	1 ตัว
7805	1 ตัว

วัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ

X-TAL	11.059 MHz
-------	------------

3) วงจรขยาย

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

BD 139	2 ตัว
TIP 3055	2 ตัว

4) วงจรตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ

ตัวความต้านทาน

330 Ω	1 ตัว
10 Ω 5 W	2 ตัว

ตัวเก็บประจุ

0.1 μF	2 ตัว
100 μF	1 ตัว
2200 $\mu\text{F}/25\text{ V}$	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

1N4001	5 ตัว
LED	1 ตัว
TIP 2955	1 ตัว
7805	1 ตัว

5) วงจรตรวจจับเหรียญ

ตัวความต้านทาน

10 Ω	1 ตัว
100 Ω	6 ตัว
330 Ω	7 ตัว
1 k Ω	15 ตัว
5 k Ω	6 ตัว
10 k Ω	9 ตัว
1M Ω	6 ตัว

ตัวเก็บประจุ

33 pF	6 ตัว
0.1 μF	11 ตัว
100 μF	1 ตัว
10 $\mu\text{F}/16\text{ V}$	3 ตัว
2200 $\mu\text{F}/25\text{ V}$	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

1N4001	4 ตัว
LED	19 ตัว
BC 557	12 ตัว
89C1051	3 ตัว
7805	1 ตัว

วัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ

X-TAL	11.059 MHz
-------	------------



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302 Low Power Low Offset Voltage Quad Comparators

General Description

The LM139 series consists of four independent precision voltage comparators with an offset voltage specification as low as 2 mV max for all four comparators. These were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. These comparators also have a unique characteristic in that the input common-mode voltage range includes ground, even though operated from a single power supply voltage.

Application areas include limit comparators, simple analog to digital converters; pulse, squarewave and time delay generators; wide range VCO; MOS clock timers; multivibrators and high voltage digital logic gates. The LM139 series was designed to directly interface with TTL and CMOS. When operated from both plus and minus power supplies, they will directly interface with MOS logic— where the low power drain of the LM339 is a distinct advantage over standard comparators.

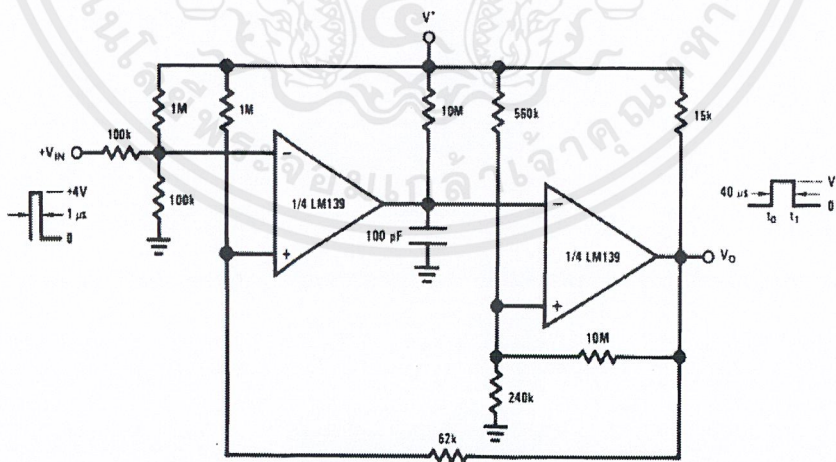
Features

- Wide supply voltage range
- LM139/139A Series 2 to 36 V_{DC} or ±1 to ±18 V_{DC}
- LM2901: 2 to 36 V_{DC} or ±1 to ±18 V_{DC}
- LM3302: 2 to 28 V_{DC} or ±1 to ±14 V_{DC}
- Very low supply current drain (0.8 mA) — independent of supply voltage
- Low input biasing current: 25 nA
- Low input offset current: ±5 nA
- Offset voltage: ±3 mV
- Input common-mode voltage range includes GND
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Low output saturation voltage: 250 mV at 4 mA
- Output voltage compatible with TTL, DTL, ECL, MOS and CMOS logic systems

Advantages

- High precision comparators
- Reduced V_{OS} drift over temperature
- Eliminates need for dual supplies
- Allows sensing near GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

One-Shot Multivibrator with Input Lock Out



DS005706-12

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

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

	LM139/LM239/LM339 LM139A/LM239A/LM339A LM2901	LM3302
Supply Voltage, V^*	$36 V_{DC}$ or $\pm 18 V_{DC}$	$28 V_{DC}$ or $\pm 14 V_{DC}$
Differential Input Voltage (Note 8)	$36 V_{DC}$	$28 V_{DC}$
Input Voltage	$-0.3 V_{DC}$ to $+36 V_{DC}$	$-0.3 V_{DC}$ to $+28 V_{DC}$
Input Current ($V_{IN} < -0.3 V_{DC}$, (Note 3))	50 mA	50 mA
Power Dissipation (Note 1)		
Molded DIP	1050 mW	1050 mW
Cavity DIP	1190 mW	
Small Outline Package	760 mW	
Output Short-Circuit to GND, (Note 2)	Continuous	Continuous
Storage Temperature Range	-65°C to $+150^\circ\text{C}$	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	260°C	260°C
Operating Temperature Range		-40°C to $+85^\circ\text{C}$
LM339/LM339A	0°C to $+70^\circ\text{C}$	
LM239/LM239A	-25°C to $+85^\circ\text{C}$	
LM2901	-40°C to $+85^\circ\text{C}$	
LM139/LM139A	-55°C to $+125^\circ\text{C}$	
Soldering Information		
Dual-In-Line Package		
Soldering (10 seconds)	260°C	260°C
Small Outline Package		
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C	220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.		
ESD rating (1.5 k Ω in series with 100 pF)	600V	600V

Electrical Characteristics

($V^* = 5 V_{DC}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise stated)

Parameter	Conditions	LM139A			LM239A, LM339A			LM139			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 9)	1.0	2.0		1.0	2.0		2.0	5.0		mV _{DC}
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ with Output in Linear Range, (Note 5), $V_{CM} = 0V$	25	100		25	250		25	100		nA _{DC}
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $V_{CM} = 0V$	3.0	25		5.0	50		3.0	25		nA _{DC}
Input Common-Mode Voltage Range	$V^* = 30 V_{DC}$ (LM3302, $V^* = 28 V_{DC}$) (Note 6)	0	$V^* - 1.5$		0	$V^* - 1.5$		0	$V^* - 1.5$		V _{DC}
Supply Current	$R_L = \infty$ on all Comparators, $R_L = \infty$, $V^* = 36V$, (LM3302, $V^* = 28 V_{DC}$)	0.8	2.0		0.8	2.0		0.8	2.0		mA _{DC}
					1.0	2.5		1.0	2.5		mA _{DC}
Voltage Gain	$R_L \geq 15 k\Omega$, $V^* = 15 V_{DC}$ $V_o = 1 V_{DC}$ to $11 V_{DC}$	50	200		50	200		50	200		V/mV
Large Signal Response Time	$V_{IN} = \text{TTL Logic Swing}$, $V_{REF} = 1.4 V_{DC}$, $V_{RL} = 5 V_{DC}$, $R_L = 5.1 k\Omega$	300			300			300			ns
Response Time	$V_{RL} = 5 V_{DC}$, $R_L = 5.1 k\Omega$, (Note 7)	1.3			1.3			1.3			μs

Electrical Characteristics (Continued)											
(V* = 5 V _{DC} , T _A = 25°C, unless otherwise stated)											
Parameter	Conditions	LM139A		LM239A, LM339A		LM139		Units			
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		Min	Typ	Max
Output Sink Current	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, V _O ≤ 1.5 V _{DC}	6.0	16		6.0	16		6.0	16		mA _{DC}
Saturation Voltage	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, I _{SINK} ≤ 4 mA		250	400		250	400		250	400	mV _{DC}
Output Leakage Current	V _{IN(+)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(-)}} = 0, V _O = 5 V _{DC}		0.1			0.1			0.1		nA _{DC}

