ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

The Mobile Phone Pre-Paid Card Vending Machine

ชื่อนักศึกษา

1. นายดิเรก	สิทธิ	รหัสประจำตัว	44035239
2. นายวรวุฒิ	จันทะนา	รหัสประจำตัว	44035262
3. นายวรวุฒิ	ศรีสวัสดิ์	รหัสประจำตัว	44035263
4. นางสาวอังคณักษณ์	ระดมสุข	รหัสประจำตัว	44035275

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สมชาย	หมื่นสายญาติ	
2. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	
3. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	
4. อาจารย์อำพล	ทองระอา	
5. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 29 เมษายน 2546 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 7 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2546

<BT4501022>

เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

THE MOBILE PHONE PRE-PAID CARD VENDING MACHINE

T048353

นายดิเรก สิทธิ
นายวรวุฒิ จันทะนา
นายวรวุฒิ ศรีสวัสดิ์
นางสาวอังคลักษณ์ ระดมสุข

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48353
วัน, เดือน, ปี 15 ต.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

The Mobile Phone Pre-Paid Card Vending Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและราคาบัตรเติมเงินและการทำงานวงจรในส่วนต่าง ๆ ที่นำมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
2. เพื่อออกแบบระบบตรวจสอบธนบัตรและระบบจ่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
4. เพื่อทดสอบเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติไปใช้งานจริงในการจำหน่ายบัตรเติมเงิน Just Talk D Prompt และ One 2 Call

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้จากการศึกษาชนิดและราคาบัตรเติมเงินพร้อมทั้งการทำงานเบื้องต้นของส่วนต่างๆ ของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
2. ได้วงจรตรวจสอบธนบัตรและวงจรในส่วนของการจ่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
3. ได้ชุดต้นแบบเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองระบบการตรวจสอบและจำแนกธนบัตรพร้อมทั้งระบบจ่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ
5. ได้เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ	
นักศึกษา	นายดิเรก	สิทธิ
	นายวรวุฒิ	จันทะนา
	นายวรวุฒิ	ศรีสวัสดิ์
	นางสาวอังคลักษณ์	ระดมสุข
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2545	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนตรวจสอบธนบัตร จะใช้การตรวจสอบเนื้อสาร สี และขนาดของธนบัตรในการตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ใช้หลักการตรวจจับการสะท้อนแสงของกระดาษ การตรวจสอบสีของธนบัตร ใช้หลักการตรวจจับความเข้มของแสงที่ส่องผ่านธนบัตร และการตรวจสอบขนาดของธนบัตร ใช้แอลดีอาร์เป็นตัววัดความยาวของธนบัตร ในส่วนที่สอง เป็นส่วนการจ่ายบัตรเติมเงินจะใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนให้บัตรเติมเงินออกมาจากกล่องบรรจุ โดยใช้ภาคแสดงผลแบบส่วนแสดงผล 7 ส่วนและใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Mobile Phone Pre-Paid Card Vending Machine	
Students	Mr.Dirake	Sitthi
	Mr.Warawut	Chantana
	Mr.Worawut	Srisawat
	Miss Angkaluck	Radomsuk
Advisor	Mr.Amornchai	Chaichana
Co-Advisor	Mr.Piya	Supavarasuwat
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2002	

ABSTRACT

This thesis presents The Mobile Phone Pre-Paid Card Vending Machine. The machine can be divided into two parts : the banknote validation part and the pre-paid card payment part. The banknote validation part used the substance validation, color validation size validation. The substance validation uses a ultraviolet sensor to detect the reflecting of light. The banknote color was validated by the intensity of light which send from infrared LED through a banknote and received by a phototransistor. The 2 LED_s and LDR_s use to measure the banknote length and send this data to process in microcontroller. The Pre-paid card was rejected from card slot by propeller which drive by stepping motor. All operations and 7-segment display was controlled by microcontroller MCS-51.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์อมรชัย ชัยชนะและอาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาในการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดีเสมอมา รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกๆ ท่านที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน การใช้สถานที่ เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการจัดทำปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอด นอกจากนี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจ รวมทั้งบุคคลอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ได้ช่วยในคำปรึกษาแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาจัดหาเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งให้คำเสนอแนะด้านอื่นๆ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	4
2.2.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบซักเซสซีฟ แอปพร็อกซิเมชั่น	4
2.2.2 ไอซีแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล LTC1298	7
2.3 อุปกรณ์ตรวจจับพื้นฐาน	8
2.3.1 โฟโตทรานซิสเตอร์	9
2.3.2 แอลอีดีแบบอินฟาเรด	11
2.3.3 ตัวความต้านทานที่มีค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับแสงที่มาตกกระทบ	12
2.4 การเชื่อมต่อกับแอลอีดีแสดงผลแบบ 7 ส่วน	14
2.5 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	16
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	16
2.6.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	16
2.6.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	17
2.7 การตรวจสอบธนบัตร	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	21
3.1 ผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ	21
3.2 การออกแบบวงจร	22
3.2.1 ภาคตรวจสีของธนบัตร	22
3.2.2 ภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร	23
3.2.3 ภาคขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	24
3.2.4 ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	25
3.2.5 ภาคประมวลผล	25
3.2.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ	25
3.3 การออกแบบระบบกลไก	27
3.3.1 การออกแบบรางตรวจสอบธนบัตร	27
3.3.2 การออกแบบส่วนจ่ายบัตรเติมเงิน	28
3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง	30
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	31
4.1 กล่าวนำ	31
4.2 การทดลองภาคตรวจสอบเนื้อสารของธนบัตร	31
4.2.1 การทดลอง	31
4.2.2 ผลการทดลอง	32
4.3 การทดลองภาคตรวจสอบสีของธนบัตร	32
4.3.1 การทดลอง	33
4.3.2 ผลการทดลอง	35
4.4 การทดลองภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร	35
4.4.1 การทดลอง	35
4.4.2 ผลการทดลอง	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.5 การทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ	38
4.5.1 การทดลองภาคตรวจสอบธนบัตร	38
4.5.2 การทดลองทำการจ่ายบัตรเติมเงิน	42
บทที่ 5 บทสรุป	44
5.1 สรุป	44
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	44
5.3 แนวทางการพัฒนา	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	47
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	55
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	67
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	74
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	110
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	116
ประวัติผู้แต่ง	143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หน้าที่และการใช้งานขาของไอซีเบอร์ LTC1298	7
2.2 ข้อมูลที่ส่งให้ LED 7 ส่วนแสดงเป็นเลขต่างๆ	14
4.1 เอาต์พุตภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 1,000 บาท	31
4.2 เอาต์พุตภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 500 บาท	32
4.3 เอาต์พุตภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 100 บาท	32
4.4 เอาต์พุตภาคตรวจสอบสีธนบัตร ขณะยังไม่มีธนบัตร	33
4.5 เอาต์พุตภาคตรวจสอบสีธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 1,000 บาท	33
4.6 เอาต์พุตภาคตรวจสอบสีธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 500 บาท	34
4.7 เอาต์พุตภาคตรวจสอบสีธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 100 บาท	34
4.8 เอาต์พุตภาคตรวจสอบขนาดธนบัตร ขณะยังไม่มีธนบัตร	36
4.9 เอาต์พุตภาคตรวจขนาดธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 1,000 บาท	36
4.10 เอาต์พุตภาคตรวจขนาดธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 500 บาท	36
4.11 เอาต์พุตภาคตรวจขนาดธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 100 บาท	37
4.12 ผลการทดลองภาคตรวจสอบธนบัตร	38
4.13 ผลการทดลองการจ่ายบัตรเติมเงิน	42
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	68
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	68
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบการกดสวิตช์	69
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายพอร์ตอินพุต	69
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจร A/D ตรวจสอบสีของธนบัตร	69
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบขนาดธนบัตร	70
ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์	71
ค.8 รายการอุปกรณ์ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	71
ค.9 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับบัตรเติมเงิน	71
ค.10 รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายพอร์ตเบอร์ 8255	72
ค.11 รายการอุปกรณ์ของวงจรส่วนควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนผังการทำงานของวงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปฟร็อกซิเมชั่น	5
2.2 แผนผังเวลาแสดงการทำงานของวงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปฟร็อกซิเมชั่น	6
2.3 การจัดขาของไอซี LTC1298	7
2.4 การต่อวงจร LTC1298	8
2.5 การจ่ายไบอัสและการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์	9
2.6 กราฟแสดงคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์	10
2.7 กราฟการตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์	11
2.8 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับแอลดีอาร์	12
2.9 ความไวต่อแสงความถี่ต่างๆ ของแอลดีอาร์ทั้ง 2 แบบ เมื่อเทียบกับความไวของตาคน	13
2.10 การต่อ LED 7 ส่วน เข้ากับ 8255	15
2.11 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	18
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินเคลื่อนที่อัตโนมัติ	21
3.2 วงจรตรวจจับแสงด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์	23
3.3 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	23
3.4 วงจรภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร	24
3.5 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	25
3.6 การต่อ AT89C51 กับ 8255	26
3.7 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ	26
3.8 การออกแบบรางตรวจสอบธนบัตร	27
3.9 โครงสร้างส่วนจ่ายบัตร	29
3.10 โครงสร้างด้านหน้าของตัวเครื่อง	30
ก.1 วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	48
ก.2 วงจรตรวจสอบสีธนบัตร	48
ก.3 วงจรตรวจจับขนาดธนบัตร	49
ก.4 วงจรตรวจสอบสวิตช์กดและแสดงผลแบบ LED	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.5 วงจรตรวจจับบัตรเติมเงิน	50
ก.6 วงจรส่วนควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์	50
ก.7 วงจรขยายพอร์ตเบอร์ 8255	51
ก.8 วงจรขยายพอร์ตอินพุต	51
ก.9 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	52
ก.10 วงจรสเต็ปเปอร์มอเตอร์	52
ก.11 วงจรภาคจ่ายไฟ	53
ก.12 โครงสร้างด้านหน้าชุดตรวจสอบธนบัตรและคืนธนบัตร	53
ก.13 โครงสร้างด้านข้างชุดตรวจสอบธนบัตรและคืนธนบัตร	54
ก.14 โครงสร้างด้านบนกล่องบรรจุบัตร	54
ข.1 วงจรตรวจจับแสงด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์	56
ข.2 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	56
ข.3 วงจรภาคตรวจสอบขนาดธนบัตร	57
ข.4 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	57
ข.5 การต่อ AT89C51 กับ 8255	58
ข.6 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ	58
ข.7 ลายวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	59
ข.8 วางอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	59
ข.9 ลายวงจรภาคตรวจสอบขนาดธนบัตร	60
ข.10 วางอุปกรณ์วงจรภาคตรวจสอบของธนบัตร	60
ข.11 ลายวงจรภาคตรวจสอบสีธนบัตร	61
ข.12 วางอุปกรณ์วงจรภาคตรวจสอบสีธนบัตร	61
ข.13 ลายวงจรส่วนควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	62
ข.14 วางอุปกรณ์ส่วนควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	62
ข.15 ลายวงจรส่วนควบคุมการเลือกชนิดบัตรเติมเงินและแสดงบัตรเติมเงินคงเหลือ	63
ข.16 วางอุปกรณ์วงจรส่วนควบคุมการเลือกชนิดบัตรเติมเงินและแสดงบัตรเติมเงินคงเหลือ	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.17 ลายวงจรเชื่อมต่อการควบคุม MCS51 กับ 8255	64
ข.18 วางอุปกรณ์วงจรเชื่อมต่อการควบคุม MCS51 กับ 8255	64
ข.19 ลายวงจรส่วนควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์	65
ข.20 วางอุปกรณ์วงจรส่วนควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์	66
ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมหลัก	75
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินเคลื่อนที่อัตโนมัติ	112
จ.2 ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนเมื่อเครื่องพร้อมใช้งาน	113
จ.3 ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนเมื่อสอดธนบัตรครบจำนวนตามราคาบัตรเติมเงิน	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันการสื่อสารโทรคมนาคมมีส่วนเกี่ยวข้องและมีความจำเป็นในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่เข้ามามีบทบาทอย่างเห็นได้ชัดกับการติดต่อสื่อสารในระยะไกล ทั้งในทางธุรกิจ ทางราชการหรืออื่นๆ นับจากอดีตจนถึงปัจจุบันระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้พัฒนารูปแบบการให้บริการออกเป็นหลากหลายรูปแบบเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการ ซึ่งหนึ่งในรูปแบบการให้บริการนั้นก็คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเติมเงินหรือพรีเพดโฟน (Pre-Paid Phone) จุดเด่นของระบบนี้คือ ผู้ใช้สามารถที่จะควบคุมปริมาณการใช้โทรศัพท์ของตัวเองได้ตามจำนวนเงินที่มีอยู่ในระบบบัญชีของเครือข่าย ทั้งนี้เมื่อจำนวนเงินในบัญชีเครือข่ายหมด จะต้องทำการเติมเงินเข้าสู่ระบบด้วยการซื้อบัตรเติมเงินตามสถานที่ที่เป็นตัวแทนจำหน่ายเช่น ศูนย์บริการ ร้านค้าสะดวกซื้อ หรือร้านค้าอื่นๆ แต่ร้านค้าเหล่านี้มีข้อจำกัดทางด้านจำนวนของร้านค้าที่ให้บริการ รวมถึงเวลาในการให้บริการและความหลากหลายของเครือข่ายที่อาจจะให้บริการแก่เครือข่ายเดียวเท่านั้น แต่ในปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีการสื่อสารทางด้านคอมพิวเตอร์มาให้บริการผู้ใช้สำหรับเติมเงินเข้าสู่ระบบด้วยการผ่านบัญชีธนาคารพาณิชย์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการอีกหนึ่งวิธี แต่ในระบบบัญชีธนาคารนั้นผู้ใช้ย่อมต้องมีบัญชีธนาคารพาณิชย์ต่างๆ ตามที่เครือข่ายกำหนด พร้อมทั้งต้องมีเงินในบัญชีเพียงพอสำหรับการใช้บริการแต่ละครั้ง เช่นเดียวกันบางสถานที่ไม่มีธนาคารพาณิชย์ตามที่เครือข่ายกำหนดไว้หรือมีธนาคารแต่ไม่มีตู้ ATM เพื่อใช้บริการ จากเหตุการณ์ดังกล่าวจึงถือเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเติมเงินและผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นระบบเติมเงินอีกด้วย

ดังนั้น จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นคณะผู้จัดทำจึงศึกษาและจัดทำเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ เพื่อลดปัญหาทางด้านจำนวนร้านที่จำหน่าย เวลาที่จำกัดหรือแม้แต่บัญชีธนาคารที่ต้องมีตามข้อกำหนดของเครือข่ายผู้ให้บริการและนำเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติมาเพิ่มความสะดวกในการเลือกซื้อชนิดของบัตรเติมเงินต่างๆ 3 ชนิดมี 3 ราคาคือ 300 บาท 500 บาท และ 1,000 บาท สามารถที่จะเลือกซื้อบัตรเติมเงินได้ด้วยธนบัตรชนิด 100 บาท 500 บาท และ 1,000 บาท โดยการเลือกซื้อสามารถจะระบุเครือข่ายและราคาตามที่ต้องการได้ เมื่อบัตรเติมเงินหมดจะมีตัวแสดงผลบอกให้ทราบ จะเห็นได้ว่าเครื่องจำหน่ายบัตรเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติสามารถที่จะตอบสนองถึงความต้องการของผู้ใช้บริการได้อย่างแท้จริง ทั้งเวลา สถานที่ และในทางจิตวิทยาผู้ใช้บริการยังอยากมีความเป็นส่วนตัวในการเลือกซื้อบัตรเติมเงินด้วยตัวเอง ที่สำคัญยังเป็นแนวทางในการศึกษาพัฒนาเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่โครงงานชิ้นต่อไป

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

1) สามารถตรวจสอบและจำแนกชนิดของธนบัตรราคา 100 500 และ 1,000 บาทได้

2) สามารถจำหน่ายบัตรเติมเงิน Just Talk D-Prompt และ One 2 Call

3) สามารถบรรจุบัตรเติมเงินราคา 300 500 และ 1,000 บาท อย่างละ 20 ใบของแต่ละระบบ

4) ระบบสามารถคืนเงินได้แต่ไม่มีระบบทอนเงิน

5) สามารถตรวจสอบธนบัตรปลอมได้

6) สามารถเลือกซื้อบัตรเติมเงินได้ครั้งละ 1 ใบ

7) แสดงจำนวนยอดเงินด้วยแอลอีดีแสดงผลแบบ 7 ส่วน ขนาด 4 หลัก

8) มีแอลอีดีแสดงผลกรณีที่บัตรเติมเงินราคาต่างๆ หมดโดยแยกเป็นชนิดและราคาบัตร

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงหลักการ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล อุปกรณ์ตรวจจับแสง อุปกรณ์แสดงผลแบบดิจิตอล และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานในส่วนของวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นวงจรควบคุม ได้แก่ ภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ภาคตรวจสอบสีของธนบัตร ภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร ภาคขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ภาคแสดงผลแบบแอลอีดี 7 ส่วน ภาคประมวลผลกลาง และภาคจ่ายไฟ ในส่วนที่สองเป็นระบบกลไก ได้แก่ ส่วนดึงธนบัตร ส่วนจ่ายบัตรเติมเงิน การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึง การทดลองและผลการทดลองของภาคตรวจสอบสีของธนบัตร ภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร และการทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

บทที่ 5 บทสรุป เป็นการสรุปผลในการจัดทำโครงงานปัญหาที่เกิดขึ้นและได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้ เป็นทฤษฎีและหลักการทำงานที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วย วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล อุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์แสดงผลแบบดิจิตอล และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปนี้

2.2 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

2.2.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น

แผนผังการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่นแสดงในรูปที่ 2.1 ส่วนสำคัญหลักยังจะต้องมีวงจรเปรียบเทียบแรงดัน DAC สัญญาณนาฬิกา และส่วนควบคุมลอจิก

วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่นจะใช้รีจิสเตอร์เลขฐานสองหรือไบนารีรีจิสเตอร์แทนวงจรนับเลขฐานสอง แต่ละบิตของรีจิสเตอร์จะเซตและรีเซตโดยการควบคุมจากวงจรควบคุม ในรูปที่ 2.2 แสดงแผนผังทางเวลาของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น ซึ่งการทำงานสามารถอธิบายได้ดังนี้

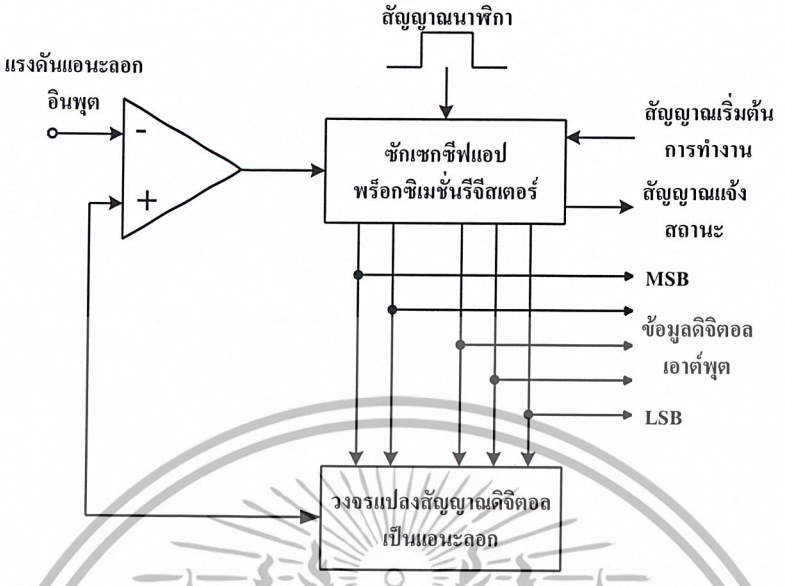
กำหนดให้แรงดันแอนะลอกอินพุต มีค่าคงที่ที่ 13.5 โวลต์

1) ส่งสัญญาณเริ่มต้นการทำงาน (Start Converter) มายังซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่นรีจิสเตอร์ (Successive Approximation Register)

2) ขณะนี้สถานะของรีจิสเตอร์จะไม่ว่าง (Busy) สัญญาณนาฬิกาลูกแรกถูกส่งเข้ามากำหนดให้ค่าของรีจิสเตอร์เท่ากับ 0000

3) เอาต์พุตของ DAC จะเป็น 0 โวลต์ ส่งไปใส่วงจรเปรียบเทียบทำการเปรียบเทียบกับแรงดัน Vin ในขณะนี้จะได้ เอาต์พุตเท่ากับ 5 โวลต์ กำหนดเป็นลอจิก “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงการทำงานของวงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น

4) เมื่อสัญญาณนาฬิกาลูกต่อไปเข้ามา จะทำการเซตบิต MSB ของรีจิสเตอร์เป็น “1”

5) ในกรณีเป็น ADC ขนาด 4 บิต ดังนั้นการที่บิต MSB เซต จะทำให้วงจร DAC แปลงค่าเป็นแรงดัน 8 โวลต์ นำไปเปรียบเทียบที่วงจรเปรียบเทียบแรงดัน แต่ก็ยังน้อยกว่า Vin ดังนั้นเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบยังคงเป็น “0” ทำให้รีจิสเตอร์ยังคงค่าบิต MSB ให้เป็น “1” ต่อไป

6) ต่อมาบิต B2 (ถ้าจากบิต MSB 1 บิต เนื่องจากมี 4 บิต กำหนดบิต MSB = B3) จะเซตซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 4 โวลต์ นำไปรวมกับค่าของบิต MSB ที่มีอยู่ 8 โวลต์ เช่น 12 โวลต์ นำไปเปรียบเทียบกับ Vin ก็ยังน้อยกว่ารีจิสเตอร์จึงยังคงค่า B2 ไว้ที่ “1” เช่นกัน

7) ต่อมาบิต B1 จะเซตทำให้แรงดันเอาต์พุตมา DAC กลายเป็น 8+4+12 = 14 โวลต์ซึ่งมากกว่า Vin ทำให้เปรียบเทียบเกิดการเปลี่ยนสถานะเป็น “1” ซึ่งจะส่งสัญญาณมาควบคุมให้ B1 กลายเป็น “0”