Electrical Characteristics											
(V* = 5 V _{DC} , T _A = 25°C, unless otherwise stated)											
Parameter	Conditions	LM239, LM339			LM2901		LM3302		Units		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min		Typ	Max
Input Offset Voltage	(Note 9)		2.0	5.0		2.0	7.0		3	20	mV _{DC}
Input Bias Current	I _{IN(+)}} or I _{IN(-)}} with Output in Linear Range, (Note 5), V _{CM} = 0V		25	250		25	250		25	500	nA _{DC}
Input Offset Current	I _{IN(+)}} - I _{IN(-)}} , V _{CM} = 0V		5.0	50		5	50		3	100	nA _{DC}
Input Common-Mode Voltage Range	V* = 30 V _{DC} (LM3302, V* = 28 V _{DC}) (Note 6)	0		V* - 1.5	0		V* - 1.5	0		V* - 1.5	V _{DC}
Supply Current	R _L = ∞ on all Comparators, R _L = ∞, V* = 36V, (LM3302, V* = 28 V _{DC})		0.8	2.0		0.8	2.0		0.8	2.0	mA _{DC}
			1.0	2.5		1.0	2.5		1.0	2.5	mA _{DC}
Voltage Gain	R _L ≥ 15 kΩ, V* = 15 V _{DC} , V _O = 1 V _{DC} to 11 V _{DC}	50		200	25		100	2		30	V/mV
Large Signal Response Time	V _{IN} = TTL Logic Swing, V _{REF} = 1.4 V _{DC} , V _{RL} = 5 V _{DC} , R _L = 5.1 kΩ		300			300			300		ns
Response Time	V _{RL} = 5 V _{DC} , R _L = 5.1 kΩ, (Note 7)		1.3			1.3			1.3		μs
Output Sink Current	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, V _O ≤ 1.5 V _{DC}	6.0		16	6.0		16	6.0		16	mA _{DC}
Saturation Voltage	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, I _{SINK} ≤ 4 mA		250	400		250	400		250	500	mV _{DC}
Output Leakage Current	V _{IN(+)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(-)}} = 0, V _O = 5 V _{DC}		0.1			0.1			0.1		nA _{DC}

Electrical Characteristics											
(V* = 5.0 V _{DC} , (Note 4))											
Parameter	Conditions	LM139A			LM239A, LM339A		LM139		Units		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min		Typ	Max
Input Offset Voltage	(Note 9)			4.0		4.0		9.0			mV _{DC}
Input Offset Current	I _{IN(+)}} - I _{IN(-)}} , V _{CM} = 0V			100		150		100			nA _{DC}
Input Bias Current	I _{IN(+)}} or I _{IN(-)}} with Output in Linear Range, V _{CM} = 0V (Note 5)			300		400		300			nA _{DC}
Input Common-Mode Voltage Range	V* = 30 V _{DC} (LM3302, V* = 28 V _{DC}) (Note 6)	0		V* - 2.0	0		V* - 2.0	0		V* - 2.0	V _{DC}
Saturation Voltage	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, I _{SINK} ≤ 4 mA			700		700		700			mV _{DC}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued) $(V^* = 5.0 V_{DC}, \text{ (Note 4)})$

Parameter	Conditions	LM139A		LM239A, LM339A			LM139		Units	
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min		Typ
Output Leakage Current	$V_{IN(+)} = 1 V_{DC}, V_{IN(-)} = 0, V_O = 30 V_{DC}, \text{ (LM3302, } V_O = 28 V_{DC})$			1.0			1.0			μA_{DC}
Differential Input Voltage	Keep all $V_{IN} \geq 0 V_{DC}$ (or V^- , if used), (Note 8)			36			36			V_{DC}

Electrical Characteristics $(V^* = 5.0 V_{DC}, \text{ (Note 4)})$

Parameter	Conditions	LM239, LM339			LM2901			LM3302			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 9)			9.0	9	15			40		mV_{DC}
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}, V_{CM} = 0V$			150	50	200			300		nA_{DC}
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ with Output in Linear Range, $V_{CM} = 0V$ (Note 5)			400	200	500			1000		nA_{DC}
Input Common-Mode Voltage Range	$V^* = 30 V_{DC}$ (LM3302, $V^* = 28 V_{DC}$) (Note 6)			$V^* - 2.0$	0	$V^* - 2.0$	0		$V^* - 2.0$		V_{DC}
Saturation Voltage	$V_{IN(-)} = 1 V_{DC}, V_{IN(+)} = 0, I_{SINK} \leq 4 \text{ mA}$			700	400	700			700		mV_{DC}
Output Leakage Current	$V_{IN(+)} = 1 V_{DC}, V_{IN(-)} = 0, V_O = 30 V_{DC}, \text{ (LM3302, } V_O = 28 V_{DC})$			1.0		1.0			1.0		μA_{DC}
Differential Input Voltage	Keep all $V_{IN} \geq 0 V_{DC}$ (or V^- , if used), (Note 8)			36		36			28		V_{DC}

Note 1: For operating at high temperatures, the LM339/LM339A, LM2901, LM3302 must be derated based on a 125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 95°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM239 and LM139 must be derated based on a 150°C maximum junction temperature. The low bias dissipation and the "ON-OFF" characteristic of the outputs keeps the chip dissipation very small ($P_D \leq 100 \text{ mW}$), provided the output transistors are allowed to saturate.

Note 2: Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 20 mA independent of the magnitude of V^+ .

Note 3: This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the comparators to go to the V^+ voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than $-0.3 V_{DC}$ (at 25°C).

Note 4: These specifications are limited to $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$, for the LM139/LM139A. With the LM239/LM239A, all temperature specifications are limited to $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$, the LM339/LM339A temperature specifications are limited to $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$, and the LM2901, LM3302 temperature range is $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$.

Note 5: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the reference or input lines.

Note 6: The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V^* - 1.5V$ at 25°C, but either or both inputs can go to $+30 V_{DC}$ without damage (25V for LM3302), independent of the magnitude of V^+ .

Note 7: The response time specified is a 100 mV input step with 5 mV overdrive. For larger overdrive signals 300 ns can be obtained, see typical performance characteristics section.

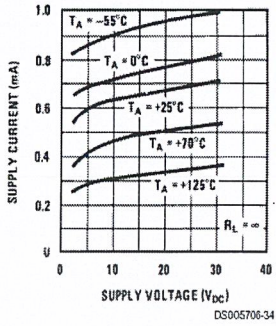
Note 8: Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than $-0.3 V_{DC}$ (or $0.3 V_{DC}$ below the magnitude of the negative power supply, if used) (at 25°C).

Note 9: At output switch point, $V_O \approx 1.4 V_{DC}$, $R_S = 0\Omega$ with V^* from $5 V_{DC}$ to $30 V_{DC}$; and over the full input common-mode range ($0 V_{DC}$ to $V^* - 1.5 V_{DC}$), at 25°C. For LM3302, V^* from $5 V_{DC}$ to $28 V_{DC}$.

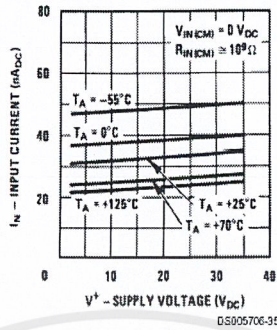
Note 10: Refer to RETS139AX for LM139A military specifications and to RETS139X for LM139 military specifications.

Typical Performance Characteristics LM139/LM239/LM339, LM139A/LM239A/LM339A, LM3302

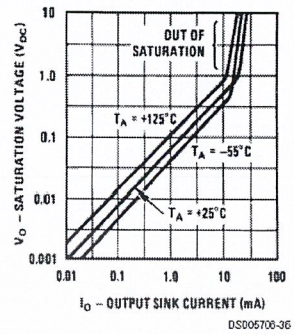
Supply Current



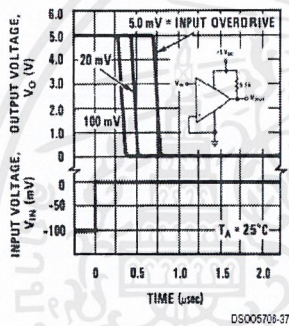
Input Current



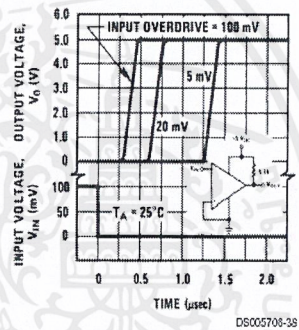
Output Saturation Voltage



Response Time for Various Input Overdrives—Negative Transition

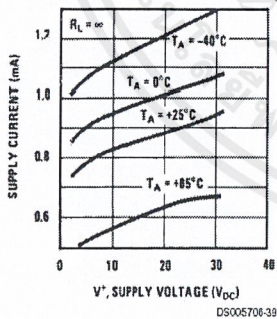


Response Time for Various Input Overdrives—Positive Transition

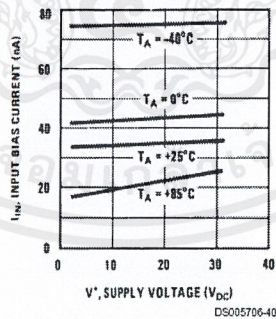


Typical Performance Characteristics LM2901

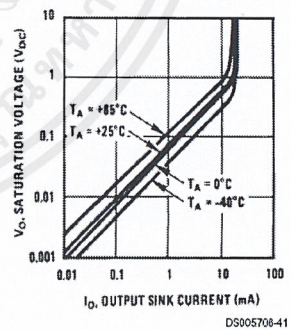
Supply Current



Input Current

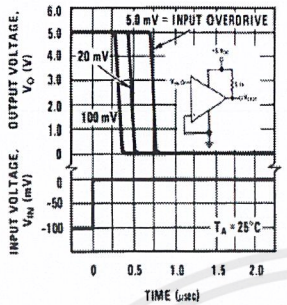


Output Saturation Voltage

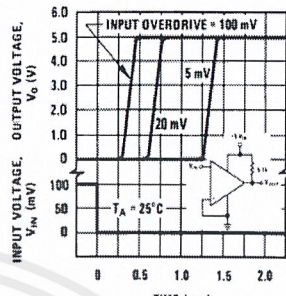


Typical Performance Characteristics LM2901 (Continued)

Response Time for Various Input Overdrives—Negative Transition



Response Time for Various Input Overdrives-Positive Transition



Application Hints

The LM139 series are high gain, wide bandwidth devices which, like most comparators, can easily oscillate if the output lead is inadvertently allowed to capacitively couple to the inputs via stray capacitance. This shows up only during the output voltage transition intervals as the comparator changes states. Power supply bypassing is not required to solve this problem. Standard PC board layout is helpful as it reduces stray input-output coupling. Reducing this input resistors to < 10 k Ω reduces the feedback signal levels and finally, adding even a small amount (1 to 10 mV) of positive feedback (hysteresis) causes such a rapid transition that oscillations due to stray feedback are not possible. Simply socketing the IC and attaching resistors to the pins will cause input-output oscillations during the small transition intervals unless hysteresis is used. If the input signal is a pulse waveform, with relatively fast rise and fall times, hysteresis is not required.

All pins of any unused comparators should be tied to the negative supply.

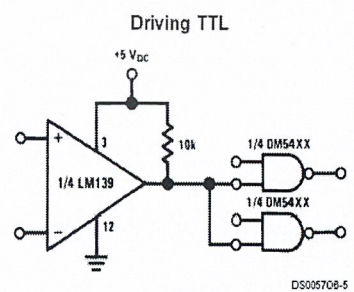
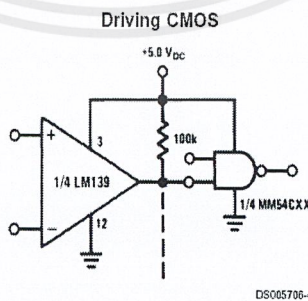
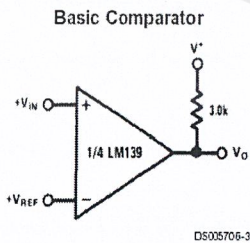
The bias network of the LM139 series establishes a drain current which is independent of the magnitude of the power supply voltage over the range of from 2 V_{DC} to 30 V_{DC}.

It is usually unnecessary to use a bypass capacitor across the power supply line.

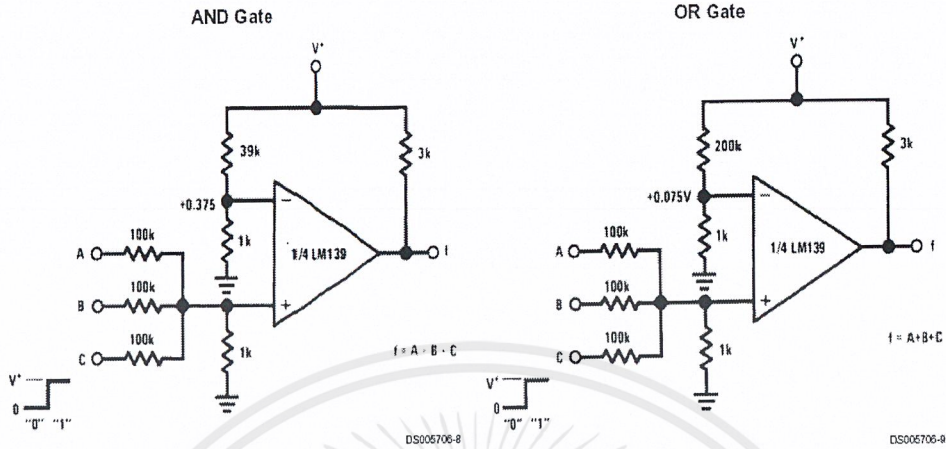
The differential input voltage may be larger than V⁺ without damaging the device. Protection should be provided to prevent the input voltages from going negative more than -0.3 V_{DC} (at 25°C). An input clamp diode can be used as shown in the applications section.

The output of the LM139 series is the uncommitted collector of a grounded-emitter NPN output transistor. Many collectors can be tied together to provide an output OR'ing function. An output pull-up resistor can be connected to any available power supply voltage within the permitted supply voltage range and there is no restriction on this voltage due to the magnitude of the voltage which is applied to the V⁺ terminal of the LM139A package. The output can also be used as a simple SPST switch to ground (when a pull-up resistor is not used). The amount of current which the output device can sink is limited by the drive available (which is independent of V⁺) and the β of this device. When the maximum current limit is reached (approximately 16 mA), the output transistor will come out of saturation and the output voltage will rise very rapidly. The output saturation voltage is limited by the approximately 60 Ω R_{SAT} of the output transistor. The low offset voltage of the output transistor (1 mV) allows the output to clamp essentially to ground level for small load currents.

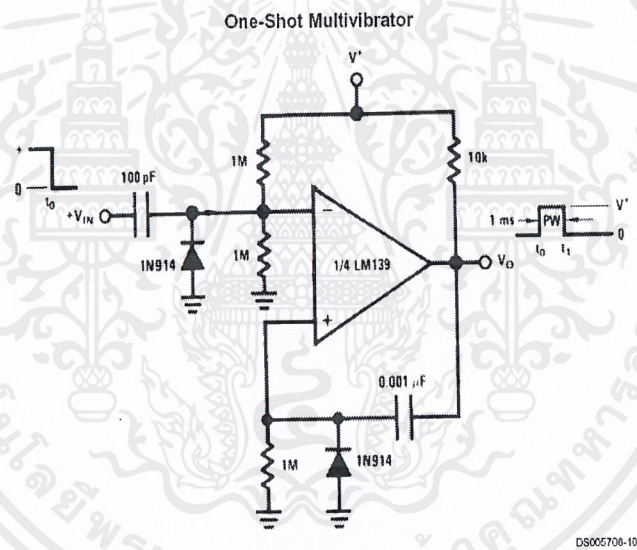
Typical Applications (V⁺ = 5.0 V_{DC})



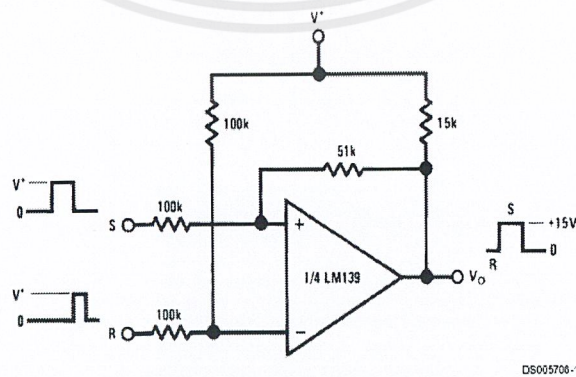
Typical Applications ($V^* = 5.0 V_{DC}$) (Continued)