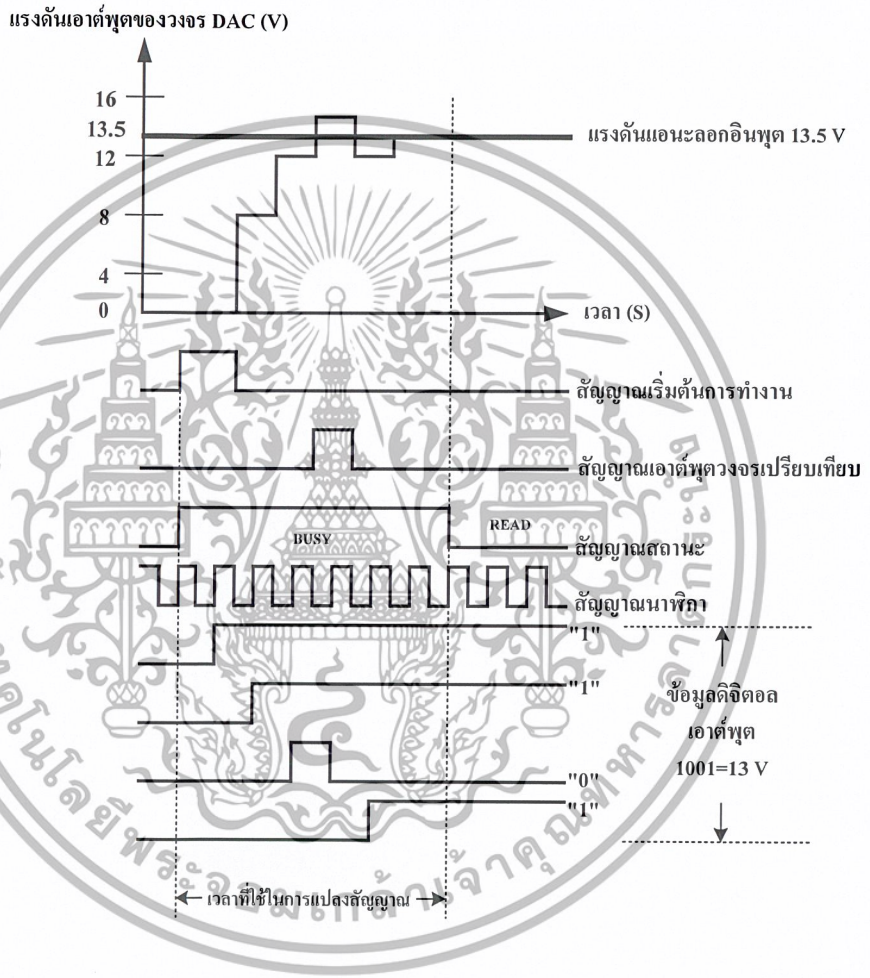
8) เมื่อบิต LSB ถูกเซตจะมีค่าแรงดัน 1 โวลต์ เข้ารวมกับค่าของ B3, B2 และ B1 ได้เท่ากับ 13 โวลต์ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ Vin ปรากฏว่าน้อยกว่า Vin ทำให้ที่บิต B0 หรือ LSB มีค่าเป็น “1”

9) ขณะนี้ทุกบิตไปรีจิสเตอร์ถูกนำมาแปลงค่าเรียบร้อยแล้วทำให้สถานะของรีจิสเตอร์กลับมาเป็นพร้อมทำงาน (Ready)

10) ข้อมูลดิจิตอลที่ได้จากการ ADC แบบนี้จะมีค่า 1101หรือ13 โวลต์ ซึ่งใกล้เคียงกับ Vin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.5 โวลต์ มากที่สุด ถ้าหากรีจิสเตอร์มีจำนวนบิตมากกว่านี้ ความละเอียดของข้อมูลที่แปลงได้จะมีความใกล้เคียงมากขึ้น ช่วงเวลาของการแปลงสัญญาณจะเริ่มขึ้นตั้งแต่สัญญาณนาฬิกาถูกส่งเข้าไปเตรียมระบบไปจนถึงเมื่อสภาวะของรีจิสเตอร์กลับมาเป็น “พร้อมทำงาน” อีกครั้งหนึ่งซึ่งจะต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเท่ากับ n+1 พัลส์โดย n เท่ากับจำนวนบิตของรีจิสเตอร์



รูปที่ 2.2 แผนผังเวลาแสดงการทำงานของวงจร ADC แบบซัลเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น

ดังนั้นถ้าหาก DAC แบบซัลเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่นขนาด 4 บิตตามตัวอย่างที่อธิบายมาใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 50 kHz เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการแปลงสัญญาณจะคำนวณดังนี้

1) คำนวณคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา

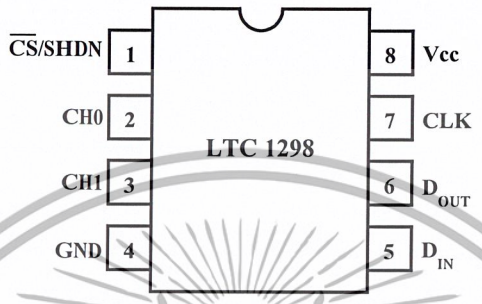
2) จำนวนสัญญาณนาฬิกาทั้งหมดที่ใช้ในการแปลงเท่ากับ n+1 ; n มีค่าเท่ากับ 4 เนื่องจากมีจำนวน 4 บิต ดังนั้นสัญญาณนาฬิกาใช้ทั้งหมดจึงเท่ากับ 4+1 = 5

3) เวลาทั้งหมดที่ใช้เท่ากับ 5 X 20 ms = 100 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ไอซีแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเบอร์ LTC1298

LTC1298 เป็นไอซีแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 12 บิตซึ่งตำแหน่งขาต่างๆ ของ LTC1298 แสดงดังรูปที่ 2.3

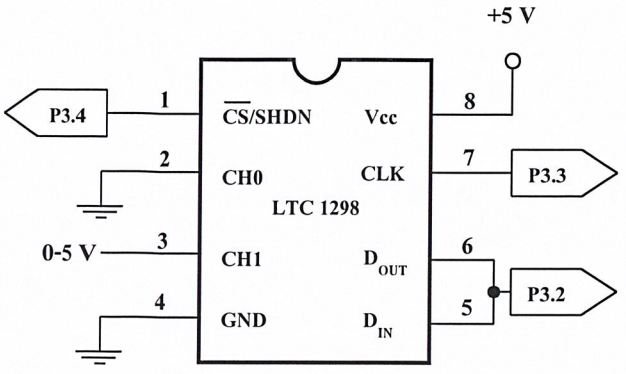


รูปที่ 2.3 การจัดขาของไอซีเบอร์ LTC1298

ตารางที่ 2.1 หน้าที่และการใช้งานขาของไอซีเบอร์ LTC1298

ขา	หน้าที่และการใช้งาน
CS	เป็นขาอินพุตอีนาเบิล เมื่อต้องการให้ LTC1298 ทำงานจะต้องป้อนลอจิก “0” ซึ่งเมื่ออยู่ในสภาวะปกติจะเป็นลอจิก “1”
CH0	เป็นขาเข้าของสัญญาณแอนะลอก ช่องสัญญาณ “0”
CH1	เป็นขาเข้าของสัญญาณแอนะลอก ช่องสัญญาณ “1”
GND	ขากราวด์
D_{IN}	เป็นขาอินพุตดิจิตอล เพื่อกำหนดตำแหน่งที่จะป้อนสัญญาณแอนะลอกออกมา
D_{OUT}	ขาเอาต์พุตของสัญญาณดิจิตอลที่ถูกแปลงจากสัญญาณแอนะลอก โดยสัญญาณดิจิตอลจะออกจากขามาแบบอนุกรม
CLK	เป็นขาอินพุตป้อนสัญญาณนาฬิกา เพื่อกำหนดความเร็วในการปล่อยสัญญาณดิจิตอลจากขา D
V_{CC}	ขาไฟเลี้ยง +5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การต่อวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลใช้ไอซีเบอร์ LCT1298

หลักการทำงานมีดังต่อไปนี้ คือ สัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในวงจรนี้สามารถต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการควบคุมได้โดยตรง ความถี่ของสัญญาณนาฬิกายิ่งมีค่ามาก จะมีผลทำให้ข้อมูลดิจิตอลที่ออกทางเอาต์พุตมีค่าที่สอดคล้องกับสัญญาณแอนะลอกที่ป้อนทางอินพุตมากขึ้น

ในสภาวะปกติ LTC1298 ที่ขา CS จะต้องป้อนลอจิก “1” เมื่อต้องการให้ LTC1298 แปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล จะต้องป้อนลอจิก “0” พร้อมด้วยสัญญาณ Input Data Word เข้าที่ขา D_{IN} เพื่อกระตุ้นให้ LTC1298 เริ่มทำงาน พร้อมทั้งแจ้งช่องสัญญาณที่ต้องป้อนอินพุตแอนะลอก ซึ่งทุกครั้งที่ป้อนสัญญาณต่างๆ เข้าไปจะต้องป้อนสัญญาณนาฬิกาเข้าไปด้วยทุกครั้งเมื่อ LTC1298 รับสัญญาณอินพุตแล้วจะทำการแปลงสัญญาณอินพุตแอนะลอกเป็นสัญญาณเอาต์พุตดิจิตอลออกทางขา D_{OUT} เป็นจำนวน 12 บิต โดยส่งข้อมูลออกมาแบบอนุกรม เมื่อส่งจนครบ 12 บิตแล้ว จะต้องทำให้ขา CS กลับเป็นลอจิก “1”

2.3 อุปกรณ์ตรวจจับพื้นฐาน

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนนำสัญญาณเข้าที่ทำหน้าที่เป็นส่วนรับความรู้สึกต่างๆ เรียกว่า ตัวตรวจจับ ซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกต่างๆ ที่ได้รับเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นแรงดันหรือกระแสก็ได้และส่งให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตีความหมายและนำผลดังกล่าวไปใช้งานได้ตามต้องการ

ตัวตรวจจับแบบพื้นฐานที่เราคุ้นเคยกันอย่างดี เช่น สวิตซ์กลไก สวิตซ์แม่เหล็ก โฟโตทรานซิสเตอร์ เซลล์รับแสง ออปโตคัปเปลอร์ ตัวตรวจจับตำแหน่ง ตัวตรวจจับแรงดัน ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ตัวตรวจจับเสียง เป็นต้น ตัวตรวจจับต่างๆ เหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

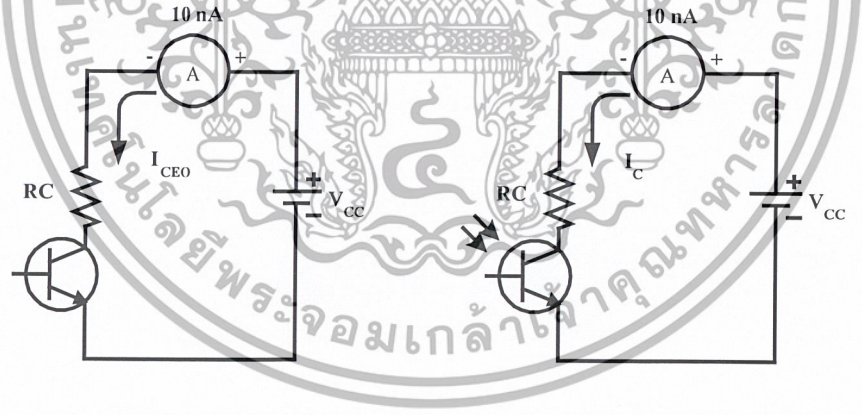
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 โฟโตทรานซิสเตอร์

โดยปกติสภาวะปกติสารกึ่งตัวนำจะมีคุณสมบัติที่ไวต่อแสง เมื่อทำการนำเอาสารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ โปรตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ ดังนั้นไฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำและมีรอยต่อ P-N ระหว่างสารสองชนิดของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งรอยต่อนี้มีขนาดใหญ่กว่ารอยต่อ P-N ของทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป ความแตกต่างจากทรานซิสเตอร์ทั่วไป คือ ที่ตัวถังด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีช่องสำหรับรับแสงเพื่อส่งไปยังรอยต่อ P-N โดยช่องรับแสงนี้จะมีวัสดุเคลียร์ไมกา (Clear Mica) หรือควอตซ์ เลนซ์ (Quartz Lens) ติดอยู่บนช่องรับแสงดังกล่าว

1) การจ่ายไบอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์

การจ่ายไบอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์ เหมือนกับการจ่ายไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ธรรมดา คือจ่ายไบอัสให้ขา E จ่ายไบอัสกลับให้ขา C ส่วนขา B ไม่ถูกต่อออกใช้งานจึงไม่ต้องจ่ายไบอัสให้ ลักษณะการจ่ายไบอัสและการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.5



(ก) ขณะไม่มีแสงตกกระทบ (ข) ขณะมีแสงตกกระทบ

รูปที่ 2.5 การจ่ายไบอัสและการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 2.5 เป็นการจ่ายไบอัสและการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นชนิด NPN ดังนั้นไบอัสตรงให้ขา E คือ จ่ายแรงดันลบให้และจ่ายไบอัสกลับให้ขา C คือ จ่ายแรงดันบวกให้

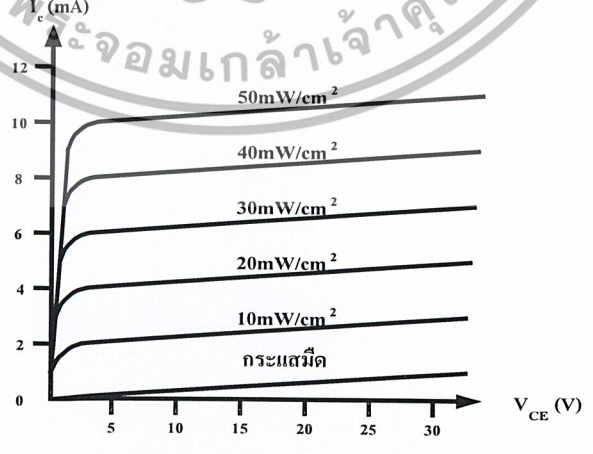
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ก. เป็นขณะที่ยังไม่มีแสงส่องมากระทบรอยต่อ PN ที่ขา B และขา C แม้จะจ่ายไบอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์แล้วก็ตาม โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่นำกระแส ไม่มีกระแสไหลในวงจรเพราะค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อขา C และขา E สูงมาก มีเพียงกระแสรั่วซึมไหลผ่าน (I_{CEO}) กระแสที่ไหลนี้เรียกว่ากระแสมืด (Dark Current) มีค่ากระเพียงนาโนแอมแปร์ (nA) มีค่ากระแสน้อยมากจนถือว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแส

ส่วนรูปที่ 2.5 ข. เป็นขณะที่มีแสงส่องมากระทบรอยต่อ PN ที่ขา B และขา C เกิดกระแสเบส (I_B)ไหล โดยกำหนดให้ I_λเป็นกระแสเบสที่ไหล เกิดขึ้นเนื่องจากแสงที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN กระแส I_λ นี้ทำให้ค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อขา C และขา E ลดลง เกิดกระแสคอลเลคเตอร์ (I_C) ไหลค่ากระแส I_C หาได้จากสมการดังนี้

$$I_C = \beta_{DC} I_\lambda \tag{2.1}$$

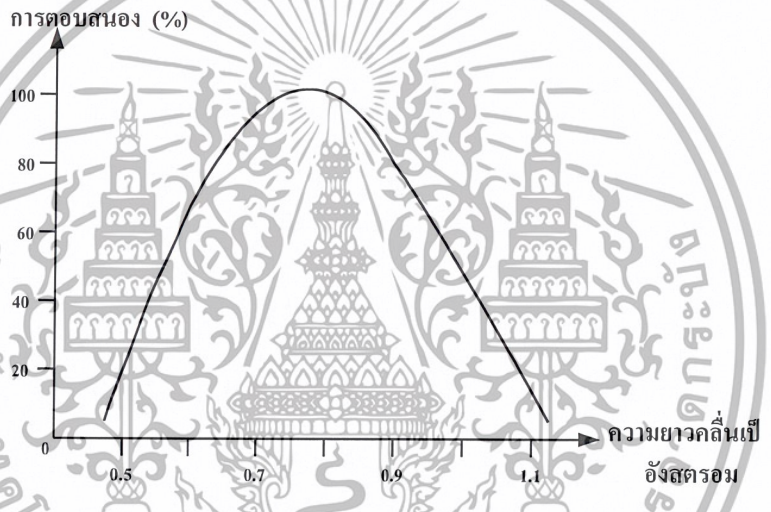
ค่ากระแส I_C ที่เกิดขึ้นในโฟโตทรานซิสเตอร์มีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับค่าความเข้มของแสงสว่างที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN แสงมีความเข้มน้อยกระแส ไหลน้อย ทำให้กระแส I_C ไหลน้อยและแสงมีความเข้มมากกระแส I_λไหลมาก ทำให้กระแส I_C ไหลมาก ความเข้มของแสงที่ตกกระทบรอยต่อ PN วัดออกมามีหน่วยเป็นมิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (mW/cm^2) สภาวะการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ตามค่าความเข้มของแสงสว่างที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN เขียนเป็นกราฟคุณลักษณะทางเอาต์พุตได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 กราฟคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.6 เป็นกราฟคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ กราฟแนวตั้งเป็นค่ากระแสคอลเลคเตอร์ (I_C) และกราฟแนวนอนเป็นค่าแรงตกคร่อมขา C และขา E (V_{CE}) เส้นกราฟที่เกิดขึ้นจากความเข้มของแสงที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN ขา B และขา C ขณะไม่มีแสงตกกระทบมีกระแสมืดเพียงเล็กน้อย ขณะที่แสงตกกระทบมีความเข้มน้อย (10 mW/cm^2) เกิดกระแส I_C ไหลน้อย และขณะที่แสงตกกระทบมีความเข้มมาก (50 mW/cm^2) เกิดกระแส I_C ไหลมากความไวในการรับแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์ ต้องเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นแสงเฉพาะย่านที่โฟโตทรานซิสเตอร์ตอบสนองเท่านั้น แสดงได้ดังกราฟรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 กราฟการตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์

2.3.2 แอลอีดีแบบอินฟาเรด

แอลอีดีอินฟาเรดแอลอีดีถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟาเรดเมื่อตัวนำกระแสอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษและเกิดพลังงานจากโฟตรอน การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันทีที่มีกระแสไหลผ่าน

แอลอีดีอินฟาเรดสามารถกำเนิดแสงอินฟาเรดได้ในช่วงสองความยาวคลื่นดังนี้ คือแอลอีดีแบบอินฟาเรดที่สร้างจากสารแกลเลี่ยมอาเซไนต์ (Gallium Arsenide: GaAs) จะให้ความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตรและอินฟาเรดอีดีที่สามารถสร้างจากสารอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่าแกลเลี่ยมอลูมินั่มอาเซไนต์ (Gallium Aluminum Arsenide: GaAIAS) ซึ่งจะกำเนิดแสงอินฟาเรดที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตร

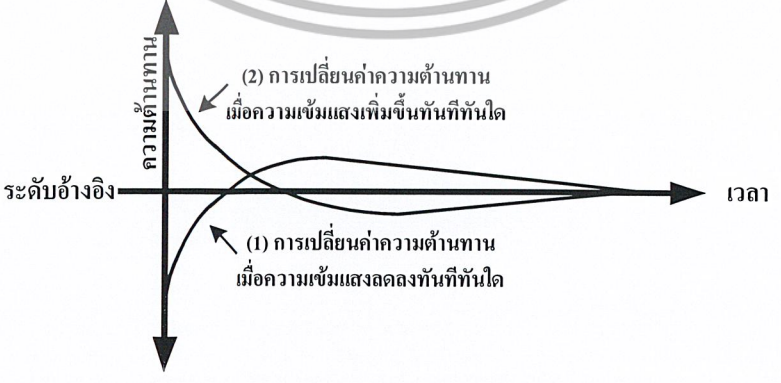
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ตัวความต้านที่มีค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับแสงที่มาตกกระทบ

แอลดีอาร์ (Light Dependent Resistor: LDR) หมายถึง ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับแสงที่มาตกกระทบมีเรียกกันอีกหลายชื่อ เช่น โฟโตคอนดักตีฟเซล (Photoconductive Cell) หรือตัวต้านทานไวแสง (Light Sensitive Resistor: LSR) ส่วนใหญ่จะทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CDs) หรือแคดเมียมซีลิไนด์ (CDse) ซึ่งทั้งสองตัวนี้เป็นสารกึ่งตัวนำเอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรอง แล้วต่อขาจากสารที่ฉาบเอาไว้ออกมา

1) สมบัติทางแสง การทำงานแอลดีอาร์ แอลดีอาร์เป็นสารกึ่งตัวนำเมื่อมีแสงตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงานให้กับสารที่ฉาบอยู่ทำให้เกิดโฮลกับอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ การที่มีโฮลกับอิเล็กตรอนอิสระมากก็เท่ากับความต้านทานลดลงนั่นเอง ยิ่งความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไร ความต้านทานก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น

แสงที่ตกกระทบจะต้องอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 4,000 อังสตรอม (1 อังสตรอมเท่ากับ 10^{-10} เมตร) ถึงประมาณ 10,000 อังสตรอมเท่านั้นที่ใช้ได้ (สายตาคนจะเห็นได้ในช่วงประมาณ 4,000 อังสตรอมถึง 7,000 อังสตรอม) ซึ่งคิดแล้วก็เป็นช่วงคลื่นเพียงแคบๆ เมื่อเทียบกับการทำงานของอุปกรณ์ไวแสงประเภทอื่นๆ แต่ถึงอย่างไรในช่วงคลื่นนี้ก็มีอยู่ในแสงอาทิตย์แสงจากหลอดไฟแบบไส้และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยหรือถ้าจะคิดที่ความยาวคลื่นที่แอลดีอาร์จะตอบสนองไวที่สุดแล้วก็มีอยู่หลายความยาวคลื่น โดยทั่วไปแอลดีอาร์ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์จะไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของมันใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของตาคนมาก (ตาคนไวต่อความยาวคลื่นประมาณ 5,550 อังสตรอม) จึงมักจะใช้ทำเป็นเครื่องวัดแสงในกล้องถ่ายรูปถ้าแอลดีอาร์ทำจากแคดเมียมซีลิไนด์ก็จะไวต่อความยาวคลื่นในช่วง 7,000 กว่าอังสตรอม ซึ่งไปอยู่ในช่วงอินฟาเรดแล้ว