Typical Applications ($V^* = 15 V_{DC}$)



Bi-Stable Multivibrator

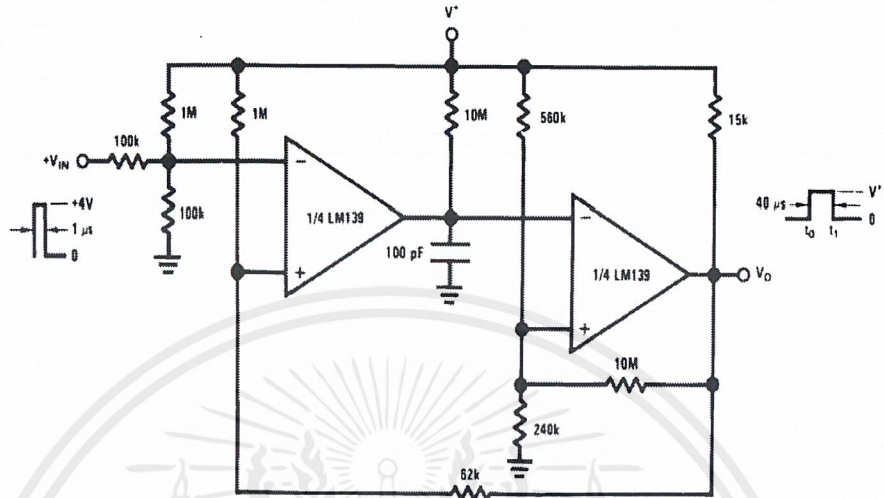


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

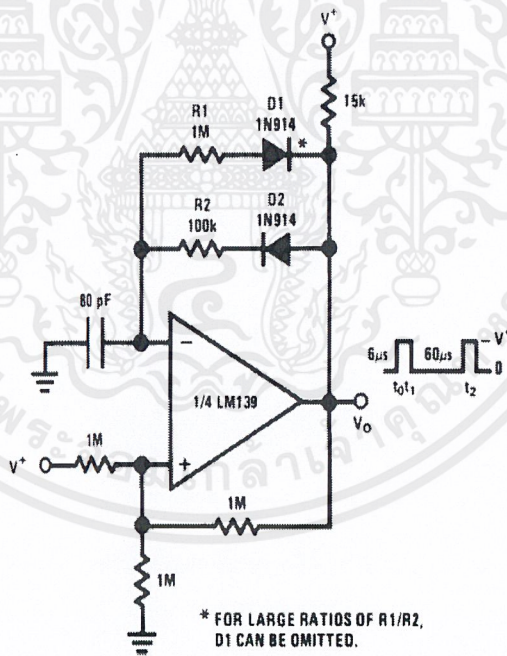
Typical Applications ($V' = 15 V_{DC}$) (Continued)

One-Shot Multivibrator with Input Lock Out



DS005706-12

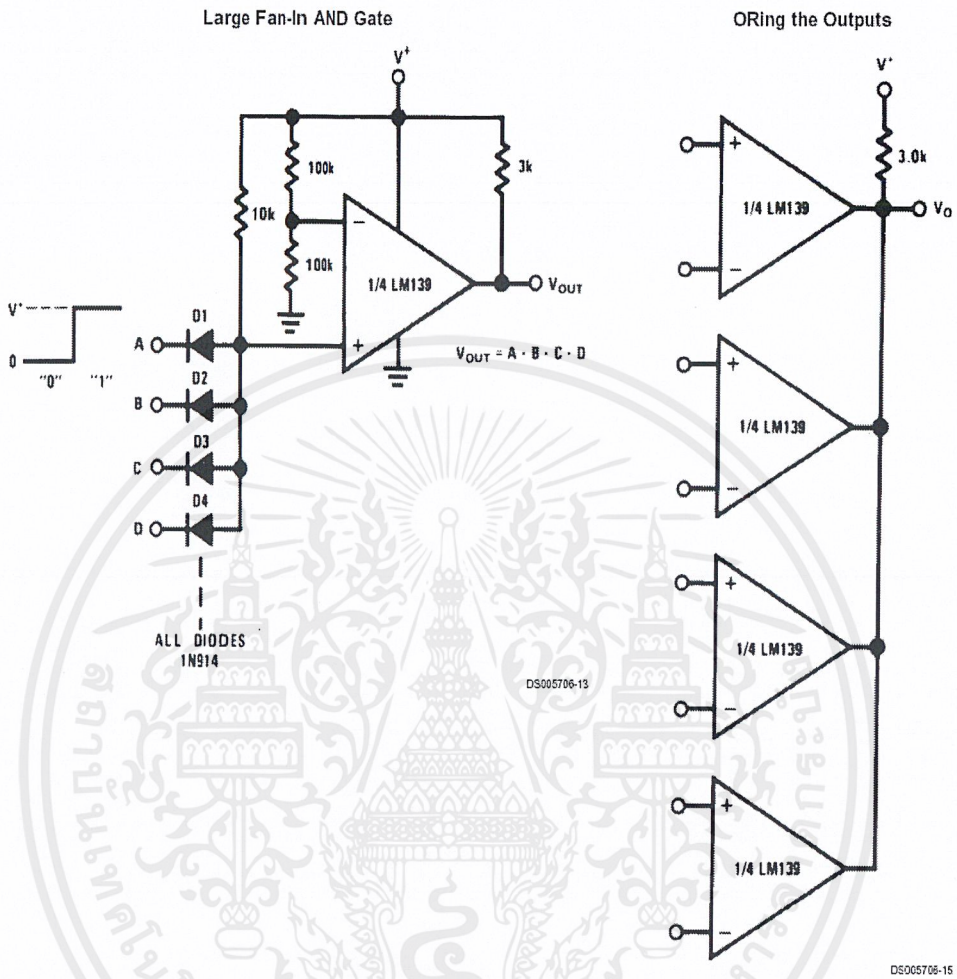
Pulse Generator



DS005706-17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications ($V^+ = 15 V_{DC}$) (Continued)

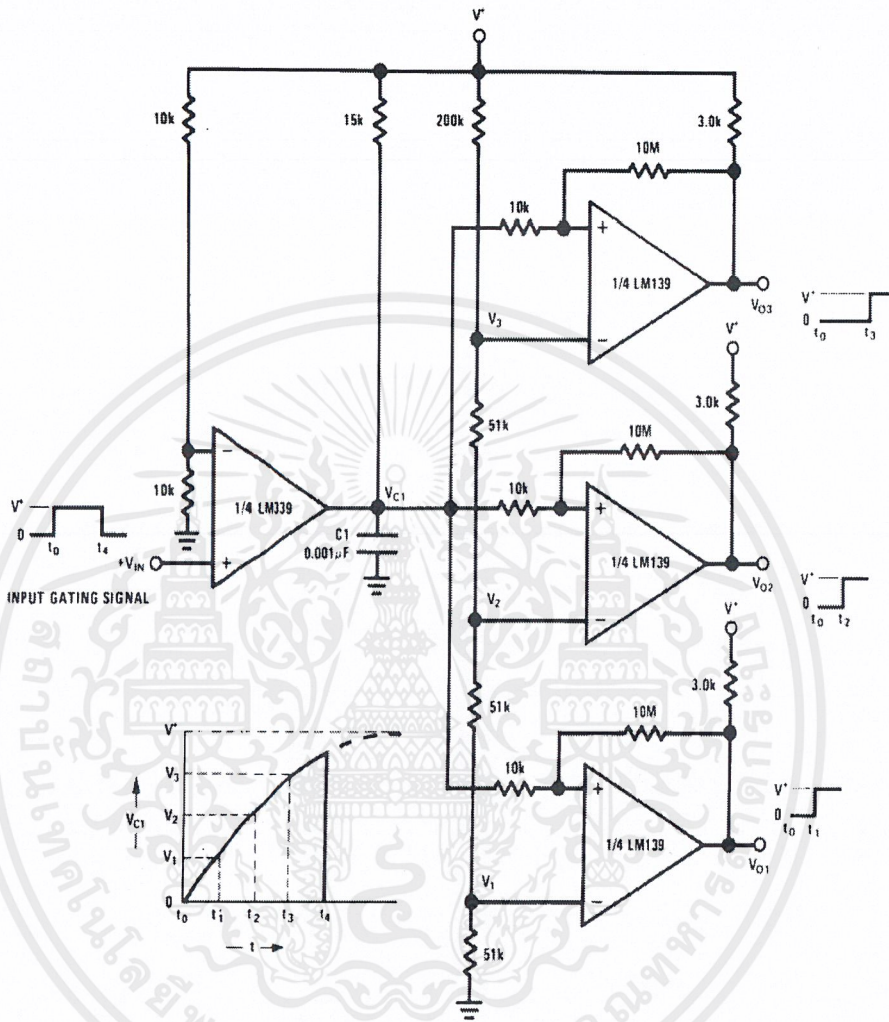


LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

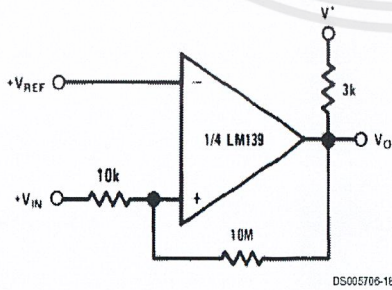
Typical Applications ($V' = 15 V_{DC}$) (Continued)

Time Delay Generator



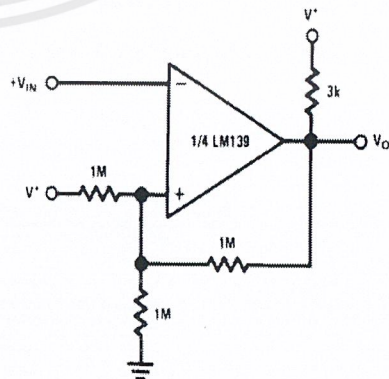
DS005706-14

Non-Inverting Comparator with Hysteresis



DS005706-16

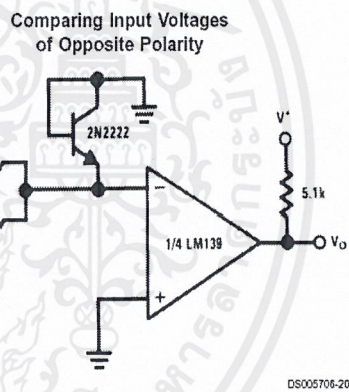
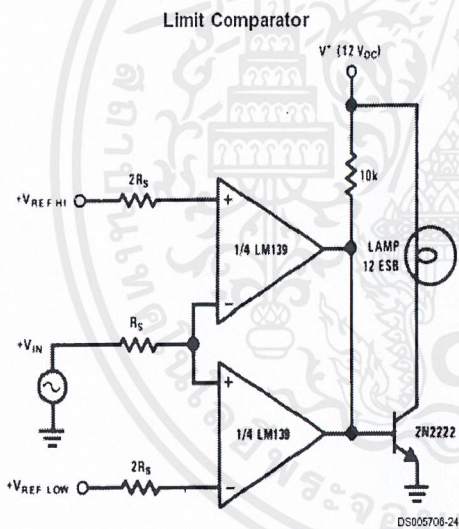
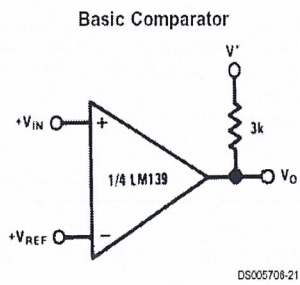
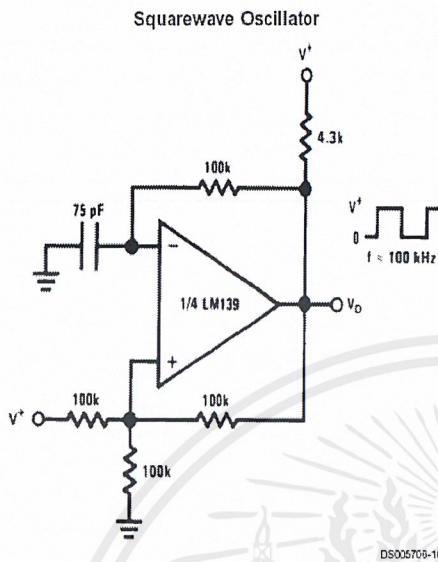
Inverting Comparator with Hysteresis



DS005706-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

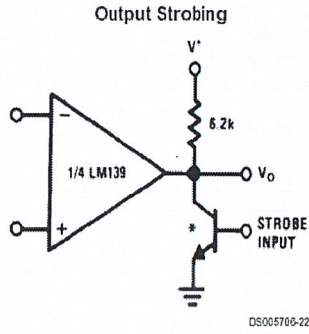
Typical Applications ($V^+ = 15 V_{DC}$) (Continued)



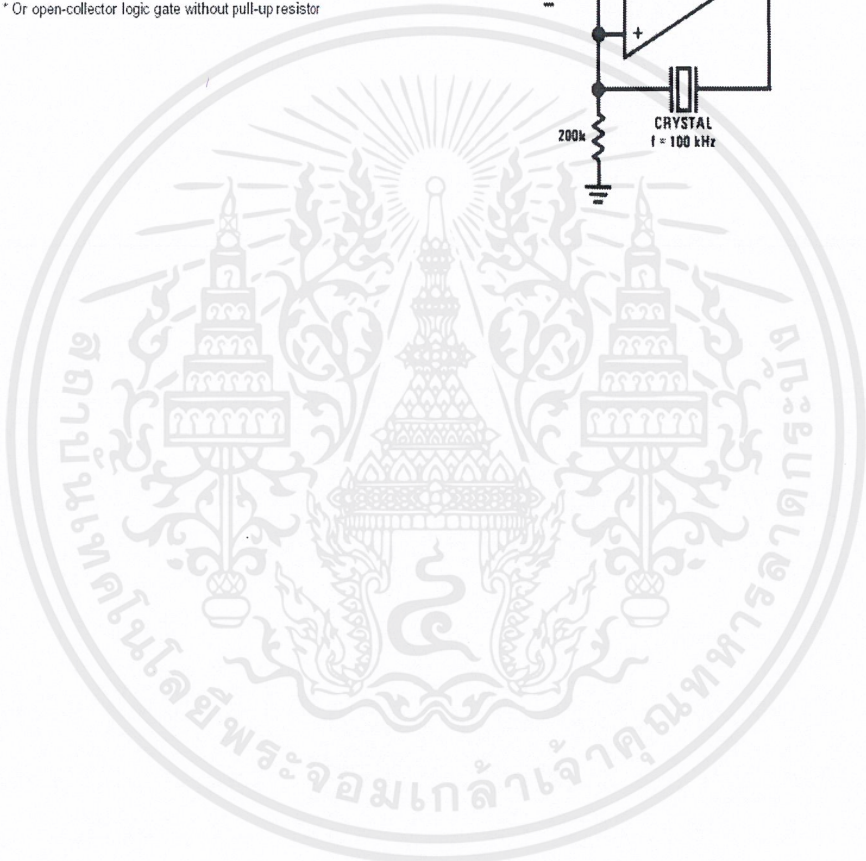
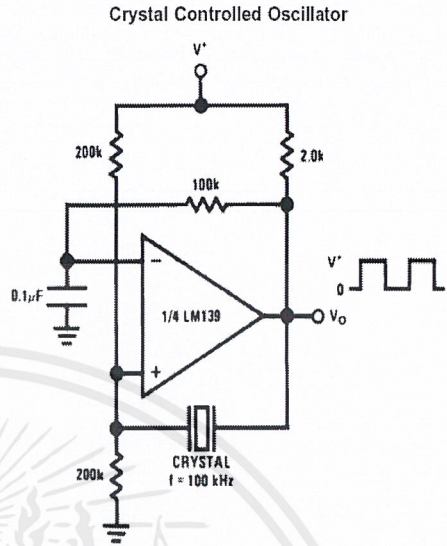
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

Typical Applications ($V^+ = 15 V_{DC}$) (Continued)