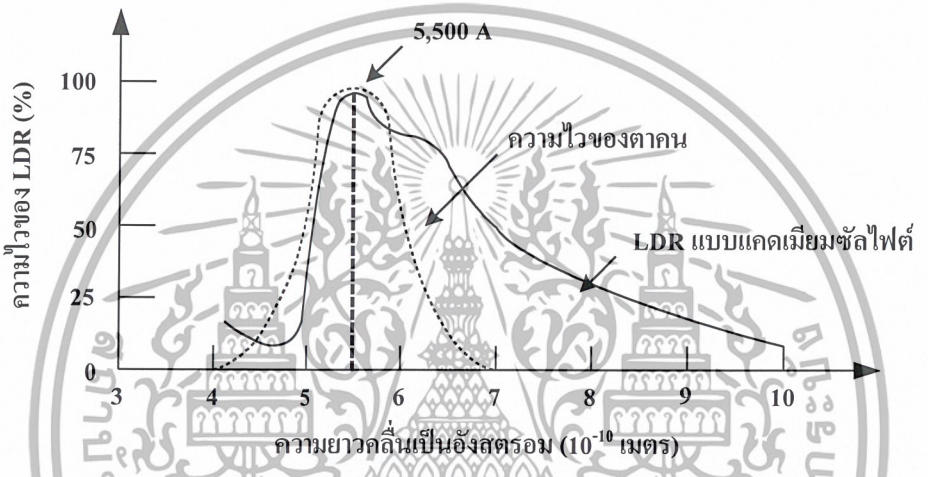


รูปที่ 2.8 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับแอลดีอาร์

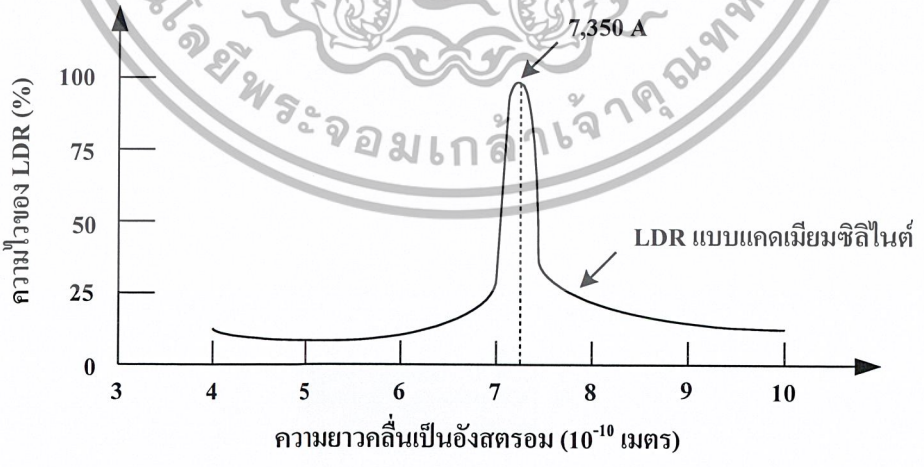
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลตอบสนองทางไฟฟ้า

อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของแอลดีอาร์ ในขณะที่ไม่มีแสงอาจเป็นได้ตั้งแต่ 100 เท่า 1,000 เท่าหรือ10,000 เท่า แล้วแต่รุ่นแต่โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ใช่วงประมาณ 0.5 MΩ ขึ้นไป ในที่มืดสนิทอาจจะได้มากกว่า 2 MΩ ในขณะที่มีแสงจะเป็นประมาณ 10-20 kΩ ลงไป อาจจะเหลือเพียงไม่กี่โอห์มหรือไม่ถึงโอห์มก็ได้ ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 V และทนกำลังสูญเสียอย่างต่ำประมาณ 50 mW



(ก) ความไวแสงของแอลดีอาร์ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟต์



(ข) ความไวแสงของแอลดีอาร์ที่ทำจากแคดเมียมซีลิไนต์

รูปที่ 2.9 ความไวต่อแสงความถี่ต่างๆ ของแอลดีอาร์ทั้ง 2 แบบ เมื่อเทียบกับความไวของตาคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเหนือจากลักษณะสมบัติต่างๆ เหล่านี้แล้ว ยังมีอีกอย่างที่สำคัญ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากความเข้มแสงเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งจะดูตัวอย่างได้ดังรูปที่ 2.8 ถ้าแอลดีอาร์ ได้รับแสงที่มีความเข้มสูงดังกราฟที่ (1) ความต้านทานจะมีค่าต่ำ และในทันทีที่ความเข้มของแสงลดลงเหลือเพียงระดับอ้างอิงความต้านทานจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นไปจนถึงค่าความต้านทานที่มันควรเป็นในระดับอ้างอิงเหมือนกับว่าเบรคมันไม่ค่อยดีและในทำนองเดียวกันถ้าเก็บมันไว้ในที่ความเข้มแสงน้อยๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มเป็นระดับอ้างอิงทันทีดังกราฟเส้นที่ (2) ความต้านทานของแอลดีอาร์เองจะลดเลยต่ำลงมาจากระดับอ้างอิงแล้วจึงขึ้นไปใหม่ ยิ่งความเข้มของแสงเท่ากับแอลลดีอาร์แบบแคดเมียมซิลิไนต์จะใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะที่มันควรจะเป็นน้อยกว่าแคดเมียมซัลไฟต์ แต่จะวิ่งเลยไปไกลกว่าด้วยและอีกอย่างหนึ่งความเร็วในการเปลี่ยนระดับความต้านทานจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่งช้ามากซึ่งจะอยู่ในช่วงของมิลลิวินาทีหรือบางทีเป็นวินาที จึงทำให้แอลดีอาร์ใช้ได้กับงานความถี่ต่ำๆ เท่านั้น

2.4 การเชื่อมต่อกับแอลอีดีแสดงผลแบบ 7 ส่วน

การเชื่อมต่อกับ LED ที่แสดงผลแบบตัวเลขได้ที่เรียกว่า LED 7 ส่วน (7 Segment Display) หรือ 7 เซ็กเมนต์ ซึ่งมีทั้งแบบคาโทดร่วม (Common-cathode) และแบบอาโนดร่วม (Common-anode) LED 7 ส่วนนี้จะเป็นการรวม LED 7 หลอดประกอบกันให้สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ถ้าเป็นชนิดที่นำขาคาโทดของหลอด LED ทุกตัวมารวมกันเรียกว่าแบบคาโทดร่วม แบบอาโนดร่วมก็ทำนองเดียวกัน

การเชื่อมต่อแต่ละขากับบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแต่ละบิตจะต่อกับขาของหลอด LED 7 ส่วน

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลที่ส่งให้ LED 7 ส่วนแสดงเป็นเลขต่าง ๆ

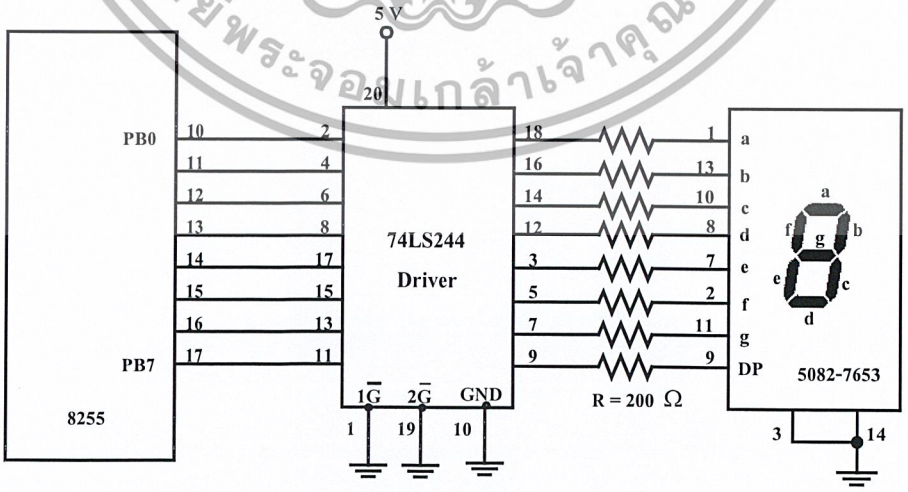
แสดงผล	อาโนดร่วม	คาโทดร่วม	แสดงผล	อาโนดร่วม	คาโทดร่วม
0	C0	3F	J	E1	1E
1	F9	06	L	C7	38
2	A4	5B	O	C0	3F
3	B0	4F	P	8C	73
4	99	66	U	C1	3E
5	92	6D	Y	99	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ข้อมูลที่ส่งให้ LED 7 ส่วนแสดงเป็นเลขต่าง ๆ

แสดงผล	อาโนดร่วม	คาโทดร่วม	แสดงผล	อาโนดร่วม	คาโทดร่วม
6	82	7D	b	83	7C
7	F8	07	c	A7	58
8	80	7F	d	A1	5E
9	98	67	h	8B	74
A	88	77	n	AB	54
C	C6	39	o	A3	5C
E	86	79	r	AF	50
F	8E	71	u	E3	1C
G	82	70	-	BF	40
H	89	76	?	AC	53
I	F9	06	BLANK	FF	00

พิจารณาวงจรรูปที่ 2.10 ถ้าหากต่อ LED 7 ส่วนกับพอร์ต A ของ 8255 ซึ่งถอดรหัสไว้ที่หมายเลข 0FC00H-0FC03H โดยจะส่งข้อมูลให้ LED 7 ส่วนทางพอร์ต A ส่วนขาคาโทดร่วมจะต่อกับบิต PC0 ซึ่งมีเกตบัฟเฟอร์ที่เอาต์พุตเป็นแบบ OC ต่ออยู่ด้วยดังรูป



รูปที่ 2.10 การต่อ LED 7 ส่วนเข้ากับ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลและมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟสลับเรียกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ นอกจากนั้นยังมีมอเตอร์ขนาดเล็กซึ่งอาจขับเคลื่อนได้ทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรงทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะตรงข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงโดยสิ้นเชิง แต่สำหรับโครงสร้างแล้วจะเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้ทำหน้าที่ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตามลักษณะการกระตุ้นด้วยตัวเอง จะเหมือนกับกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง โดยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt)

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series)

3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยกนั้นกระแสที่ป้อนให้ชุดขดลวดสนามและขดลวดอาร์เมเจอร์ (Amateur) จะมาจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงซึ่งแยกชุดกัน ส่วนแบบกระตุ้นตัวเองนั้นจะมาจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงชุดเดียวกัน ในกรณีที่ต้องการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยการปรับระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยกเป็นกรณีพิเศษเท่านั้น แต่โดยทั่วไปจะใช้แบบกระตุ้นตัวเองเป็นส่วนมาก

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.6.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์

3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 128 กิโลไบต์

4) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์

พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

7) มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด

8) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

9) รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

10) มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

11) นำข้อมูลมาทำการ AND ORหรือComplement ได้ทั้งแบบ 8 บิตและ 1 บิต

2.6.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND OR NOT ซึ่งเกตเหล่านี้ จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้ทำการสร้างสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ บวก คูณหรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำต้องการ

2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 0000000_2- 11111111_2 หรือ 00H - 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

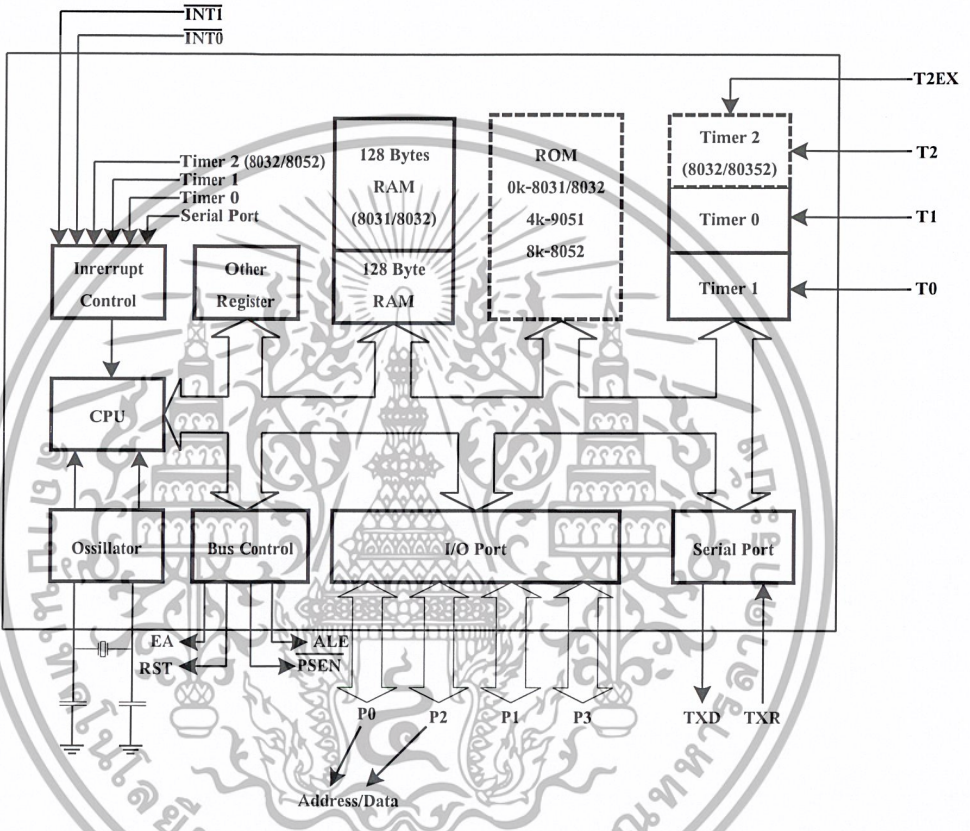
ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48353

1) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุได้แก่ 4 I/O PortTime/Counter 0 Time/Counter 1 Serial Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) 4 อินพุต/เอาต์พุตพอร์ต (4 I/O Port) หรือพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

2) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 (Time/Counter) เป็นวงจรนับที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลางจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจึงจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.7 การตรวจสอบธนบัตร

การตรวจสอบธนบัตรธนบัตรต้องคำนึงลักษณะและความแตกต่างของธนบัตรซึ่งสามารถที่จะตรวจสอบได้ดังนี้

1) การตรวจสอบเนื้อสารของธนบัตร

ใช้หลักการส่องแสงสีม่วงจากหลอดนีออนให้ตกกระทบเนื้อสารของกระดาษที่ตรวจสอบโดยอาศัยการสะท้อนกลับของแสงแล้วตรวจจับด้วยอุปกรณ์รับแสงซึ่งเนื้อสารของกระดาษที่ใช้ทำธนบัตรจะแตกต่างกับกระดาษทั่วไปคือ กระดาษที่ใช้ทำธนบัตรจะมีลักษณะเป็นกระดาษที่ไม่สะท้อนแสงนีออนสีม่วง ซึ่งกระดาษทั่วไปจะมีการสะท้อนของเนื้อสารมากกว่าจึงทำให้ได้สภาวะทางเอาต์พุตที่แตกต่างกัน โดยสามารถใช้หลักการนี้ในการตรวจสอบธนบัตรจริงและปลอมได้

2) การตรวจสอบสีของธนบัตร

ใช้อุปกรณ์กำเนิดแสงส่องแสงลงกระทบธนบัตรแล้วตรวจจับแสงที่สะท้อนกลับมาโดยที่ธนบัตรแต่ละมูลค่าจะมีสีที่แตกต่างกันโดยที่ความสว่างของสีแต่ละสีจะมีค่าการสะท้อนที่ไม่เท่ากันสามารถใช้หลักการในลักษณะนี้ในการตรวจสอบมูลค่าของธนบัตร

3) การตรวจสอบขนาดของธนบัตร

ธนบัตรแต่ละมูลค่าจะมีขนาดความกว้างที่เท่ากันคือ 7.1 เซนติเมตร แต่มีความยาวที่ไม่เท่ากันคือ ธนบัตรมูลค่า 100 บาท จะมีความยาว 15 เซนติเมตร ธนบัตรมูลค่า 500 บาท จะมีความยาว

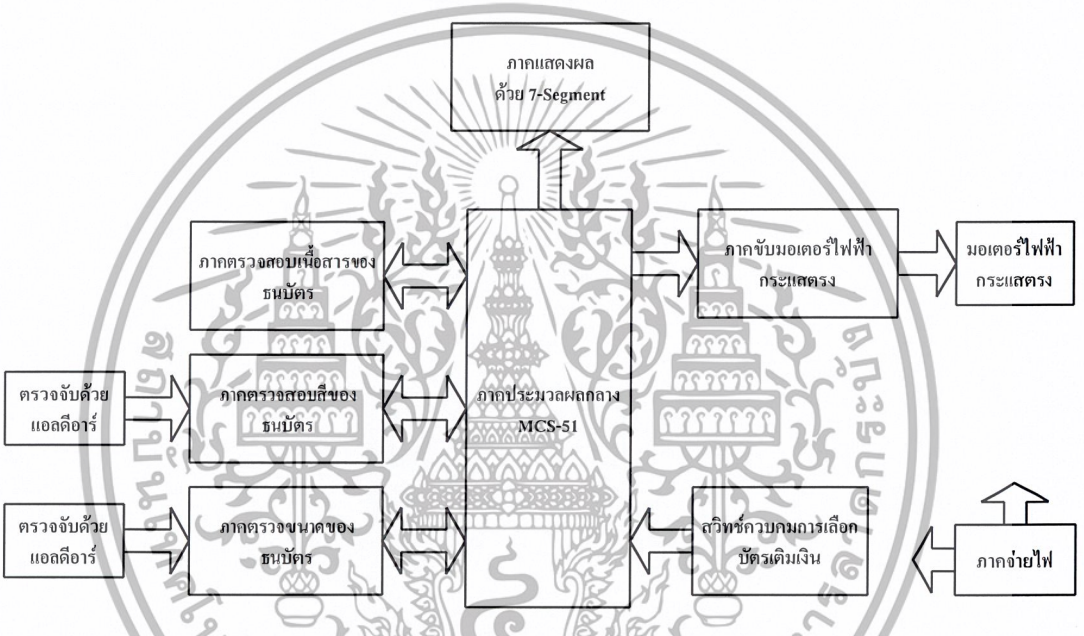
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15.7 เซนติเมตร และธนบัตรมูลค่า 1,000 บาท จะมีความยาว 16.4 เซนติเมตร โดยที่เราสามารถใช้หลักการนี้ร่วมกับการตรวจสอบเนื้อสารและสีของธนบัตรในการตรวจสอบมูลค่าของธนบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.1 เป็นแผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ภาคตรวจสอบเนื้อสารของธนบัตร ใช้หลักการของการสะท้อนของกระดาษโดยใช้หลอดนีออนสีม่วงส่องกระทบกับธนบัตร ถ้าเป็นธนบัตรจริงจะไม่สะท้อนแสงกลับไปยังตัวตรวจจับเอาต์พุตของวงจรจะเป็นศูนย์แต่ถ้าเป็นธนบัตรปลอมจะสะท้อนแสงกลับไปยังตัวตรวจจับระดับเอาต์พุตของวงจรจะเป็นหนึ่ง

2) ภาคตรวจสอบสีของธนบัตร ใช้หลักการตรวจจับแสงอินฟาเรดของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ ถ้ามีธนบัตรผ่านเข้ามายังตัวตรวจจับจะเกิดแรงดันตกคร่อมตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งค่าของแรงดันที่ตกคร่อมจะเปลี่ยนไปตามสีของธนบัตร ค่าของแรงดันที่ได้จะส่งไปยังวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลเปลี่ยนระดับเอาต์พุตส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำว่าเป็นสีของธนบัตรชนิดใด

3) ภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร ใช้หลักการตรวจจับแสงของตัวแอลดีอาร์ ถ้ามีธนบัตรผ่านเข้ามายังตัวตรวจจับ ซึ่งจะส่งสัญญาณไปยังวงจรเปรียบเทียบ เปลี่ยนระดับเอาต์พุตส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำว่าเป็นขนาดของธนบัตรชนิดใด

4) ภาคขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ใช้สำหรับตัดต่อการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้รีเลย์ในการตัดต่อวงจร

5) ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ใช้สำหรับแสดงค่าจำนวนเงินโดยจะใช้ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ขนาด 4 ตัวอักษร

6) ภาคประมวลผลกลาง ทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัว ควบคุมการทำงาน

7) ภาคแหล่งจ่ายไฟ ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้ากับส่วนต่างๆ ของเครื่องทั้งหมด

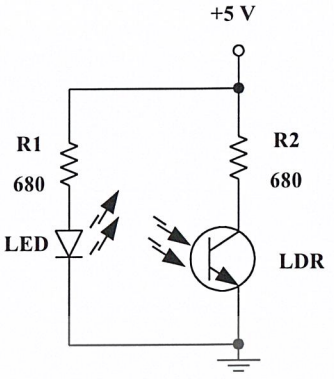
3.2 การออกแบบวงจร

3.2.1 ภาคตรวจสอบสีของธนบัตร

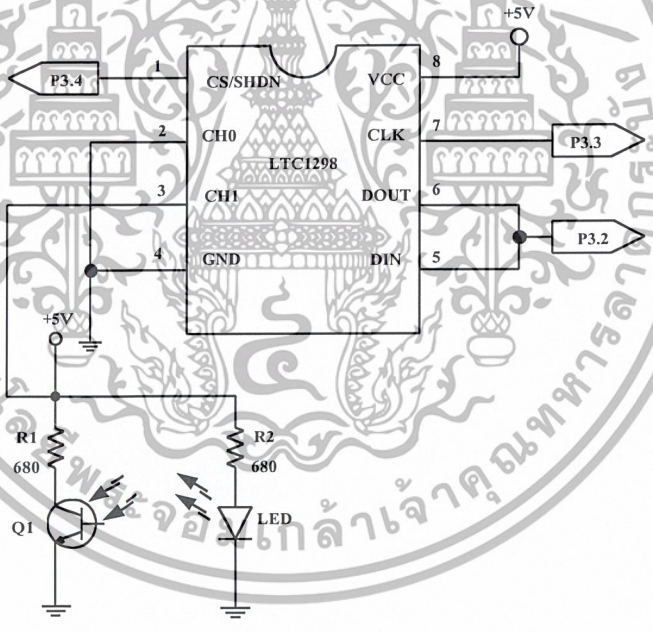
1) วงจรตรวจจับแสงด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์ แสดงรูปที่ 3.2 การออกแบบวงจรจะใช้แอลอีดีเปล่งแสงและตัวโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวส่งและรับสัญญาณตามลำดับ โดยมีหลักการทำงานคือ ในขณะที่ไม่มีธนบัตรผ่านเข้ามาจะมีแรงดันตกคร่อมตัวโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง จนกว่าจะมีธนบัตรผ่านเข้ามาแรงดันตกคร่อมตัวโฟโตทรานซิสเตอร์จึงเปลี่ยนไป

2) วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter) อุปกรณ์หลักของวงจรนี้ คือ ไอซี LTC1 1298 ซึ่งเป็นไอซี ADC ขนาด 12 บิต โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวกำหนดความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ควบคุมจังหวะการทำงานของไอซีเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลจะมีขนาด 12 บิต โดยจะส่งออกมาจากไอซีแบบอนุกรม เพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับแสงด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์



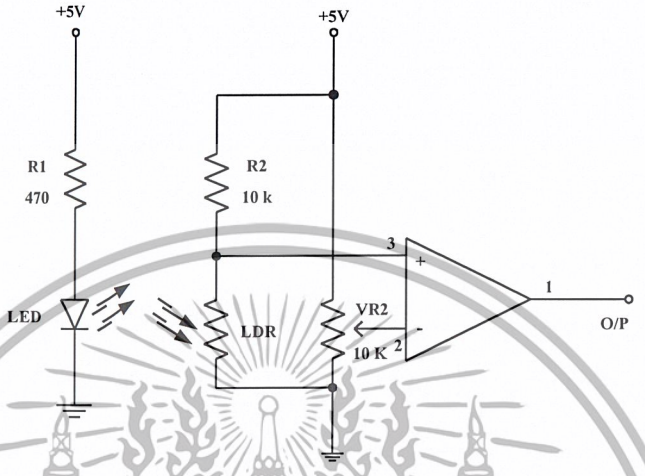
รูปที่ 3.3 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

3.2.2 ภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร

ภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร ทำหน้าที่ตรวจสอบขนาดของธนบัตรว่าเป็นขนาดของธนบัตรชนิดใด ใช้ไดโอดเปล่งแสงและตัวแอลดีอาร์เป็นตัวส่งและรับสัญญาณ โดยจะต่อเข้ากับวงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยใช้ออปแอมป์ ในภาวะปกติวงจรเปรียบเทียบแรงดันจะมีระดับเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น “1” แต่ถ้ามีธนบัตรผ่านไดโอดเปล่งแสงจะบังแสงไม่ให้ตกกระทบกับตัวแอลดีอาร์ จะทำให้ระดับเอาต์พุต “0”

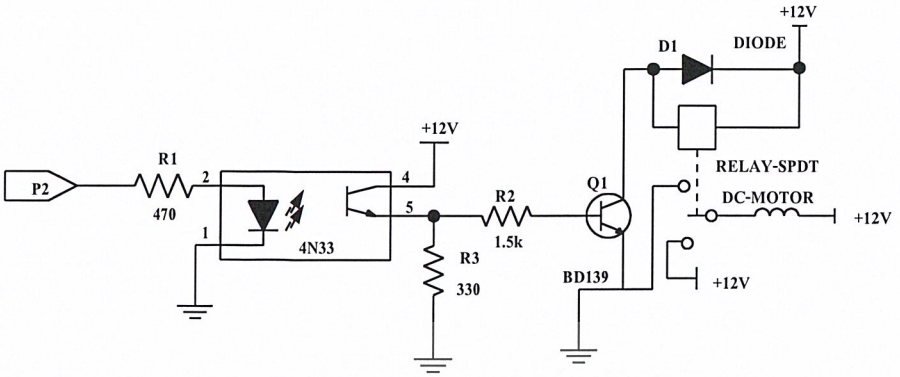


รูปที่ 3.4 วงจรภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร

3.2.3 ภาคขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะได้รับอินพุตมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยถ้าอินพุตที่ได้เป็น “1” จะทำให้ออปโตไอโซเลเตอร์ทำงาน ซึ่งจะส่งให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงาน ขดลวดรีเลย์เหนี่ยวนำหน้าสัมผัสให้มาต่อกับกราวด์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะได้รับแรงดัน 12 โวลต์ ด้านหนึ่งและได้รับกราวน์อีกด้านหนึ่งทำให้มอเตอร์หมุน แต่ถ้าอินพุตที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น “0” ออปโตไอโซเลเตอร์จะไม่ทำงาน ทรานซิสเตอร์ Q_1 ไม่ทำงานด้วยเช่นกัน ขดลวดในรีเลย์จึงไม่เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัส ทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ต่อกับแรงดัน 12 โวลต์ ดังนั้นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะได้รับแรงดัน 12 โวลต์ ทั้งสองด้านมอเตอร์จะไม่หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.5 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

3.2.4 ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนใช้สำหรับแสดงค่าจำนวนเงิน โดยจะมีรูปแบบการแสดงมูลค่าจำนวนเงิน

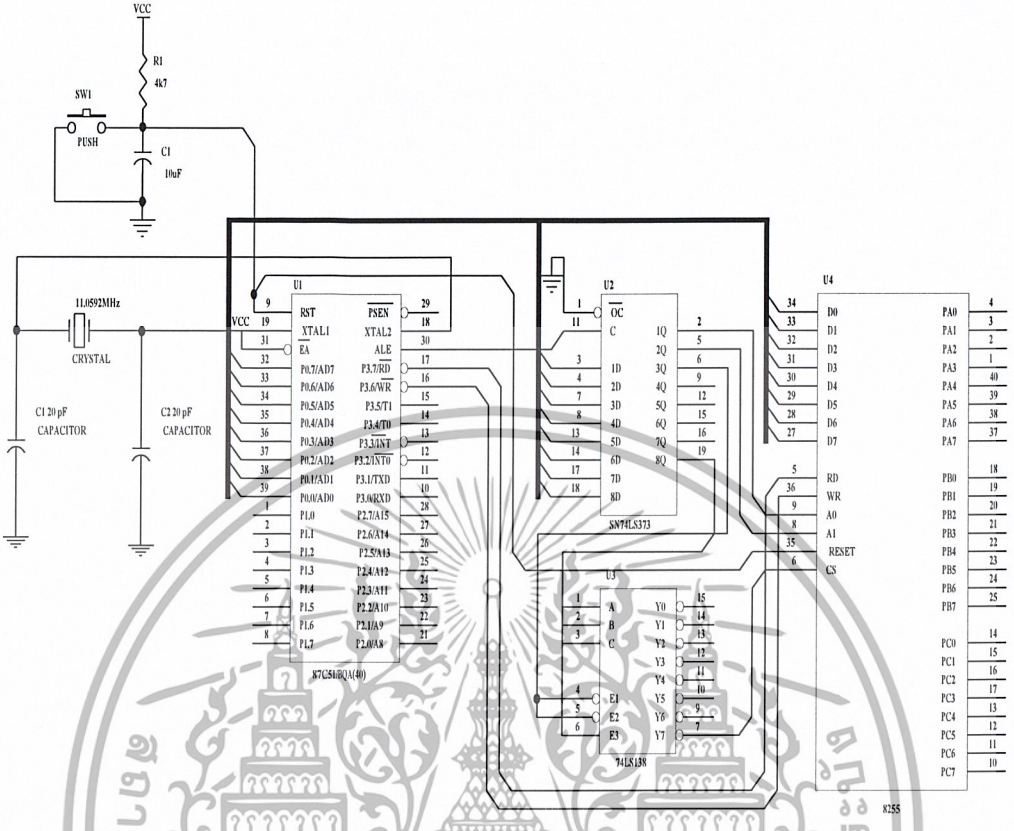
3.2.5 ภาคประมวลผล

ในส่วนของภาคประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยใช้จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ใช้ไอซีเบอร์ AT89C51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์และใช้โปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้เป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงานของ วงจรรูปวงจรแสดงดังรูปที่ 3.6

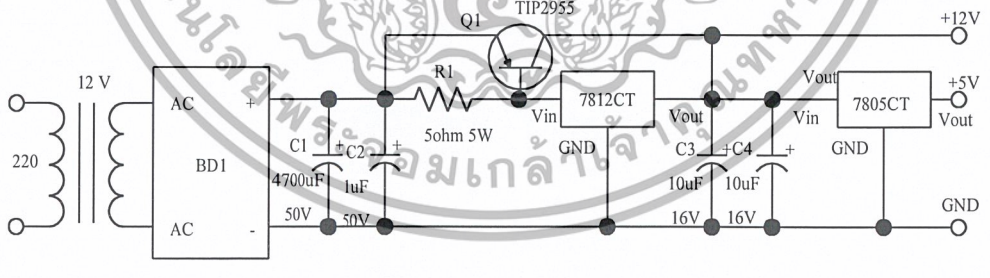
3.2.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ

วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ ทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันให้กับวงจรต่างๆ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เข้ามาทางด้านขดปฐมภูมิ หม้อแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้มีแรงดันออกทางขดทุติภูมิของหม้อแปลง เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่า 12-0 โวลต์ เมื่อผ่านวงจรเร็กกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7812 จะได้แรงดันไฟตรงค่า +12 โวลต์ ซึ่งในกระแสสูงสุด 1 แอมป์ สามารถทำการขยายให้มีกระแสสูงขึ้นได้ โดยทำการต่อทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP2955 เพื่อขยายกระแส เพื่อป้อนให้กับวงจรขับดีซีมอเตอร์และอีกส่วนหนึ่งจะผ่านวงจรเร็กกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805 จะได้แรงดันไฟตรงค่า +5 โวลต์ เพื่อป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟแสดงดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การต่อ AT89C51 กับ 8255

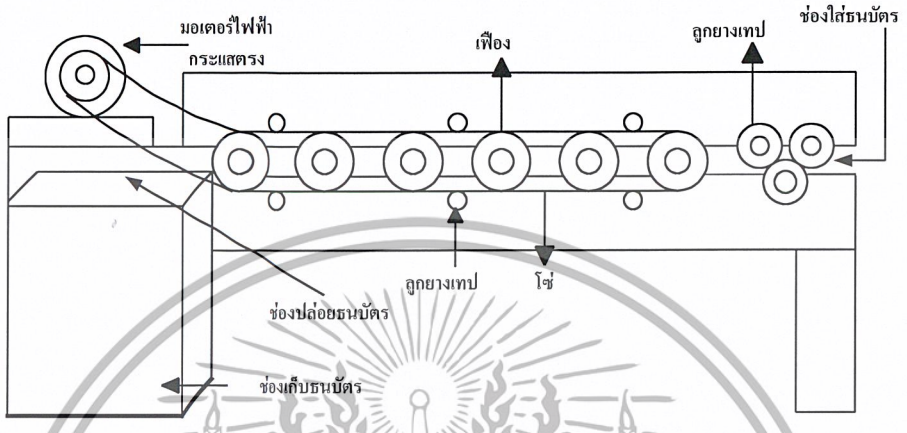


รูปที่ 3.7 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ

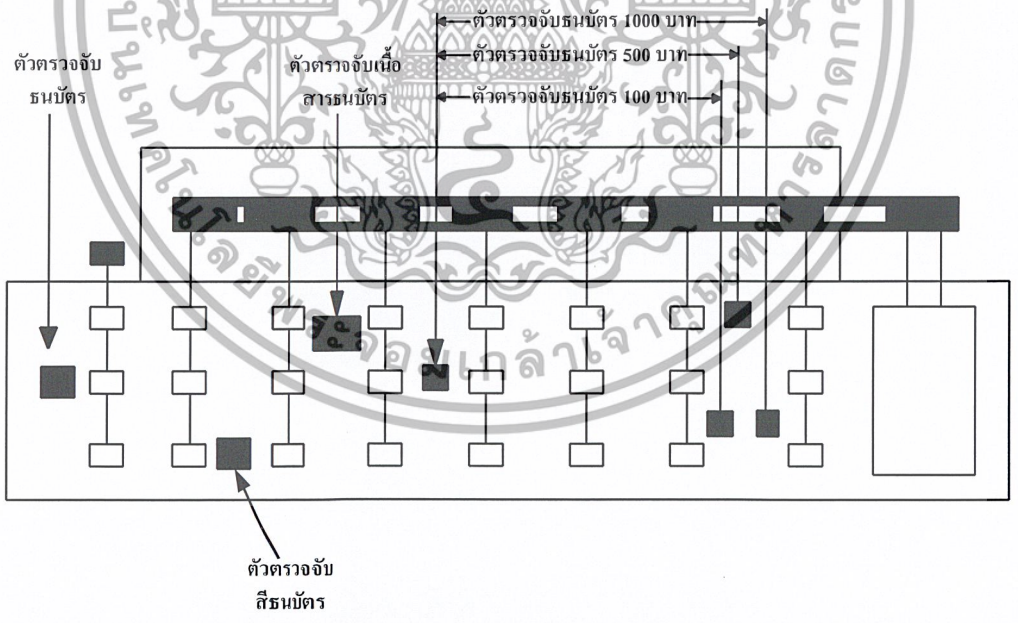
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบระบบกลไก

3.3.1 การออกแบบรางตรวจสอบธนบัตร



(ก) รูปรางตรวจสอบธนบัตรด้านข้าง



(ข) รูปรางตรวจสอบธนบัตรด้านบน

รูปที่ 3.8 การออกแบบรางตรวจสอบธนบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบและจัดทำรางธนบัตรนั้น เพื่อความสะดวกในการทดลอง จึงได้ใช้พลาสติกทึบแสงขนาด 3 มิลลิเมตร ในการจัดทำเพราะสามารถทำให้ลดการรบกวนของตัวตรวจจับแสงได้ดี แสดงไว้ดังรูปที่ 3.8

ส่วนประกอบของรางธนบัตรและการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ บนรางธนบัตรจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ช่องสอดธนบัตร ใช้สำหรับทำการรับธนบัตรที่ผู้ใช้บริการสอดเข้ามา

2) ชุดตรวจจับแสงด้วยตัวต้านทานมีค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับแสงที่มาตกกระทบชุดที่ 1 จะติดไว้ด้านบนของรางธนบัตร เพื่อตรวจสอบว่าขณะนี้มีธนบัตรผ่านเข้ามาหรือยัง

3) ชุดตรวจจับเนื้อสารธนบัตร ใช้สำหรับตรวจสอบการสะท้อนของเนื้อสารธนบัตร

4) ชุดตรวจจับสีธนบัตร ใช้สำหรับตรวจสอบสีของธนบัตร

5) ชุดตรวจจับขนาดธนบัตร ใช้สำหรับวัดขนาดของธนบัตร

6) ช่องเก็บธนบัตรเมื่อทำการตรวจสอบแล้วว่าเป็นธนบัตรปลอมมอเตอร์จะหมุนกลับทางทำให้ธนบัตรปลอมเลื่อนออกคืนทางด้านช่องสอดธนบัตร แต่ถ้าเป็นธนบัตรจริงมอเตอร์จะหมุนต่อไปจนธนบัตรตกไปยังช่องเก็บธนบัตร

3.3.2 การออกแบบส่วนจ่ายบัตร

ส่วนประกอบของส่วนจ่ายบัตรและการติดตั้งอุปกรณ์จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

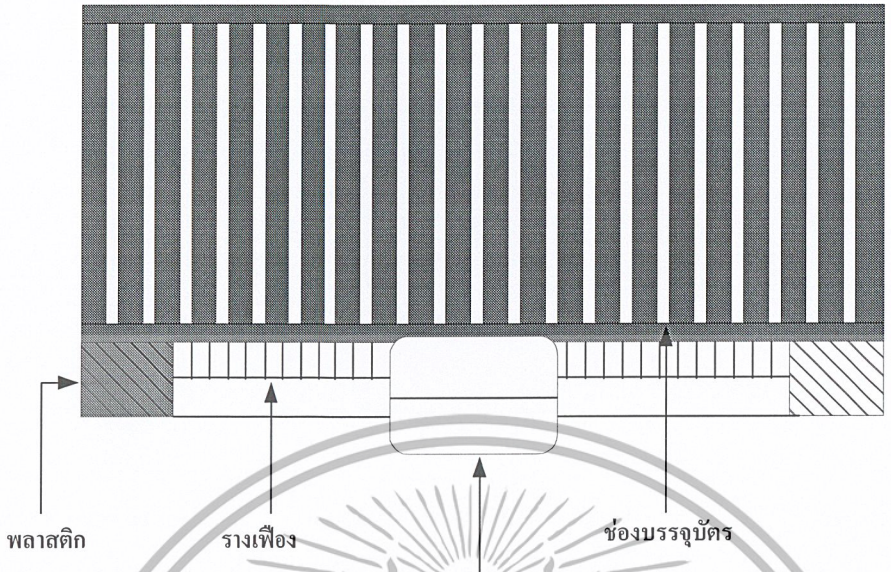
1) สเต็ปเปอร์มอเตอร์และฟันเฟือง ใช้สำหรับขับเคลื่อนชุดจ่ายบัตรเติมเงิน

2) ช่องบรรจุบัตร ใช้สำหรับบรรจุบัตรเติมเงินที่ใช้จำหน่ายบัตรเติมเงิน

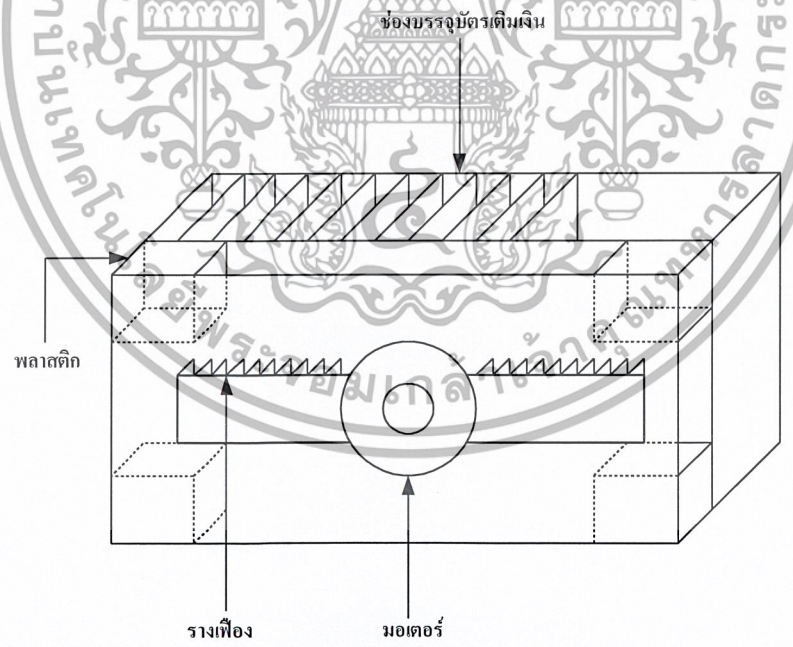
3) ชุดตรวจจับแสงใช้สำหรับตรวจสอบจำนวนบัตรที่เหลือเพื่อแสดงผลเมื่อบัตรเติมเงินหมด

4) ชุดตรวจจับแสง ใช้สำหรับตรวจจับบัตรตก เพื่อไปตรวจสอบการจ่ายของบัตรเติมเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) โครงสร้างส่วนจ่ายบัตร (ด้านบน)

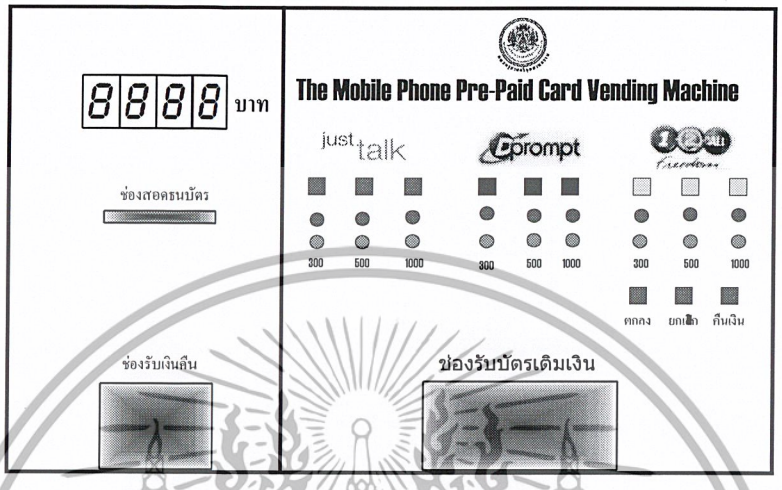


(ข) โครงสร้างส่วนจ่ายบัตร (ด้านข้าง)

รูปที่ 3.9 โครงสร้างส่วนจ่ายบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง



รูปที่ 3.10 โครงสร้างด้านหน้าของตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรในส่วนต่างๆ ของโครงงานเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติว่าทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยใช้เครื่องมือทำการตรวจสอบผลการทำงานในแต่ละส่วนของวงจรที่ได้สร้างขึ้นได้แก่ การทดลองภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร การทดลองภาคตรวจสอบสีของธนบัตร การทดลองภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร รวมทั้งในส่วนของการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

4.2 การทดลองภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองบันทึกค่าเอาต์พุต ของวงจรภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำค่าที่ได้บันทึกไว้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ผ่านเข้ามาใหม่ ขณะทำการสอดธนบัตรต่างๆ ถ้าตรงกับค่าที่ได้บันทึกไว้แสดงว่าธนบัตรนั้นเป็นจริง

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ให้กับวงจรภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร

2) ต่อแหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์ ให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์

3) ทำการสอดธนบัตร 1,000 บาท จำนวน 10 ใบ ผ่านตัวตรวจจับแสงด้วยแอลดีอาร์สังเกตแอลอีดีที่ติด แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.1

4) ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นธนบัตร 500 บาท แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 4.2

5) ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นธนบัตร 100 บาท แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 เอาต์พุตภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 1,000 บาท

ใบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ดับ คือ แอลอีดีจะดับเมื่อธนบัตรที่ผ่านภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตรแล้วได้เอาต์พุตเป็น "0" แสดงว่าเป็นธนบัตรจริง

ติด คือ แอลอีดีจะดับเมื่อธนบัตรที่ผ่านภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตรแล้วได้เอาต์พุตเป็น "1" แสดงว่าเป็นธนบัตรปลอม

ตารางที่ 4.2 เอาต์พุตภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 500 บาท

ใบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.3 เอาต์พุตภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 100 บาท

ใบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

4.2.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อทำการสอดธนบัตร 1,000 บาท 500 บาท และ100 บาท จำนวนชนิดละ 10 ใบ ผ่านตัวตรวจจับ ผลปรากฏว่าค่าที่ได้จากการทดลองแอลอีดีจะดับ ซึ่งจะมีค่าเป็นลอจิก "0" แสดงว่าเนื้อสารของธนบัตร ไม่สะท้อนแสงทำให้ตัวตรวจจับ ไม่สามารถรับแสงที่สะท้อนมาได้จึงไม่มีแรงดันไฟจ่ายให้กับแอลอีดี

4.3 การทดลองภาคตรวจสอบสีของธนบัตร

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองบันทึกค่าเอาต์พุตขนาด 12 บิต ของวงจรภาคตรวจสอบสีของธนบัตร เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำค่าที่ได้บันทึกไว้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ผ่านเข้ามาใหม่ ขณะทำการสอดธนบัตรต่างๆ ถ้าตรงกับค่าหนึ่งค่าใดก็แสดงว่าธนบัตรนั้นมีสีของธนบัตรชนิดเดียวกัน

เอาต์พุตของภาคตรวจสอบสีของธนบัตรนั้น คือ เอาต์พุตที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ซึ่งมีขนาด 12 บิต แต่จะนำเพียง 8 บิต เท่านั้นไปใช้ในการตรวจสอบสีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธนบัตรค่าที่ได้นี้จะถูกนำไปเข้าที่พอร์ต โดยเอาต์พุตนี้จะต่อกับแอลอีดี เพื่อแสดงสถานะทำงาน โดยสามารถดูการทำงานของวงจรได้จาก LED_0-LED_7

4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ให้กับวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

2)สังเกตจำนวนแอลอีดีที่ติดขณะยังไม่มีธนบัตรผ่านตัวตรวจจับแสงด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์บันทึกผลลงในตารางที่ 4.4

3)ทำการสอดธนบัตร 1,000 บาท จำนวน 10 ครั้ง ผ่านตัวตรวจจับแสงด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์ สังเกตจำนวนแอลอีดีที่ติด แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.5

4) ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นธนบัตร 500 บาท แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 4.6

5) ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นธนบัตร 100 บาท แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.4 เอาต์พุตภาคตรวจสอบสีธนบัตร ขณะยังไม่มีธนบัตร

ใบที่	LED_7	LED_6	LED_5	LED_4	LED_3	LED_2	LED_1	LED_0
-	0	0	0	0	0	1	1	0

ตารางที่ 4.5 เอาต์พุตภาคตรวจสอบสีธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 1,000 บาท

ครั้งที่	LED_7	LED_6	LED_5	LED_4	LED_3	LED_2	LED_1	LED_0
1	0	1	1	1	0	0	0	0
2	0	1	1	0	1	1	0	0
3	0	1	1	0	1	1	0	1
4	0	1	1	0	1	1	0	0
5	0	1	1	0	1	1	1	1
6	0	1	1	0	1	1	0	0
7	0	1	1	0	1	1	1	0
8	0	1	1	0	1	1	0	1
9	0	1	1	0	1	1	0	0
10	0	1	1	0	1	1	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 เอาต์พุตภาคตรวจสอบสีธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 500 บาท

ครั้งที่	LED_7	LED_6	LED_5	LED_4	LED_3	LED_2	LED_1	LED_0
1	0	1	0	1	1	1	1	1
2	0	1	0	1	1	1	1	1
3	0	1	0	1	1	1	0	1
4	0	1	0	1	1	1	1	0
5	0	1	0	1	1	1	1	1
6	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	0	1	1	0	1	0
8	0	1	0	1	1	0	1	1
9	0	1	0	1	1	1	1	1
10	0	1	0	1	1	1	0	1

ตารางที่ 4.7 เอาต์พุตภาคตรวจสอบสีธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 100 บาท

ครั้งที่	LED_7	LED_6	LED_5	LED_4	LED_3	LED_2	LED_1	LED_0
1	0	1	1	0	1	1	1	1
2	0	1	1	0	1	1	1	0
3	0	1	1	0	1	1	0	1
4	0	1	1	0	1	0	0	1
5	0	1	1	0	1	1	1	0
6	0	1	1	0	1	1	0	1
7	0	1	1	0	1	1	0	0
8	0	1	1	0	1	1	0	1
9	0	1	1	0	1	0	1	0
10	0	1	1	0	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ $LED_2 - LED_7$ คือ ใช้ในการตรวจสอบสีธนบัตร

$LED_0 - LED_1$ คือ เป็นหลักที่ผิดพลาดและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

4.3.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อทำการสอดธนบัตร 1,000 บาท 500 บาท และ 100 บาท จำนวนชนิดละ 10 ครั้ง ผ่านตัวตรวจจับแสงด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์ ผลปรากฏว่า ค่าที่ได้จากการทดลองของเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล จะมีค่าแตกต่างกันระหว่างธนบัตรต่างชนิดกัน คือ ธนบัตร 1,000 บาท 500 บาท และ 100 บาท

4.4 การทดลองภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองบันทึกค่าเอาต์พุตของวงจรภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำค่าที่ได้บันทึกไว้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ผ่านเข้ามาใหม่ ขณะทำการสอดธนบัตรต่างๆ ถ้าตรงกับค่าหนึ่งค่าใน ก็แสดงว่าธนบัตรนั้นมีขนาดของธนบัตรชนิดเดียวกัน

เอาต์พุตของภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตรนั้น คือ เอาต์พุตที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบ โดยใช้ออปแอมป์ ค่าที่ได้นี้จะถูกนำไปเข้าที่พอร์ต โดยเอาต์พุตนี้จะต่อกับแอลอีดี เพื่อแสดงสถานะทำงาน โดยสามารถดูการทำงานของวงจรได้จาก LED_0-LED_3

4.4.1 ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1) ต่อแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ให้กับวงจรตรวจจับแสงด้วยแอลดีอาร์

2) ต่อแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ และ 0 โวลต์ ให้กับวงจรเปรียบเทียบ

3) สังเกตจำนวนแอลอีดีที่ติด ขณะยังไม่มีธนบัตรผ่านตัวตรวจจับแสงด้วยแอลดีอาร์บันทึกผลลงในตารางที่ 4.8

4) ทำการสอดธนบัตร 1,000 บาท จำนวน 10 ครั้ง ผ่านตัวตรวจจับแสงด้วยแอลดีอาร์ สังเกตจำนวนแอลอีดีที่ติด แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.9

5) ทำเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่เปลี่ยนเป็นธนบัตร 500 บาท แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 4.10

6) ทำเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่เปลี่ยนเป็นธนบัตร 100 บาท แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 เอาต์พุตภาคตรวจสอบขนาดธนบัตร ขณะยังไม่มีธนบัตร

ครั้งที่	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4
-	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.9 เอาต์พุตภาคตรวจสอบขนาดธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 1,000 บาท

ครั้งที่	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4
1	ดับ	ติด	ติด	ติด
2	ดับ	ติด	ติด	ติด
3	ดับ	ติด	ติด	ติด
4	ดับ	ติด	ติด	ติด
5	ดับ	ติด	ติด	ติด
6	ดับ	ติด	ติด	ติด
7	ดับ	ติด	ติด	ติด
8	ดับ	ติด	ติด	ติด
9	ดับ	ติด	ติด	ติด
10	ดับ	ติด	ติด	ติด

ตารางที่ 4.10 เอาต์พุตภาคตรวจสอบขนาดธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 500 บาท

ครั้งที่	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4
1	ดับ	ติด	ติด	ดับ
2	ดับ	ติด	ติด	ดับ
3	ดับ	ติด	ติด	ดับ
4	ดับ	ติด	ติด	ดับ
5	ดับ	ติด	ติด	ดับ
6	ดับ	ติด	ติด	ดับ
7	ดับ	ติด	ติด	ดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) เอาต์พุตภาคตรวจสอบขนาดธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 500 บาท

ครั้งที่	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4
8	ดับ	ติด	ติด	ดับ
9	ดับ	ติด	ติด	ดับ
10	ดับ	ติด	ติด	ดับ

ตารางที่ 4.11 เอาต์พุตภาคตรวจสอบขนาดธนบัตร ขณะสอดธนบัตร 100 บาท

ครั้งที่	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4
1	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
2	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
3	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
4	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
5	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
6	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
7	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
8	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
9	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
10	ดับ	ติด	ดับ	ดับ

4.4.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อทำการสอดธนบัตร 1,000 บาท 500 บาท และ 100 บาท จำนวนชนิดละ 10 ครั้ง ผ่านตัวตรวจจับแสงด้วยแอลดีอาร์ ผลปรากฏว่า ค่าที่ได้จากการทดลองของเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบ จะมีค่าแตกต่างกันระหว่างธนบัตรต่างชนิดกัน คือ ธนบัตร 1,000 บาท 500 บาท และ 100 บาท แต่จะมีค่าเหมือนกันระหว่างธนบัตรชนิดเดียวกัน ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้นี้ไปเขียนโปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

4.5.1 การทดลองภาคตรวจสอบธนบัตร

1) ลำดับขั้นการทดลอง

การทดลองในส่วนนี้ เป็นการทดลองการทำงานของภาคตรวจสอบธนบัตรทั้งสามชนิด คือ ภาคตรวจสอบเนื้อสาร ภาคตรวจสอบสีของธนบัตร และภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร โดยจะทำการสอดธนบัตร 1,000 บาท 500 บาท และ 100 บาท จำนวน 100 ครั้ง เพื่อทดสอบว่าเครื่องสามารถทำการตรวจสอบธนบัตรได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองภาคตรวจสอบธนบัตร

ครั้งที่	ธนบัตร 1,000 บาท	ธนบัตร 500 บาท	ธนบัตร 100 บาท
1	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
8	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
9	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
10	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
12	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
13	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
14	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
15	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
17	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ผลการทดลองภาคตรวจสอบธนบัตร

ครั้งที่	ธนบัตร 1,000 บาท	ธนบัตร 500 บาท	ธนบัตร 100 บาท
18	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
19	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
20	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
21	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
22	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
23	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
24	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
25	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
26	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
27	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
28	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
29	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
30	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
31	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
32	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
33	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
34	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
35	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
36	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
37	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
38	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
39	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
40	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
41	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
42	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
43	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ผลการทดลองภาคตรวจสอบธนบัตร

ครั้งที่	ธนบัตร 1,000 บาท	ธนบัตร 500 บาท	ธนบัตร 100 บาท
44	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
45	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
46	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
47	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
48	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
49	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
50	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
51	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
52	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
54	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
55	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
56	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
57	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
59	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
60	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
61	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
62	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
63	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
64	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
65	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
66	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
67	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
68	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
69	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ผลการทดลองภาคตรวจสอบธนบัตร

ครั้งที่	ธนบัตร 1,000 บาท	ธนบัตร 500 บาท	ธนบัตร 100 บาท
70	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
71	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
72	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
73	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
74	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
75	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
76	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
77	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
78	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
79	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
80	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
81	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
82	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
83	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
84	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
85	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
86	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
87	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
88	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
89	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
90	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
91	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
92	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
93	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
94	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
95	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ผลการทดลองภาคตรวจสอบธนบัตร

ครั้งที่	ธนบัตร 1,000 บาท	ธนบัตร 500 บาท	ธนบัตร 100 บาท
96	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
97	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
98	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
99	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
100	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
รวม	100 %	100 %	100 %

2) สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ ส่วนของภาคตรวจสอบเนื้อสารธนบัตรนั้น ทดลองโดยทำการสอดธนบัตร 1,000 บาท 500 บาท และ 100 บาท จำนวนชนิดละ 100 ธนบัตร ผลปรากฏว่า เครื่องสามารถทำการตรวจสอบธนบัตรผ่าน 100 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละชนิดของธนบัตร

4.5.2 การทดลองทำการจ่ายบัตรเติมเงิน

1) ลำดับขั้นการทดลอง

ในการทดลองจ่ายบัตรเติมเงิน โดยให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนเลื่อนให้บัตรเติมเงินตกตามช่องจ่ายบัตร จำนวน 20 ใบ โดยทำการทดลอง 10 ครั้ง เพื่อทำการศึกษาดูการทำงานของเครื่องว่าสามารถทำการจ่ายบัตรเติมเงินได้หรือไม่

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองการจ่ายบัตรเติมเงิน

ใบที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
1	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 (ต่อ) ผลการทดลองการจ่ายบัตรเติมเงิน

ใบที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
6	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
8	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
9	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
10	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
12	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
13	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
14	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
15	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
17	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
18	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
19	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
20	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
รวม	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

2) สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ ส่วนการทำงานของการจ่ายบัตรเติมเงินนั้น ทดลองโดยทำการจ่ายบัตรเติมเงินจำนวน 20 ใบ โดยทำการทดลอง 10 ครั้ง ผลปรากฏว่าเครื่องสามารถทำการจ่ายบัตรได้ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน มีหลักการทำงาน คือ เมื่อผู้ใช้บริการสอดธนบัตรเข้าไปในเครื่องธนบัตรจะถูกตรวจสอบเนื้อสาร สี และขนาด โดยถ้าเป็นธนบัตรจริง ธนบัตรจะผ่านไปยังช่องเก็บธนบัตร พร้อมทั้งแสดงจำนวนเงิน จากนั้นให้ผู้ใช้เลือกชนิดบัตรและราคาของบัตรที่ต้องการ โดยสามารถเลือกได้ 3 ชนิด 3 ราคา ตามลำดับ คือ จัสท์ทอร์ก ดีพร้อมท์ และวันทูคอล ราคา 1000 บาท 500 บาท และ 300 บาท เมื่อเลือกชนิดบัตรและราคาของบัตรที่ต้องการแล้ว โปรแกรมจะทำหน้าที่สั่งให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ เป็นตัวขับเคลื่อนชุดบรรจุบัตรเติมเงินให้ทำการจ่ายบัตรที่ต้องการออกไปยังช่องรับบัตร

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัตินี้ พบว่าเกิดปัญหาขึ้นหลายประการ โดยสามารถรวบรวม ปัญหา แนวทางแก้ไข และแนวทางในการพัฒนา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ปัญหา ชุดตรวจสอบขนาดของธนบัตรแรงดันเอาต์พุตที่ได้เป็นค่าลบ มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงบวกและช่วงลบเนื่องจากใช้ไอซีออปแอมป์เบอร์ 741 ในภาคอุปกรณ์ตรวจจับ จึงไม่สามารถใช้งานได้

แนวทางแก้ไข จ่ายแรงดันไฟเลี้ยงให้ออปแอมป์ 0-5 โวลต์ โดยไม่ต้องจ่ายไฟลบให้ชุดตรวจสอบขนาดธนบัตร

2) ปัญหา ชุดจ่ายบัตรเติมเงินใช้ลักษณะการดึงบัตรออก โดยใช้การดึงด้วยลูกยางทำให้ไม่สามารถจ่ายบัตรเติมเงินใบสุดท้ายได้ และยังเกิดความผิดพลาดการจ่ายบัตรเติมเงิน

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนชุดจ่ายบัตรเติมเงินเป็นช่องอิสระซึ่งกันและกัน จึงสามารถทำให้จ่ายบัตรเติมเงินได้ทีละ 1 ใบ

3) ปัญหา ชุดตรวจสอบธนบัตรใช้แผ่นพลาสติกสีใสเป็นโครงสร้าง ทำให้เกิดการรบกวนทางแสงของชุดตรวจสอบธนบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข ใช้แผ่นพลาสติกแบบทึบแสงเป็นโครงสร้าง

4) ปัญหา เมื่อประกอบวงจรร่วมกัน เกิดการรบกวนกันของแต่ละวงจร

แนวทางแก้ไข ต่อกราวด์ทุกวงจรเข้าด้วยกัน และเพิ่มขนาดของสายกราวด์

5) ปัญหา การติดตั้งลูกยางเทปในการดึงธนบัตรเข้า-ออกมีระยะห่างที่ไม่พอดี ทำให้ไม่สามารถดึงธนบัตรเข้า-ออกได้

แนวทางแก้ไข ติดตั้งลูกยางเทปให้หน้าสัมผัสติดกันมากที่สุด

6) ปัญหา โครงสร้างของชุดจ่ายบัตรเติมเงินต้องการความละเอียดในการประกอบสูง

แนวทางแก้ไข ให้ร้านที่มีความชำนาญประกอบ

7) ปัญหา การสอดธนบัตรเข้าทำได้ลำบากเนื่องจากช่องสอดธนบัตรมีขนาดเล็ก

แนวทางแก้ไข ทำฐานรองรับธนบัตรไว้ด้านหน้าตัวเครื่อง

5.3 แนวทางการพัฒนา

1) ชุดโครงสร้างภายนอกควรจัดทำให้มีขนาดเพียงพอกับการติดตั้งอุปกรณ์ภายใน เพื่อความสวยงามของโครงงาน

2) กล่องเก็บธนบัตรควรแยกชนิดของธนบัตรให้อิสระซึ่งกันและกัน

3) ควรพัฒนาให้สามารถใช้ธนบัตรมูลค่าอื่นๆ ซื้อบัตรเติมเงินได้เช่น ธนบัตรมูลค่า 20 บาท หรือ ธนบัตรมูลค่า 50 บาท

4) ควรพัฒนาให้กล่องบรรจุบัตรเติมเงินสามารถบรรจุบัตรได้มากขึ้น

5) ควรพัฒนาให้ระบบสามารถทอนเงินได้

6) การจัดวางกล่องบรรจุบัตรเติมเงินควรให้สะดวกแก่การบรรจุบัตรเติมเงินจากทางด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธนาวุฒิ ไกรฤทธิกุล. “LDR ตัวต้านทานไวแสง”. **ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.2538

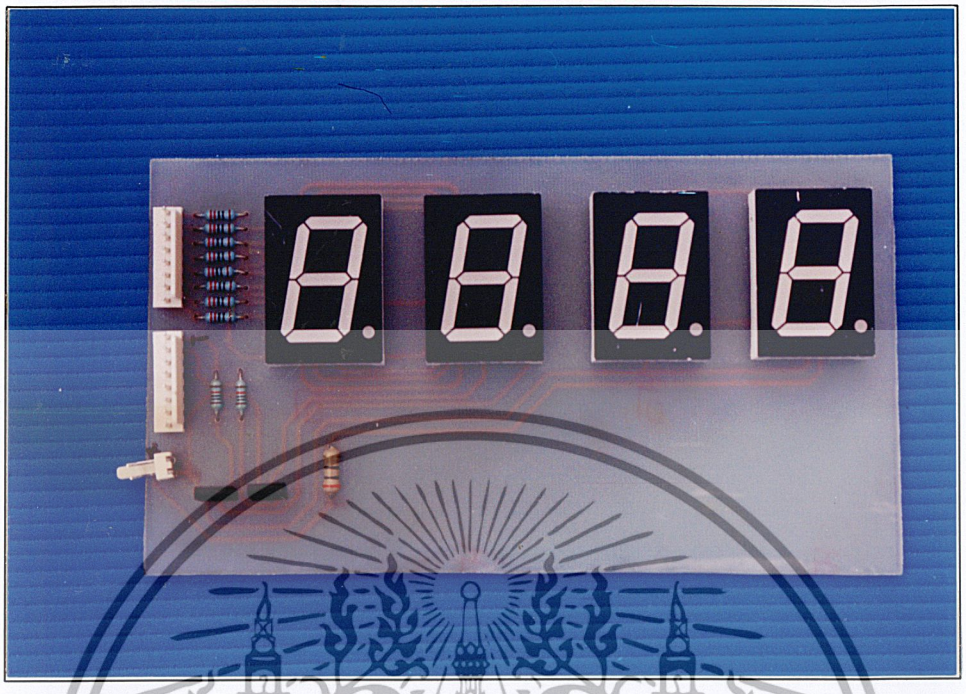
สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์**. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

คู่มือการใช้งาน DOT MATRIX LCD MODULE. อีทีที. กรุงเทพฯ

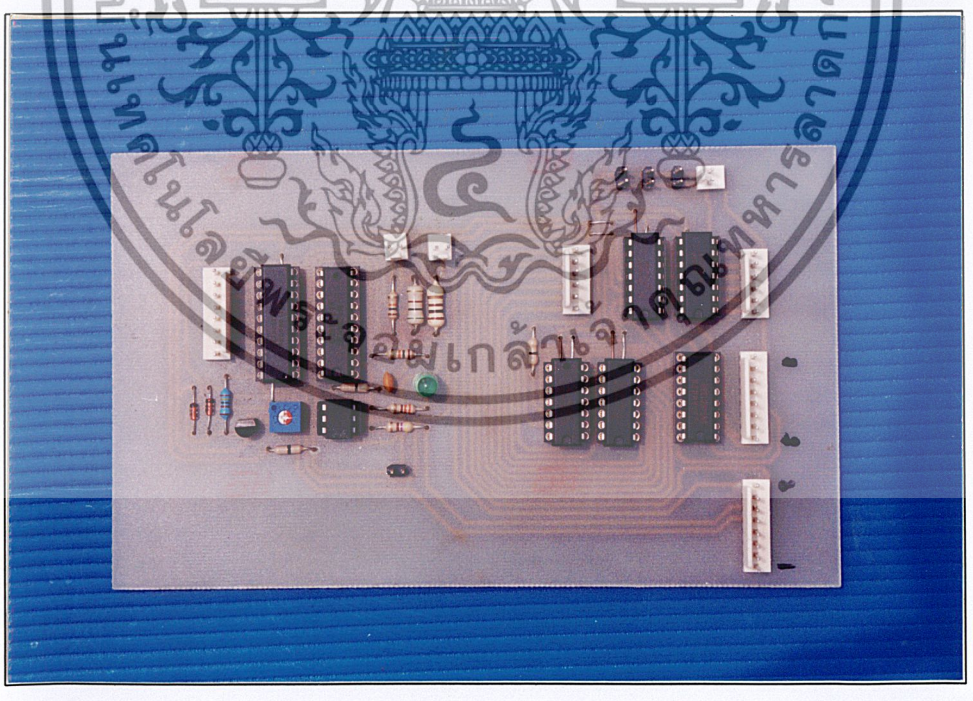
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