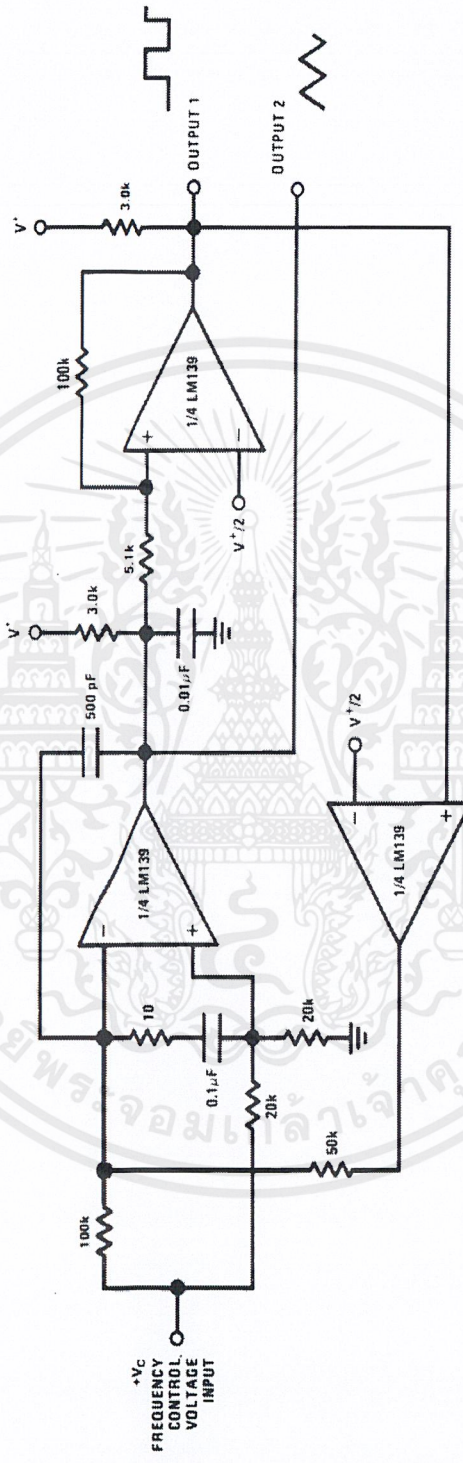
* Or open-collector logic gate without pull-up resistor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications ($V^+ = 15 V_{DC}$) (Continued)

Two-Decade High-Frequency VCO



DS0006706-23

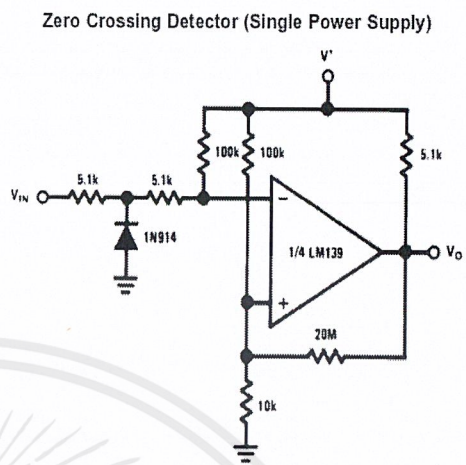
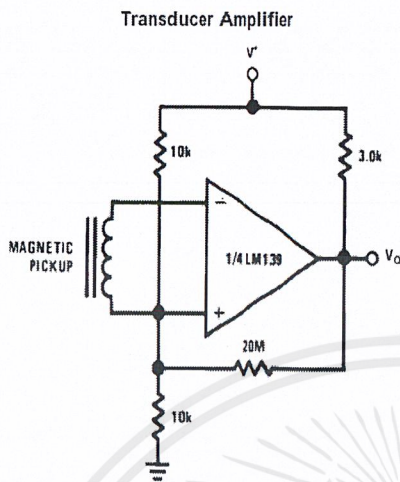
$V^+ = +30 V_{DC}$
 $250 mV_{DC} \leq V_C \leq 50 V_{DC}$
 $700 Hz \leq f_o \leq 100 kHz$

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

Typical Applications ($V^+ = 15 V_{DC}$) (Continued)

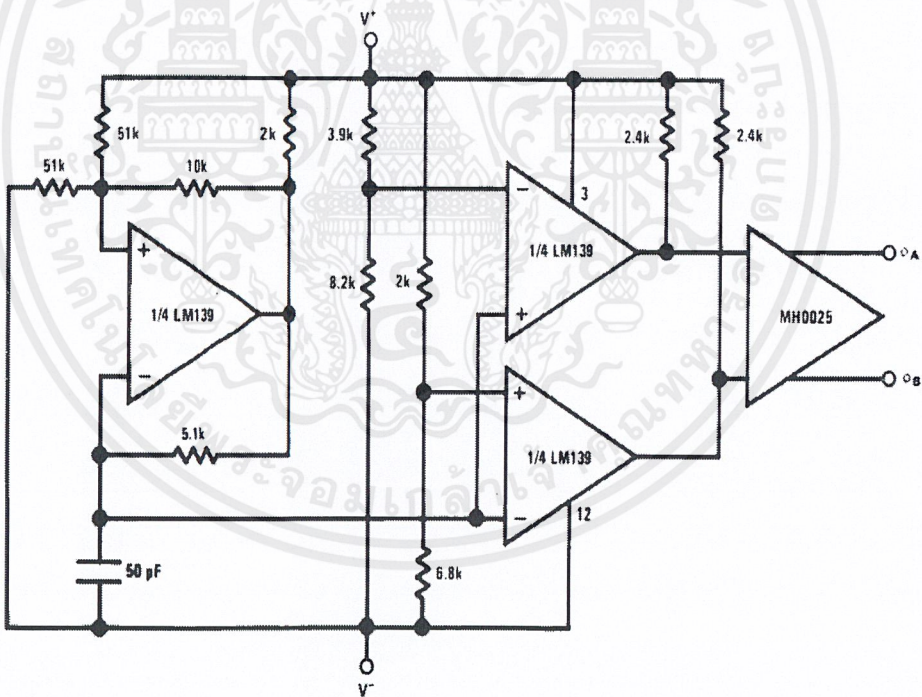


DS005706-28

DS005706-30

Split-Supply Applications ($V^+ = +15 V_{DC}$ and $V^- = -15 V_{DC}$)

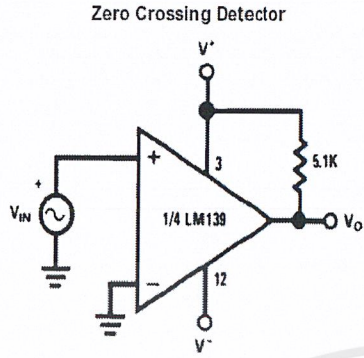
MOS Clock Driver



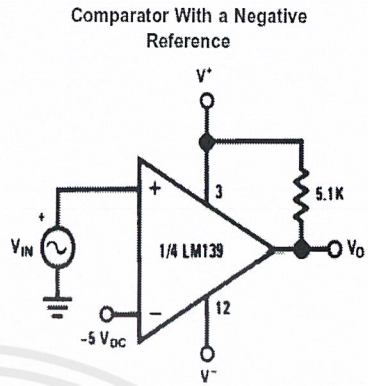
DS005706-31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Split-Supply Applications ($V^+=+15\text{ V}_{DC}$ and $V^-=-15\text{ V}_{DC}$) (Continued)

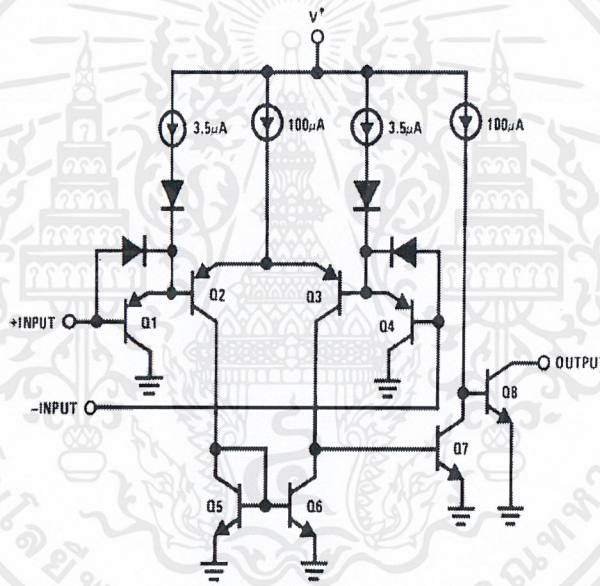


DS005706-32



DS005706-33

Schematic Diagram



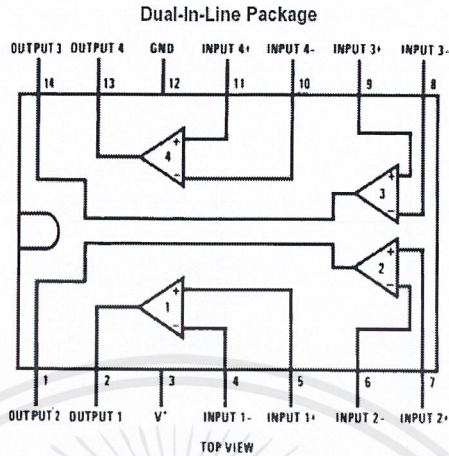
DS006708-1

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

Connection Diagrams



Order Number LM139J, LM139J/883 (Note 11), LM139AJ, LM139AJ/883 (Note 12), LM239J, LM239AJ, LM339J