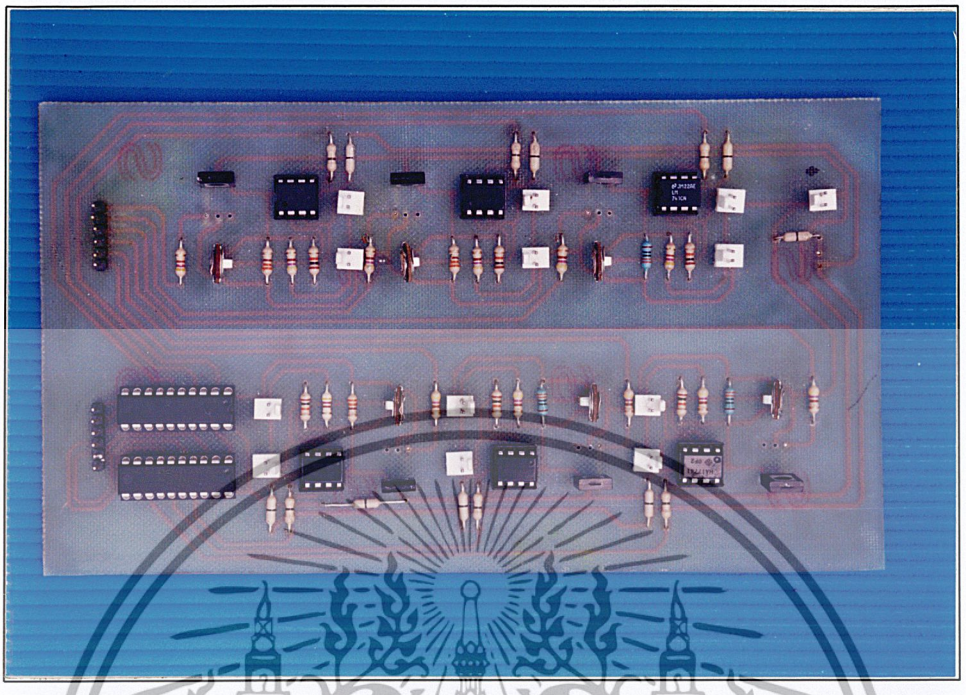


รูปที่ ก.1 วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

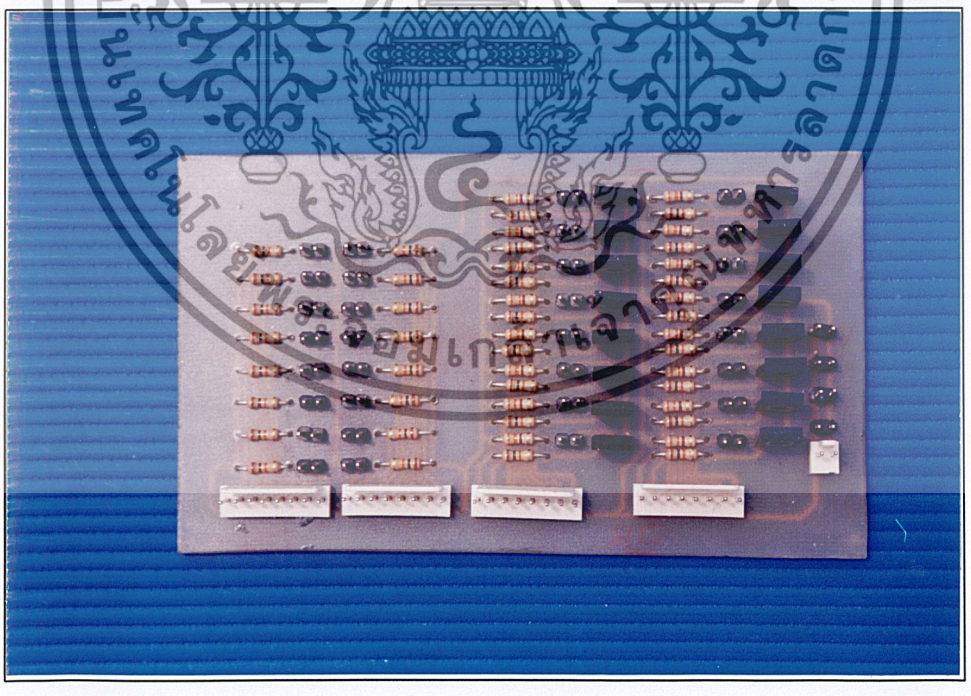


รูปที่ ก.2 วงจรตรวจสอบสีธนบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

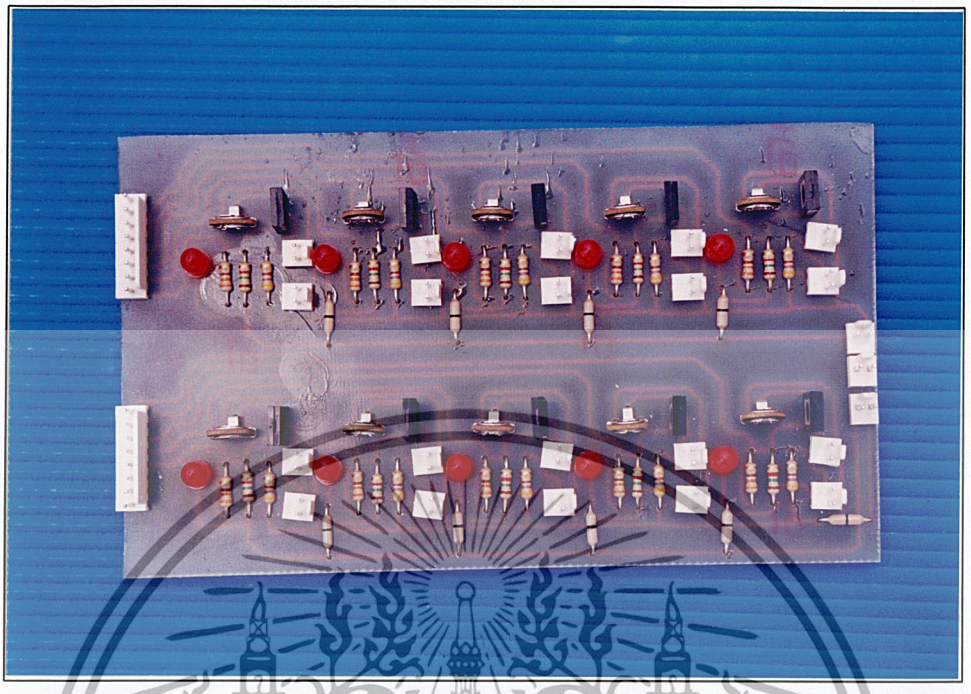


รูปที่ ก.3 วงจรตรวจจับขนาดธนบัตร

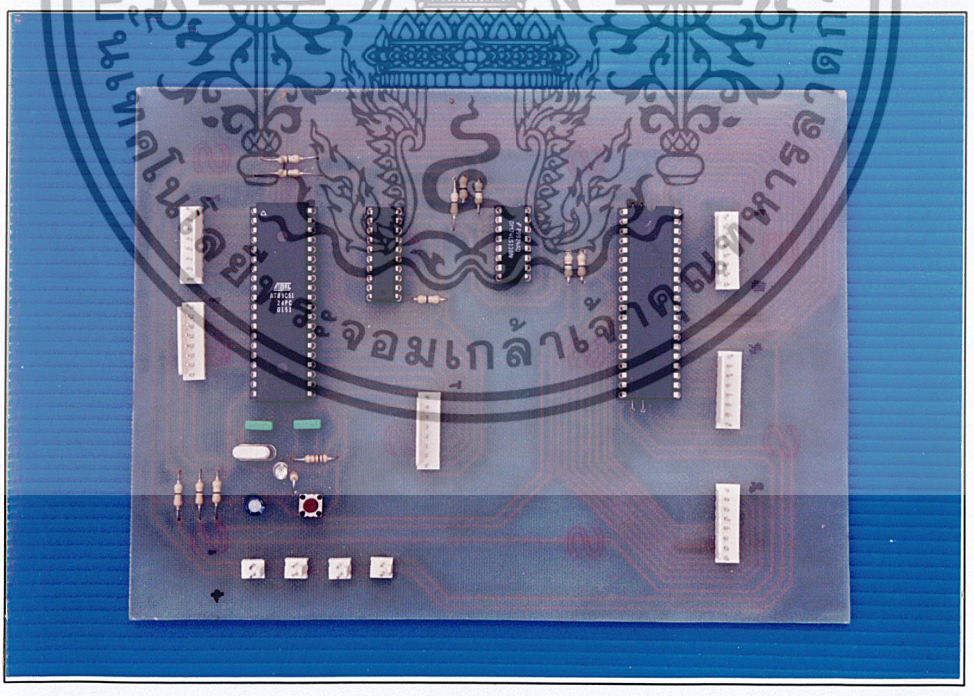


รูปที่ ก.4 วงจรตรวจสอบสวิตช์กดและแสดงผล LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