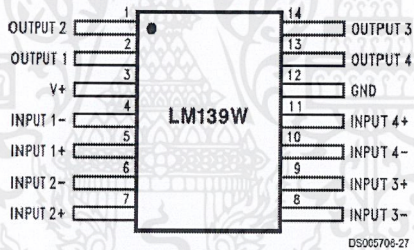
See NS Package Number J14A

Order Number LM339AM, LM339AMX, LM339M, LM339MX or LM2901M

See NS Package Number M14A

Order Number LM339N, LM339AN, LM2901N or LM3302N

See NS Package Number N14A



Order Number LM139AW/883 or LM139W/883 (Note 11)

See NS Package Number W14B,

LM139AWGRQMLV (Note 13)

See NS Package Number WG14A

Note 11: Available per JM38510/11201

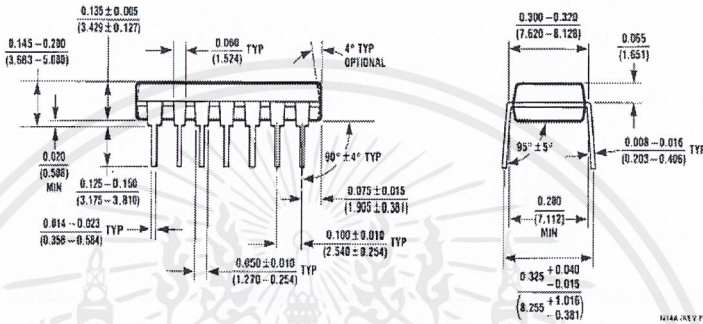
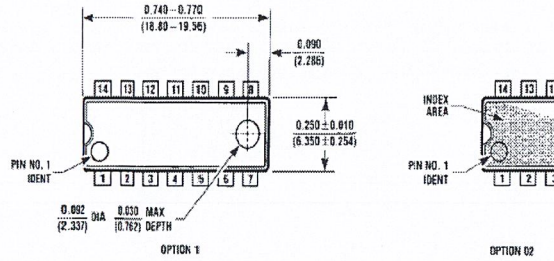
Note 12: Available per SMD# 5962-8873901

Note 13: See STD Mil Dwg 5962R96738 for Radiation Tolerant Device

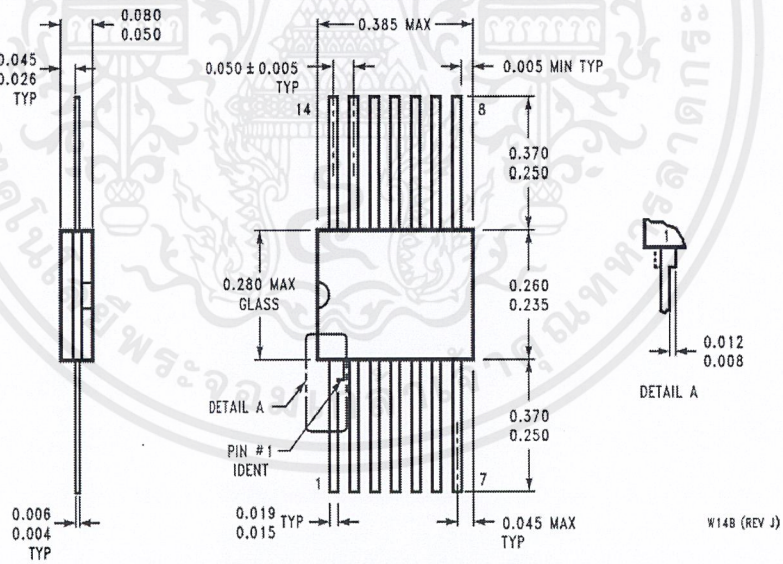
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM339N, LM339AN, LM2901N or LM3302N
NS Package Number N14A



Order Number LM139AW/883, LM139W/883, LM139AWG/883 or LM139WG/883
NS Package Number W14B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



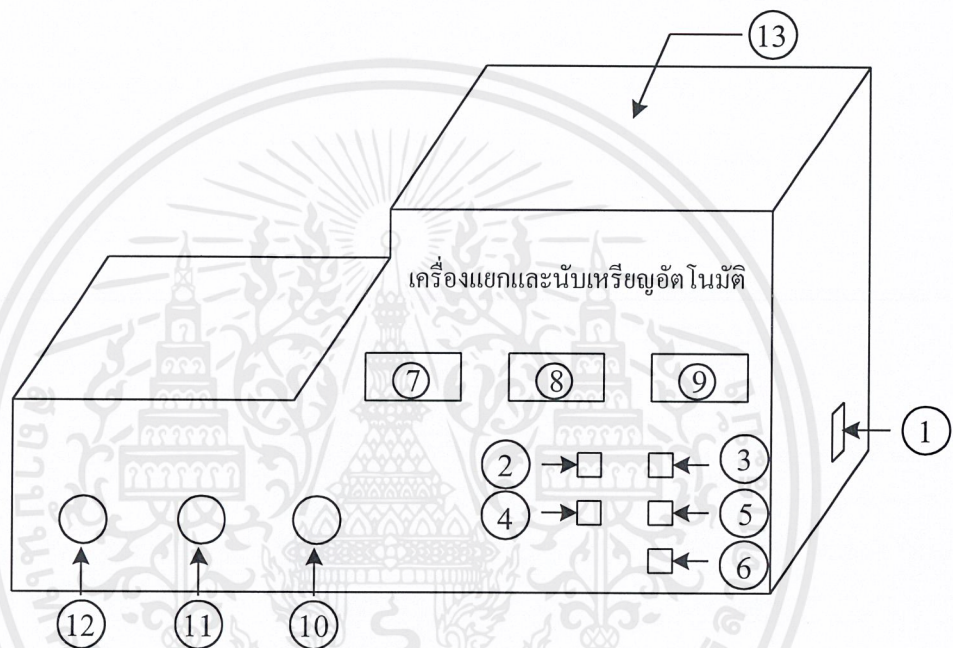
ภาคผนวก ฉ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

Automatic Coin Selecting and Counting Machine



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

จากรูปที่ จ.1 เครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

หมายเลข 1 สวิตช์ POWER ใช้ในการเปิด-ปิดเครื่อง

หมายเลข 2 สวิตช์ START ใช้เปิดให้เครื่องเริ่มทำงาน

หมายเลข 3 สวิตช์ STOP ใช้ปิดการทำงานของเครื่อง

หมายเลข 4 สวิตช์ RESET 1 ใช้ในกรณีที่เครื่องเกิดการขัดข้อง

หมายเลข 5 สวิตช์ RESET 2 ใช้ในกรณีที่เครื่องเกิดการขัดข้อง

หมายเลข 6 สวิตช์ RESET 3 ใช้ในกรณีที่เครื่องยังไม่พร้อมทำงาน

หมายเลข 7 จอแสดงผลเหรียญ 1 บาท

หมายเลข 8 จอแสดงผลเหรียญ 5 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 9 จอแสดงผลเหรียญ 10 บาท