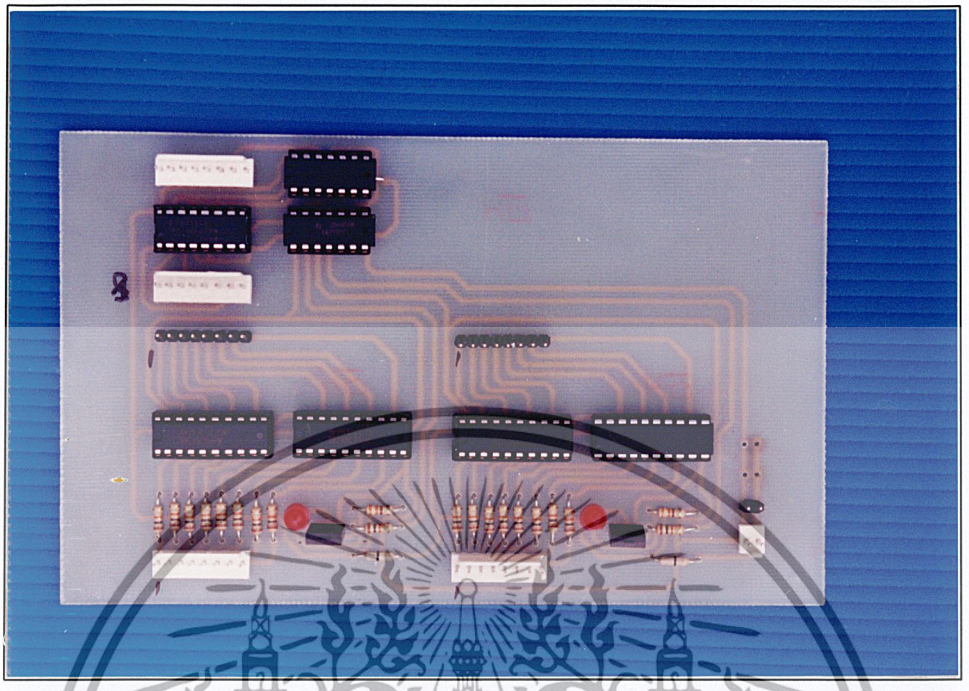


รูปที่ ก.5 วงจรตรวจจับบัตรเติมเงิน

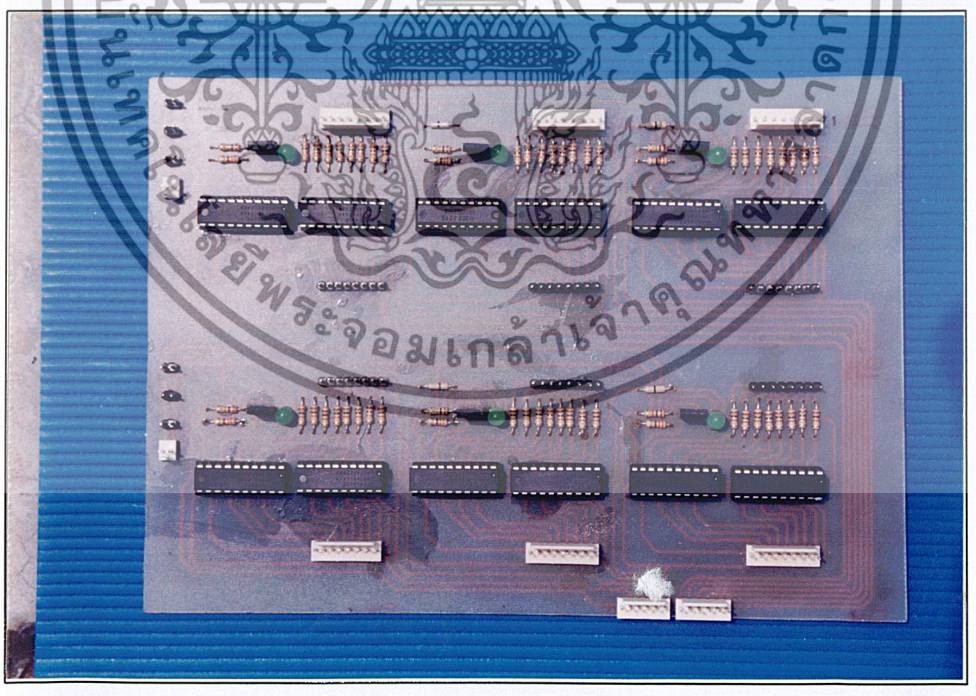


รูปที่ ก.6 วงจรส่วนควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

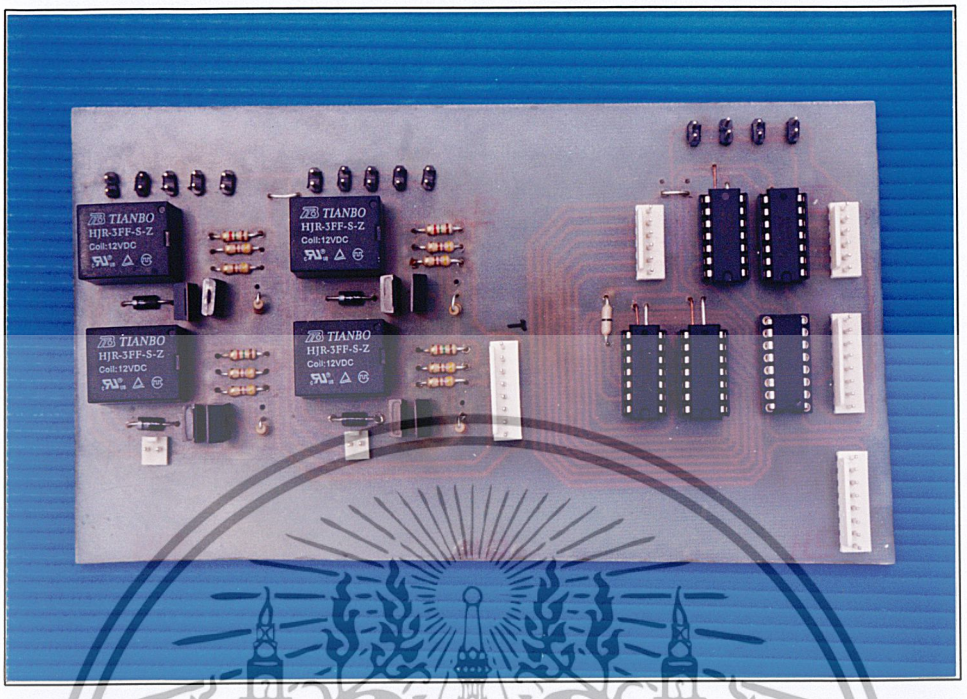


รูปที่ ก.7 วงจรขยายพอร์ตเบอร์ 8255

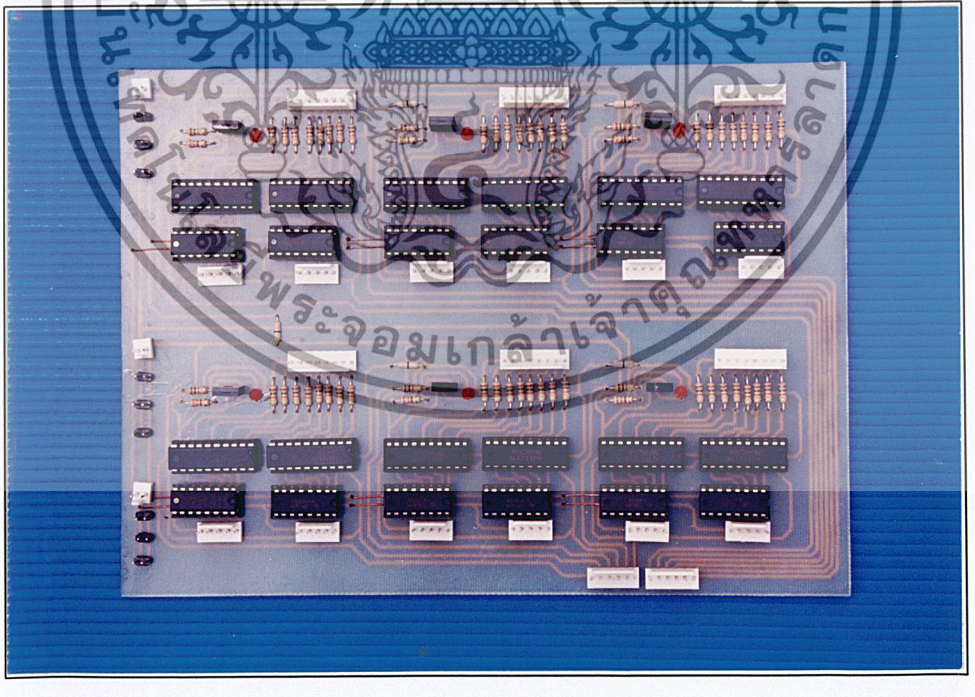


รูปที่ ก.8 วงจรขยายพอร์ตอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

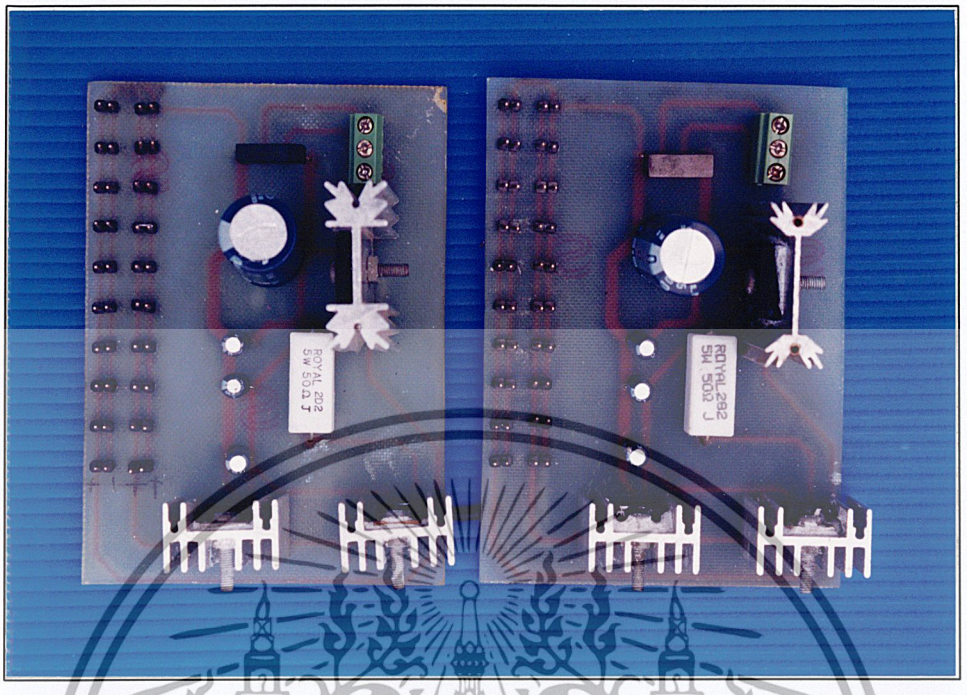


รูปที่ ก.9 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

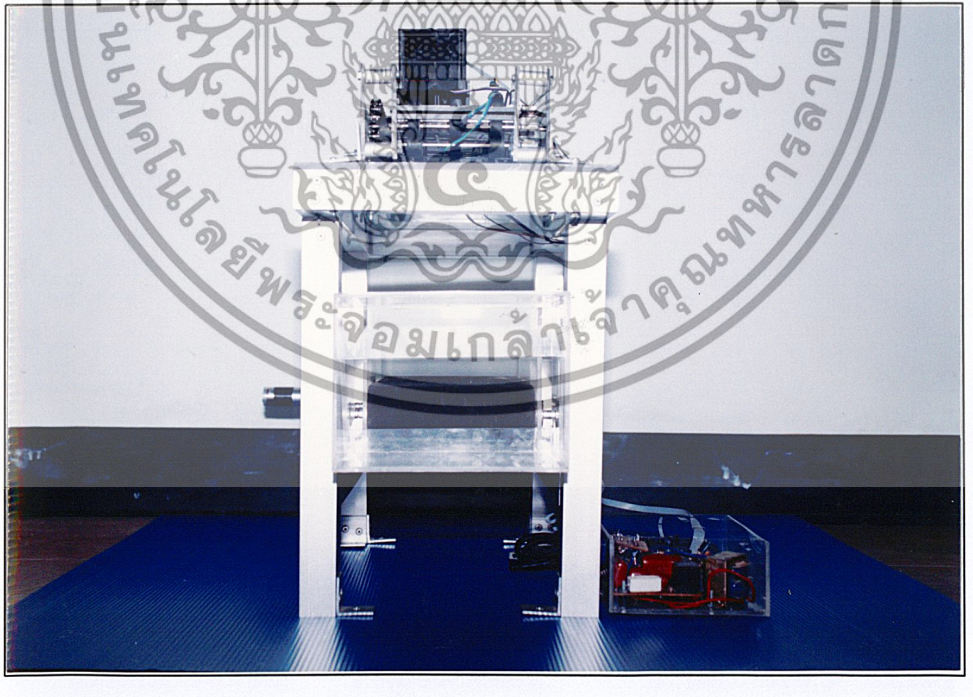


รูปที่ ก.10 วงจรสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

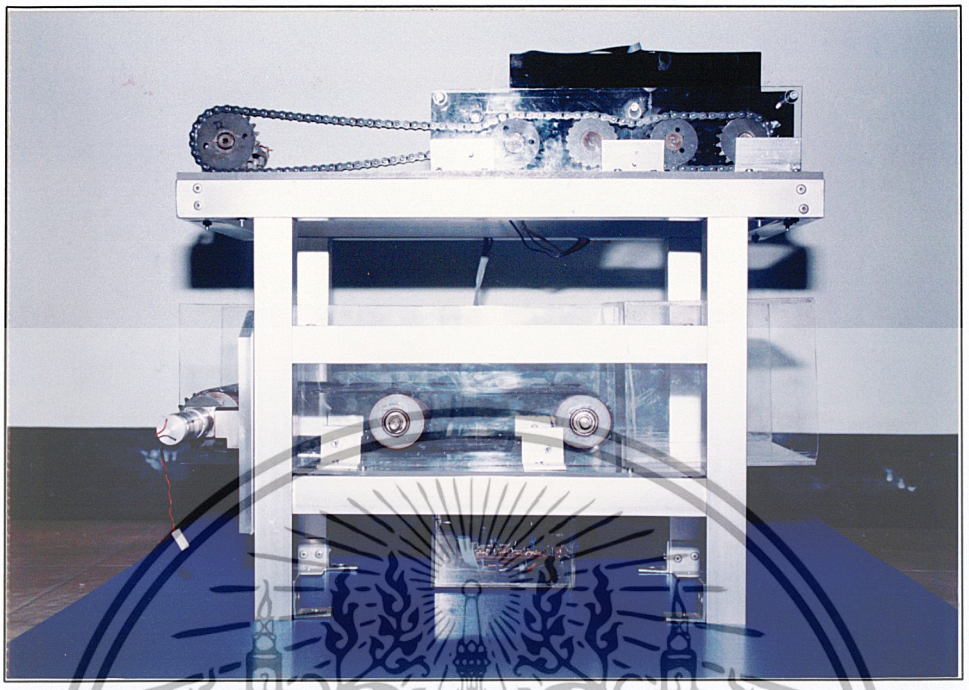


รูปที่ ก.11 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ

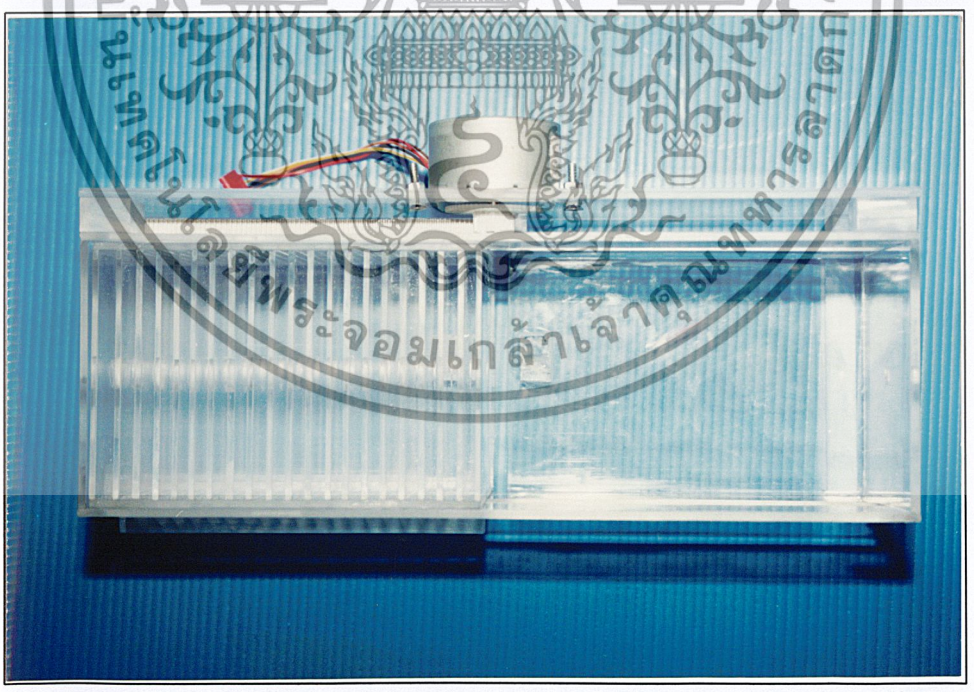


รูปที่ ก.12 โครงสร้างด้านหน้าชุดตรวจสอบธนบัตรและคืนธนบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.13 โครงสร้างด้านข้างชุดตรวจสอบธนบัตรและคืนธนบัตร



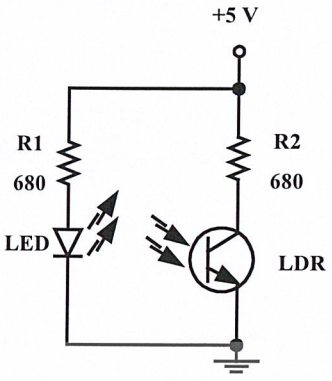
รูปที่ ก.14 โครงสร้างด้านบนกล่องบรรจุบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

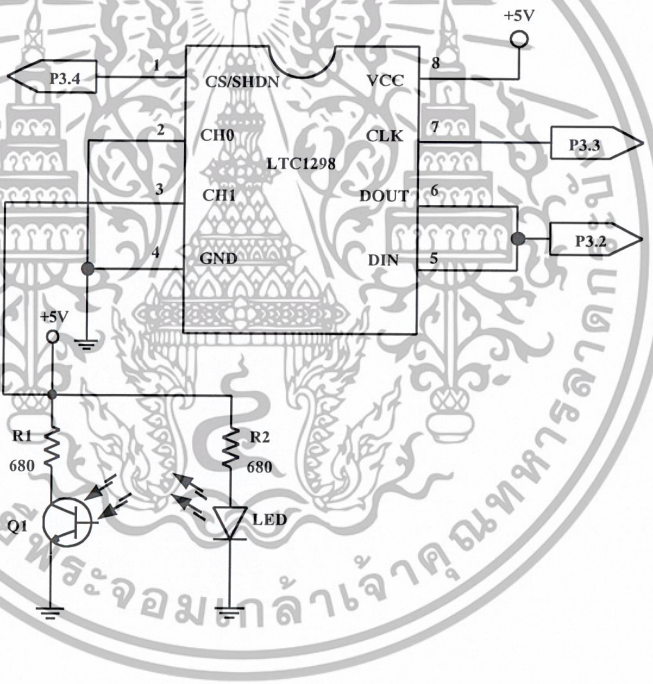
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

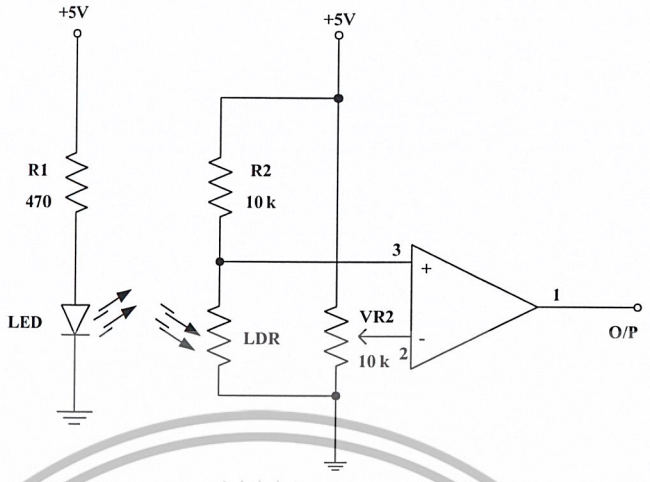


รูปที่ ข.1 วงจรตรวจจับแสงด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์

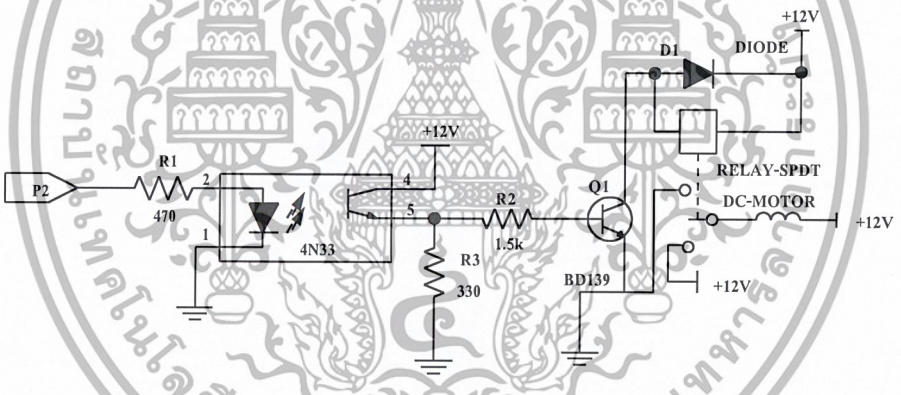


รูปที่ ข.2 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

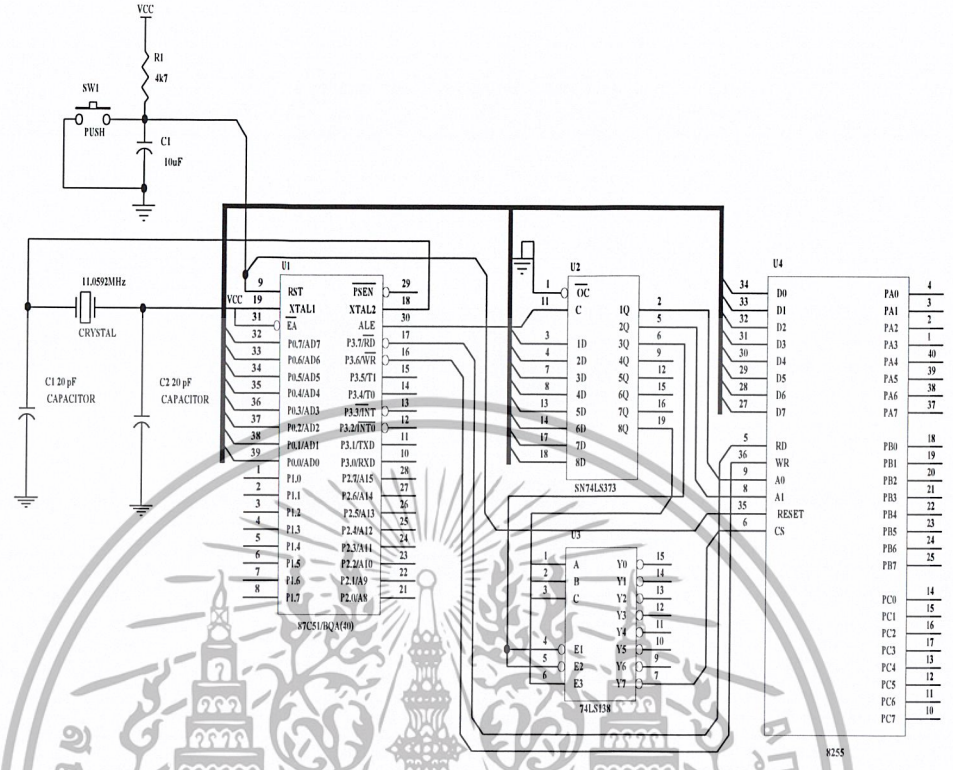


รูปที่ ข.3 วงจรภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร

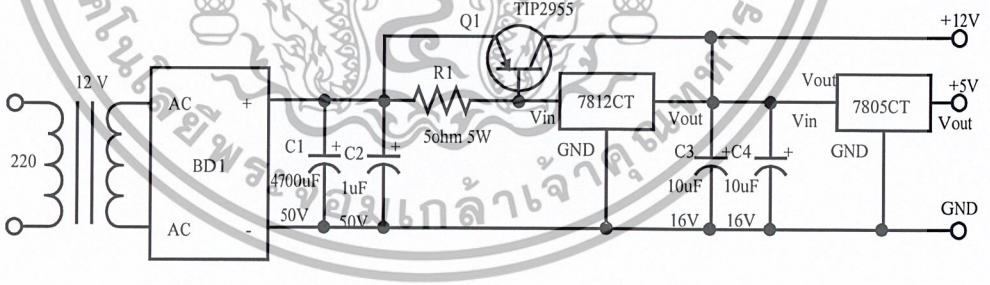


รูปที่ ข.4 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

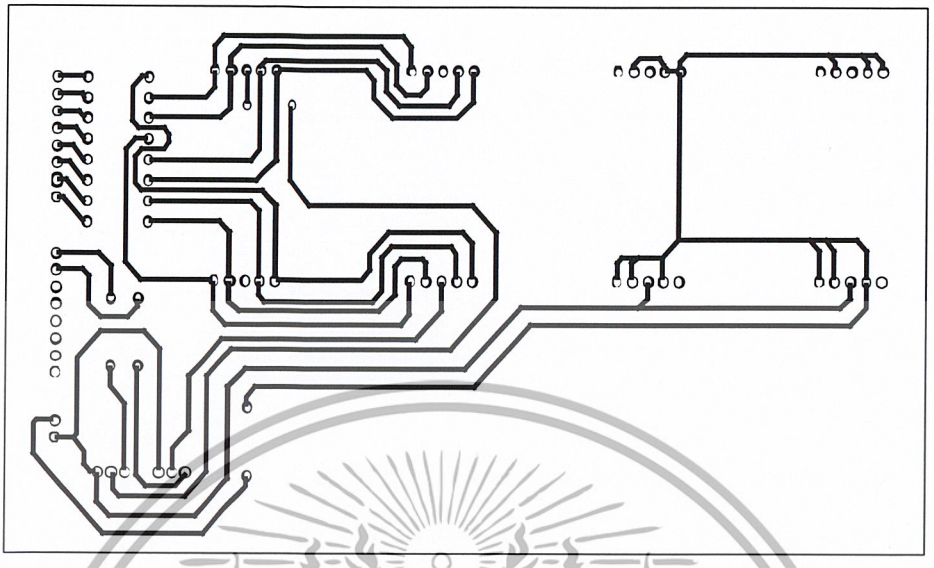


รูปที่ ข.5 การต่อ AT89C51 กับ 8255

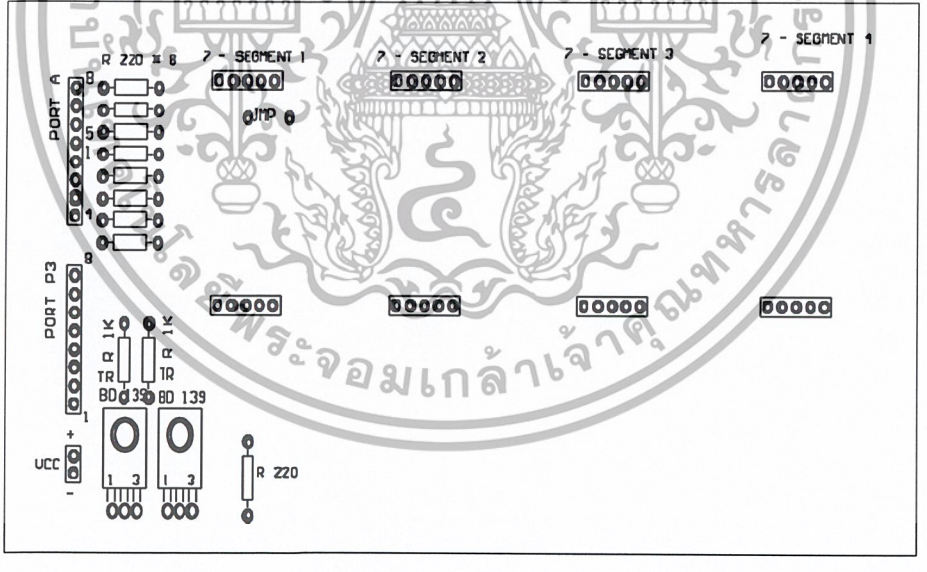


รูปที่ ข.6 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

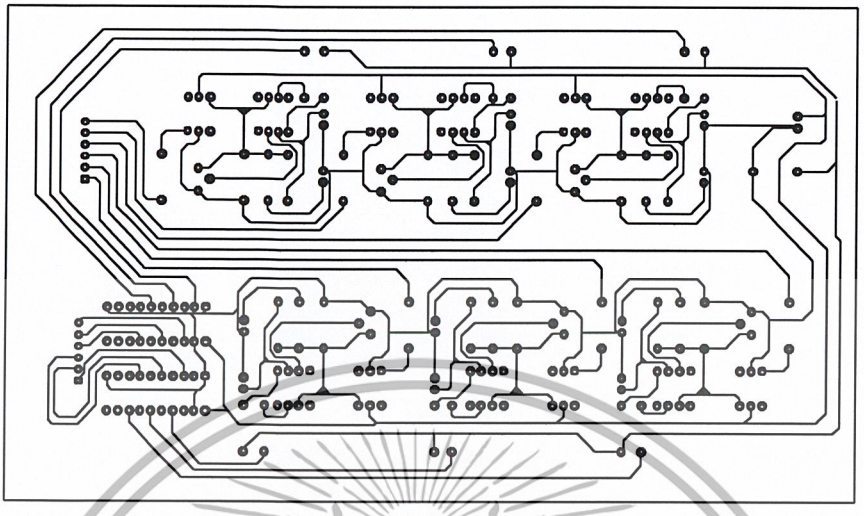


รูป ข.7 ลายวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

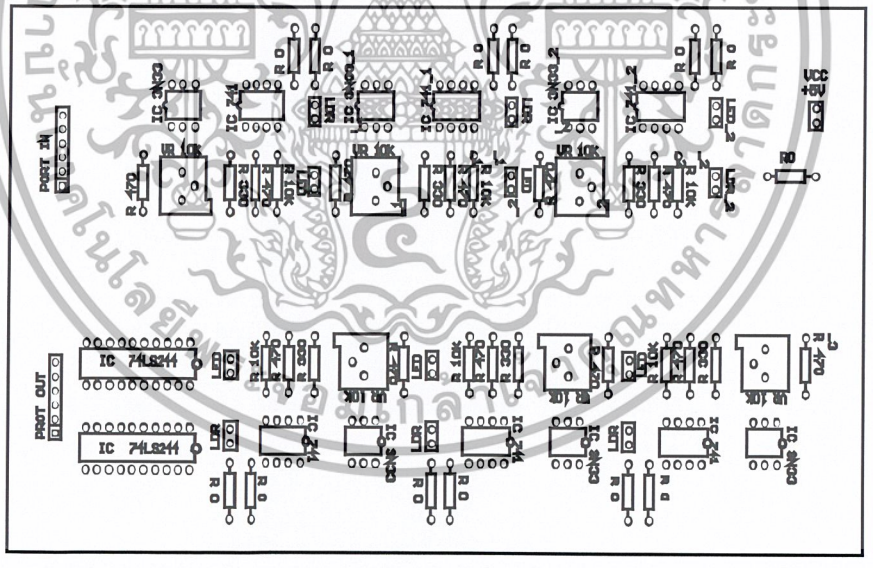


รูป ข.8 วางอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

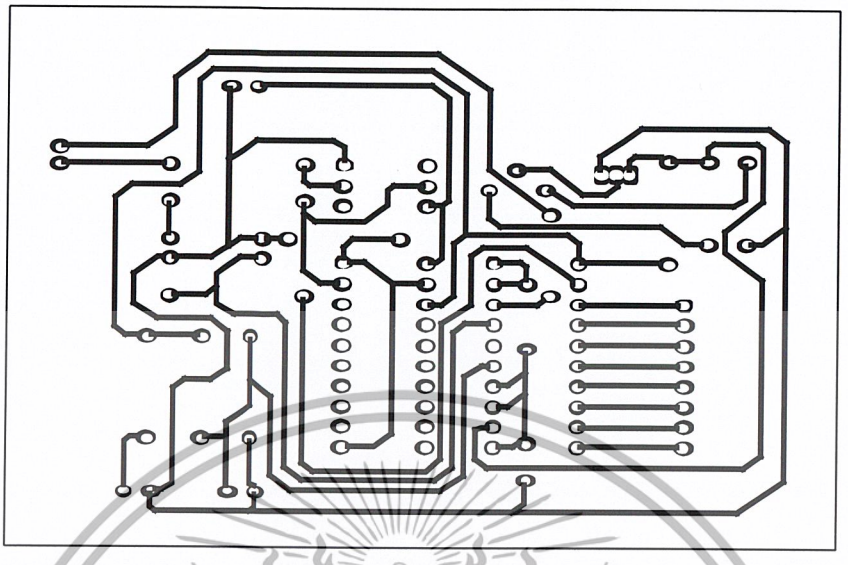


รูปที่ ข.9 ลายวงจรภาคตรวจสอบขนาดของธนบัตร

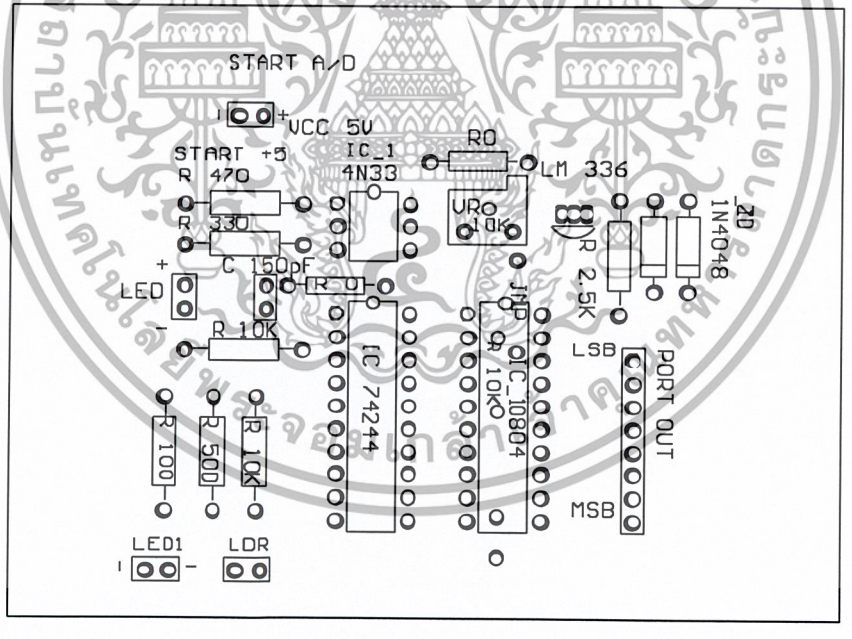


รูปที่ ข.10 วางอุปกรณ์วงจรภาคตรวจสอบของธนบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