หมายเลข 10 ช่องไหลออกของเหรียญ 1 บาท

หมายเลข 11 ช่องไหลออกของเหรียญ 5 บาท

หมายเลข 12 ช่องไหลออกของเหรียญ 10 บาท

หมายเลข 13 ช่องรับเหรียญ

1) ขั้นตอนก่อนการใช้งานเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

- 1) ตรวจสอบสิ่งกีดขวางบริเวณช่องรับและช่องออกของเหรียญ
- 2) นำเหรียญมาวางไว้บริเวณใกล้เครื่อง
- 3) นำกล่องรับเหรียญมาวางไว้ในตำแหน่งช่องออกของเหรียญ

2) ขั้นตอนการใช้งานเครื่องแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

- 1) เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
- 2) เปิดสวิตช์ POWER
- 3) ตรวจสอบดูว่าที่จอแสดงผลเป็นตัวเลขศูนย์ทั้งหมดหรือไม่
- 4) ถ้าจอแสดงผลไม่เป็นเลขศูนย์ทั้งหมด กดที่สวิตช์ RESET 3
- 5) ถ้าจอแสดงผลเป็นเลขศูนย์ทั้งหมด แสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงาน
- 6) กดสวิตช์ START งานป้อนจะเริ่มหมุน
- 7) เทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ
- 8) เครื่องจะทำการแยกเหรียญ, นับเหรียญ และแสดงจำนวนเหรียญที่นับได้
- 9) ถ้าต้องการหยุดการทำงานของเครื่อง กดที่สวิตช์ STOP

หมายเหตุ

- ในกรณีที่ไม่มีเหรียญไหลผ่านรางแยกเหรียญภายในเวลา 10 วินาที เครื่องจะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ ถ้าต้องการให้เครื่องทำงานต่อไปให้เริ่มที่ขั้นตอนการทำงานที่ 4)

- ในกรณีที่เกิดการติดขัดของเหรียญกับงานป้อน เครื่องจะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ และแสดงเป็นตัวอักษรที่จอแสดงผลว่า "ERROR" ให้เปิดฝากรอบเครื่องออก หมุนงานป้อนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา และกดสวิตช์ START เครื่องจะเริ่มทำงานอีกครั้ง

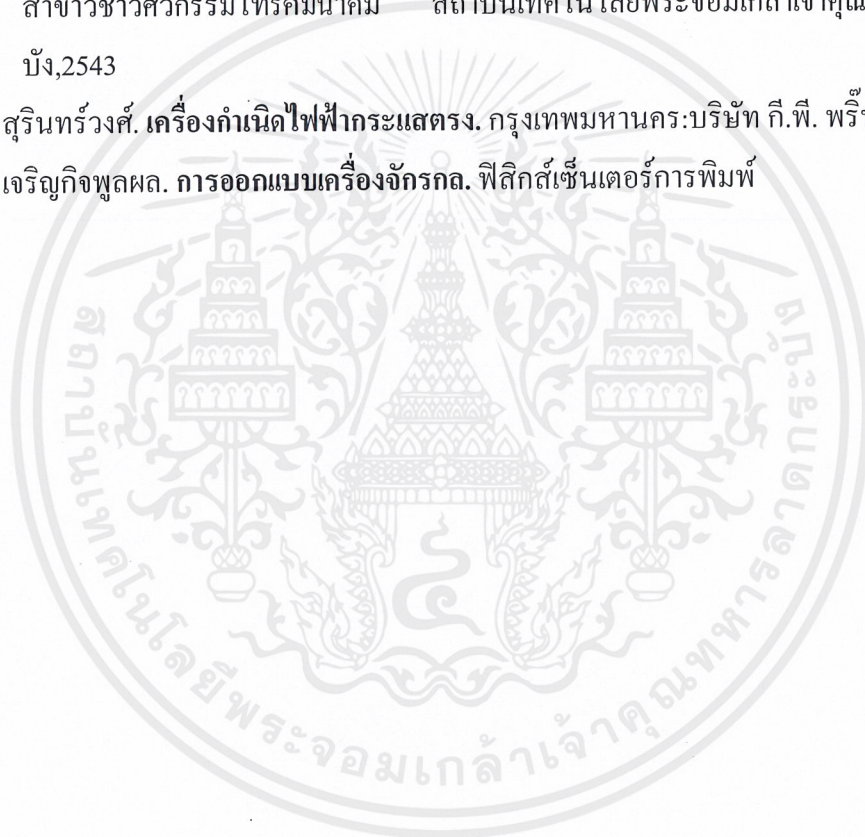
3) ข้อควรระวังในการใช้งาน

- 1) ควรตรวจสอบเครื่องทุกครั้งก่อนนำไปใช้งาน
- 2) อาจเกิดฝุ่นละอองมากในระหว่างการทำงาน ควรสวมผ้าปิดจมูก และปาก
- 3) เนื่องจากการทำงานของเครื่อง อาจทำให้เกิดเสียงดังมากเกินไป ดังนั้นควรปฏิบัติงานในห้องที่เก็บเสียง
- 4) การปฏิบัติงานทุกครั้ง ควรใช้ความระมัดระวัง



บรรณานุกรม

- ชวลิต ชุนราม. "เครื่องหยอดเหรียญระบบอิเล็กทรอนิกส์". **เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร:ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด,2543
- คูสิต เครื่องาม. "สิ่งประดิษฐ์ตรวจจับแสง". **สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2542
- ปรีชา อุปลำ และคณะ. **เครื่องแลกเปลี่ยนอัตโนมัติ**. ปรินญาณิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2543
- สุกชัย สุรินทร์วงศ์. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง**. กรุงเทพมหานคร:บริษัท ที.พี. พรินท์ จำกัด
- สมาน เจริญกิจพูลผล. **การออกแบบเครื่องจักรกล**. พิสิทธ์เซ็นเตอร์การพิมพ์



ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายกมล อุดมโกชน์
วัน เดือน ปีเกิด	22 ตุลาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดกาญจนบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	323 ถ.ราชดำเนิน ต.พระปฐมเจดีย์ อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
ที่อยู่ปัจจุบัน	323 ถ.ราชดำเนิน ต.พระปฐมเจดีย์ อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
โทรศัพท์	0-3425-6172
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนสว่างวิทยา จ.นครปฐม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีวิชัย จ.นครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จ.นครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จ.นครปฐม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับ	รางวัลชมเชยสิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ปี 2541
ทุนการศึกษา	Compression TH-108
คดีพจน์	จึงเริ่มตั้งแต่วันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาโท	นายศุภชัย คลั่งทอง
วัน เดือน ปีเกิด	28 กรกฎาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดชัยภูมิ
ภูมิลำเนาเดิม	34 ม.2 ต.ลาดใหญ่ อ.เมือง จ.ชัยภูมิ 36000
ที่อยู่ปัจจุบัน	34 ม. 2 ต.ลาดใหญ่ อ.เมือง จ.ชัยภูมิ 36000
โทรศัพท์	0-4480-1090
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนสุนทรวัฒนา จ.ชัยภูมิ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล จ.ชัยภูมิ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับ	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	เจ้าจงตื่นในขณะที่โลกทั้งโลกกำลังหลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายชนพล ปัญญา
วัน เดือน ปีเกิด	23 กรกฎาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	23 ม.5 ต.กระเสียว อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี 72130
ที่อยู่ปัจจุบัน	402/1-2 ม.8 ต.เมืองเก่า อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี 25240
โทรศัพท์	0-9812-9803
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนประทีปศึกษา จ.สุพรรณบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสามชุกรัตน โภคาราม จ.สุพรรณบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จ.ปราจีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จ.ฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับ	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	สิ่งที่ต้องมีคือความฝัน สิ่งที่ต้องทำคือทำฝัน ให้เป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายอิทธิพล งามพร้อม
วัน เดือน ปีเกิด	16 ธันวาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดอุตรธานี
ภูมิลำเนาเดิม	623 ถ.นิตโย ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุตรธานี 41000
ที่อยู่ปัจจุบัน	623 ถ.นิตโย ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุตรธานี 41000
โทรศัพท์	0-9882-6445
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลอุตรธานี จ.อุตรธานี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอุตรพิทยานุกูล จ.อุตรธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี จ.อุตรธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี จ.อุตรธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับ	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	คิดให้ดี คิดให้รอบคอบ แล้วจะไม่เสียใจใน สิ่งที่ทำลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้