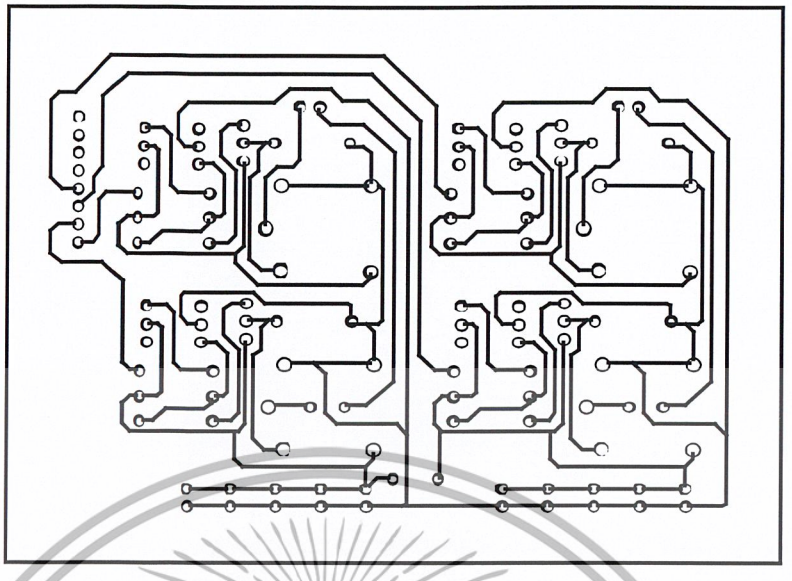


รูปที่ ข.11 ลายวงจรภาคตรวจสอบสีของธนบัตร

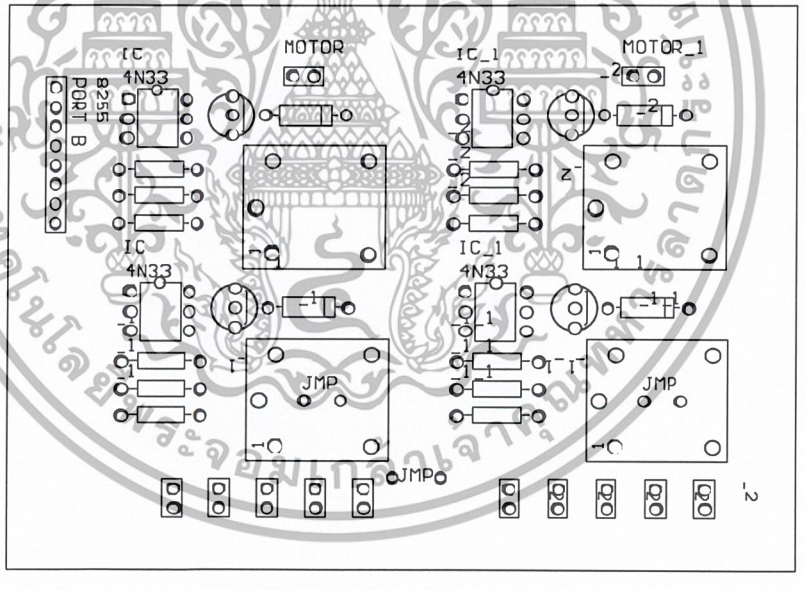


รูปที่ ข.12 วางอุปกรณ์ภาคตรวจสอบสีของธนบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

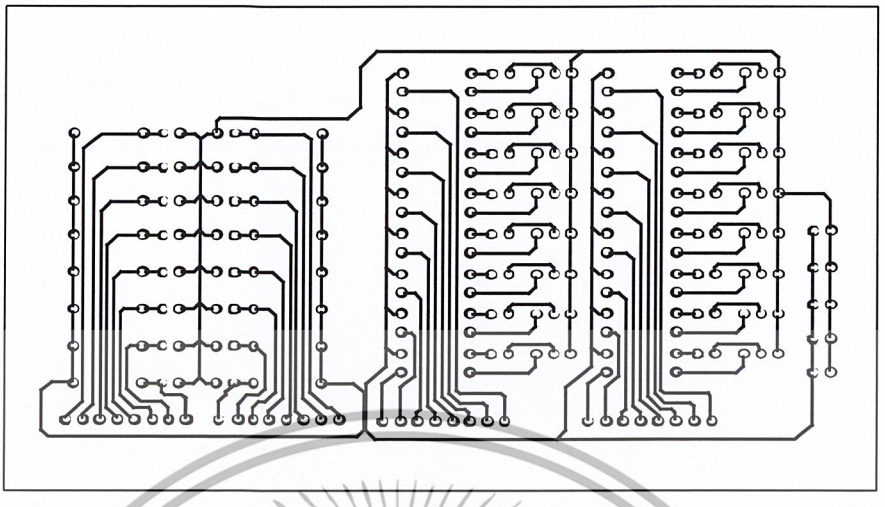


รูปที่ ข.13 ลายวงจรส่วนควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

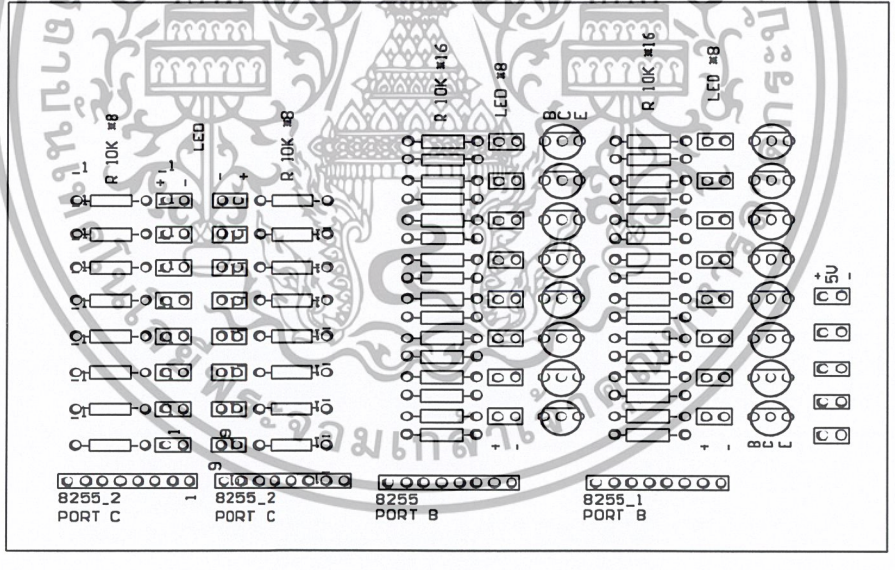


รูปที่ ข.14 วางอุปกรณ์วงจรส่วนควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

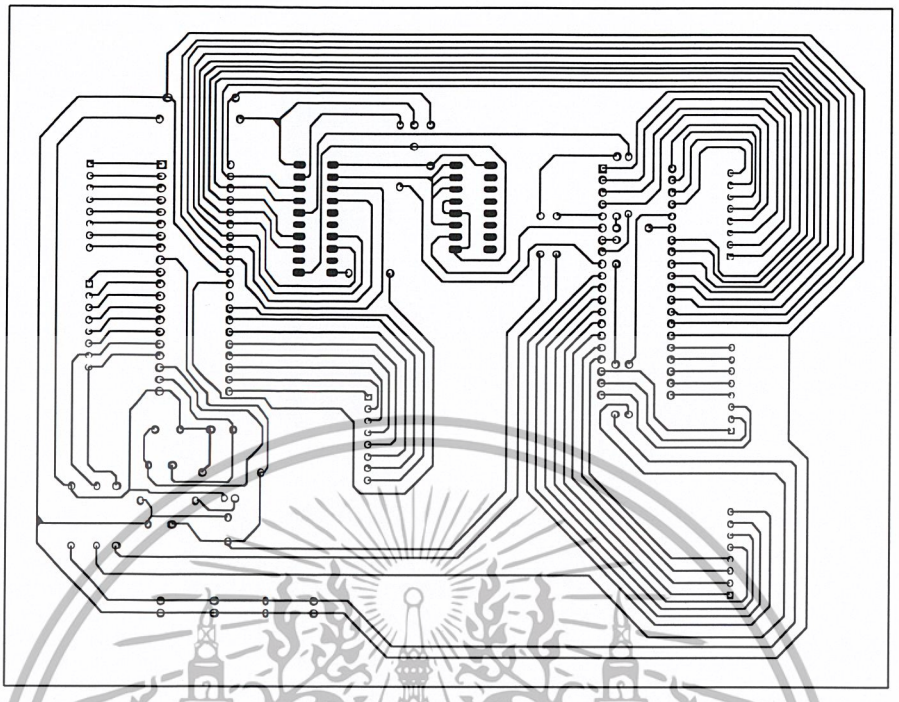


รูปที่ ข.15 ลายวงจรส่วนควบคุมการเลือกชนิดบัตรเติมเงินและแสดงบัตรเติมเงินคงเหลือ

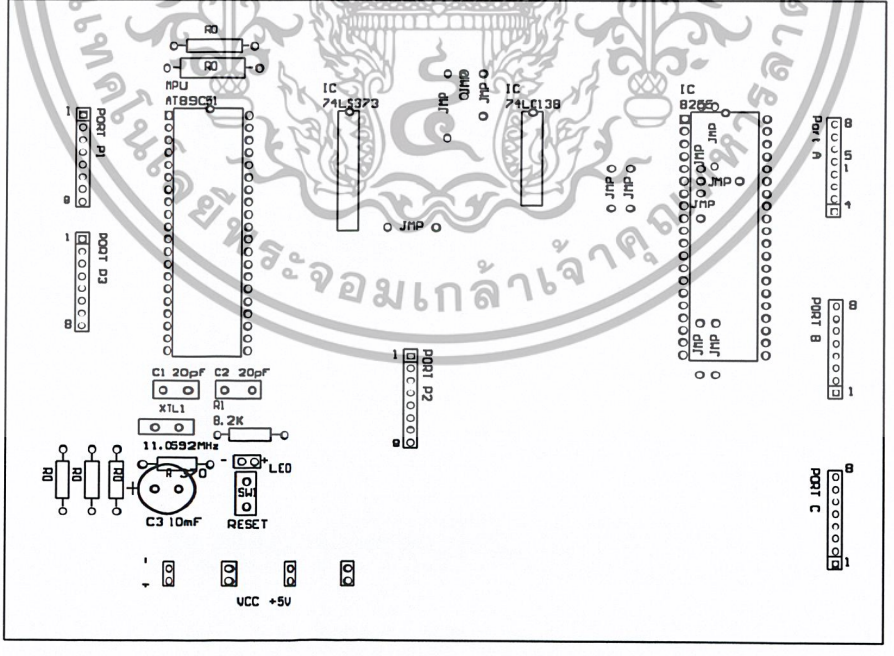


รูปที่ ข.16 วางอุปกรณ์ส่วนควบคุมการเลือกชนิดบัตรเติมเงินและแสดงบัตรเติมเงินคงเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

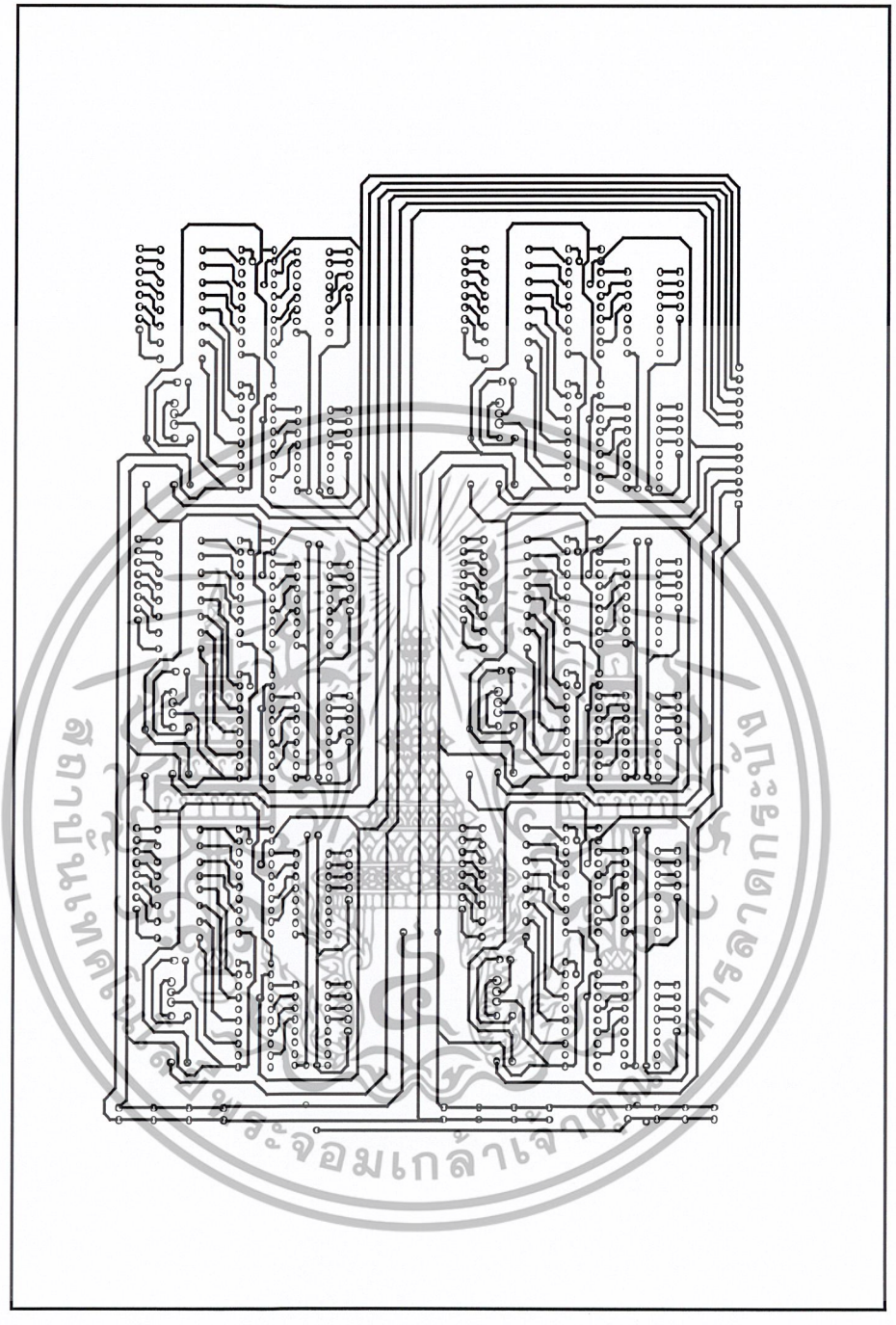


รูปที่ ข.17 ลายวงจรเชื่อมต่อการควบคุม MCS51 กับ 8255



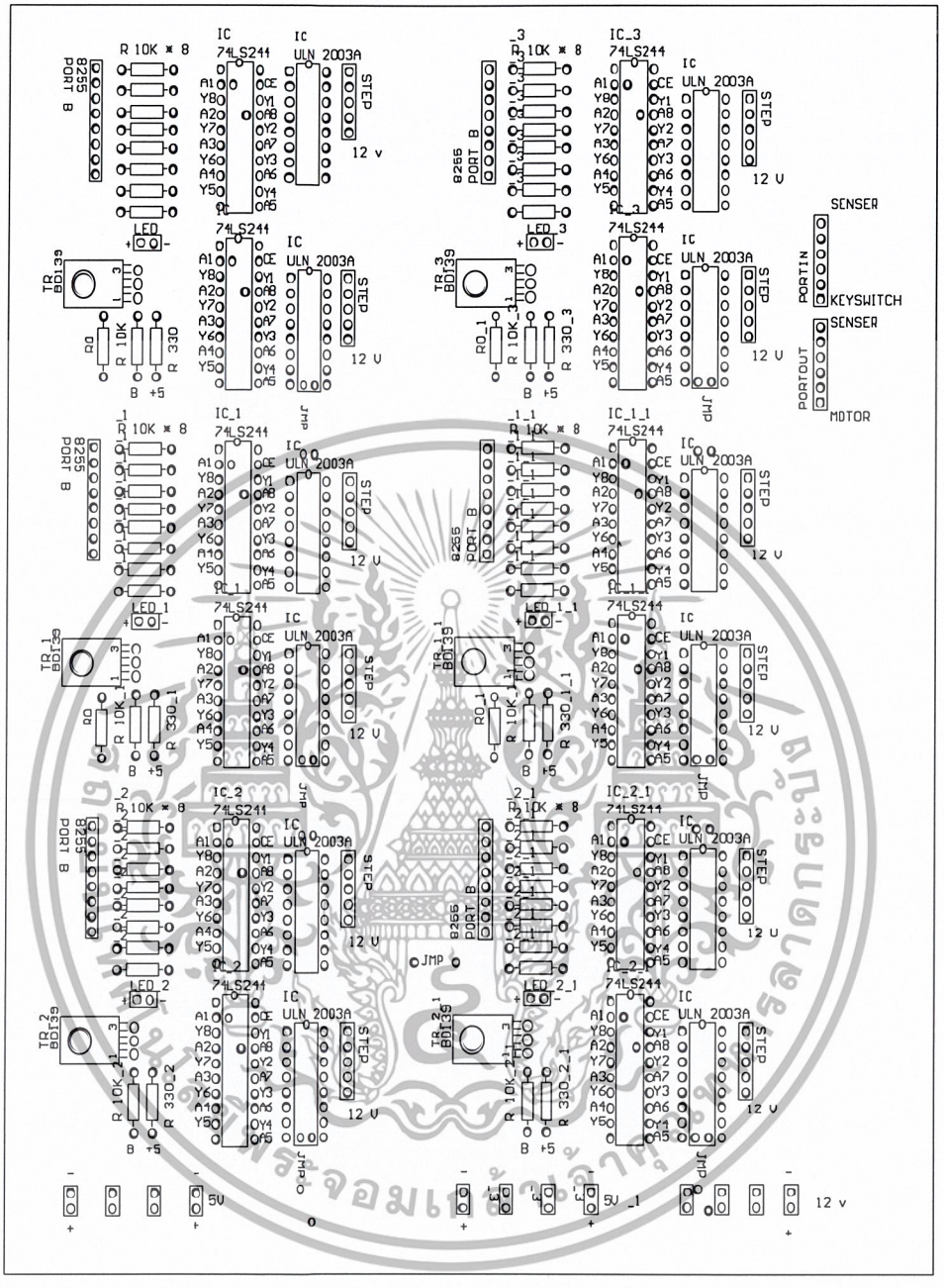
รูปที่ ข.18 วางอุปกรณ์วงจรเชื่อมต่อการควบคุม MCS51 กับ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.19 ลายวงจรส่วนควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.20 วางอุปกรณ์วงจรส่วนควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	7805	2 ตัว
IC2	7812	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	TIP2955	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	50 Ω5W	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	4700 uF 25 V	2 ตัว
C2	1 uF 25 V	2 ตัว
C3	10 uF 25 V	2 ตัว
C4	0.1 uF 25 V	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
F1	ฟิวส์ 2 A	1 ตัว
T1,T2	หม้อแปลง 220/12-0-12, 9-0-9 3A	1 ตัว
S1	สวิตช์ DPST 30 A	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1,Q2	BD139	2 ตัว
LED1-LED4	7 Segment สีแดง คาโทดร่วม ขนาด 1 นิ้ว	4 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	220 Ω1/4 W 5%	8 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบการกดสวิตช์และแสดงผล LED

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BD139	16 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ 1/4 W 5%	32 ตัว
R2	330 Ω 1/4 W 5%	16 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายพอร์ตอินพุต

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC244	12 ตัว
IC2	74HC32	2 ตัว
IC3	74HC04	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BD139	6 ตัว
LED	สีเขียว	6 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ 1/4 W 5%	120 ตัว

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจร A/D ตรวจสอบสีของธนบัตร

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	ADC0804	1 ตัว
IC2	74HC244	1 ตัว
IC3	4N33	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจร A/D ตรวจสอบสีของธนบัตร

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	1N4148	2 ตัว
ZD1	LM336	1 ตัว
LED	สีเขียว	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	150 pF	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ 1/4 W 5%	3 ตัว
R2	330 Ω 1/4 W 5%	1 ตัว
R3	470 Ω 1/4 W 5%	1 ตัว

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบขนาดธนบัตร

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	HC741	18 ตัว
IC2	74HC244	6 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ 1/4 W 5%	18 ตัว
R2	330 Ω 1/4 W 5%	18 ตัว
R3	470 Ω 1/4 W 5%	18 ตัว
VR1	10 kΩ Trimpot 20 รอบ	18 ตัว
LDR	-	18 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BD139	18 ตัว
LED1	สีแดง	18 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC244	12 ตัว
IC2	ULN2003A	12 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BD139	12 ตัว
LED	สีแดง	12 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ 1/4 W 5%	120 ตัว

ตารางที่ ค.8 รายการอุปกรณ์ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1,Q2	BD139	8 ตัว
D1	1N4001	4 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	470 Ω 1/4 W 5%	8 ตัว
R2	1.5 kΩ 1/4 W 5%	8 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Relay	12 V	4 ตัว

ตารางที่ ค.9 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับบัตรเติมเงิน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BD139	10 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับบัตรเติมเงิน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีแดง	16 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ 1/4 W 5%	10 ตัว
R2	330 Ω 1/4 W 5%	10 ตัว
R3	470 Ω1/4 W 5%	10 ตัว
VR1	10 kΩ Trimpot 20 รอบ	10 ตัว

ตารางที่ **ค.10** รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายพอร์ตเบอร์ 8255

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC244	4 ตัว
IC2	74HC138	1 ตัว
IC3	74HC32	1 ตัว
IC4	74HC04	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BD139	2 ตัว
LED	สีแดง	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ 1/4 W 5%	20 ตัว

ตารางที่ ค.11 รายการอุปกรณ์ของวงจรส่วนควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC	AT89C51	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

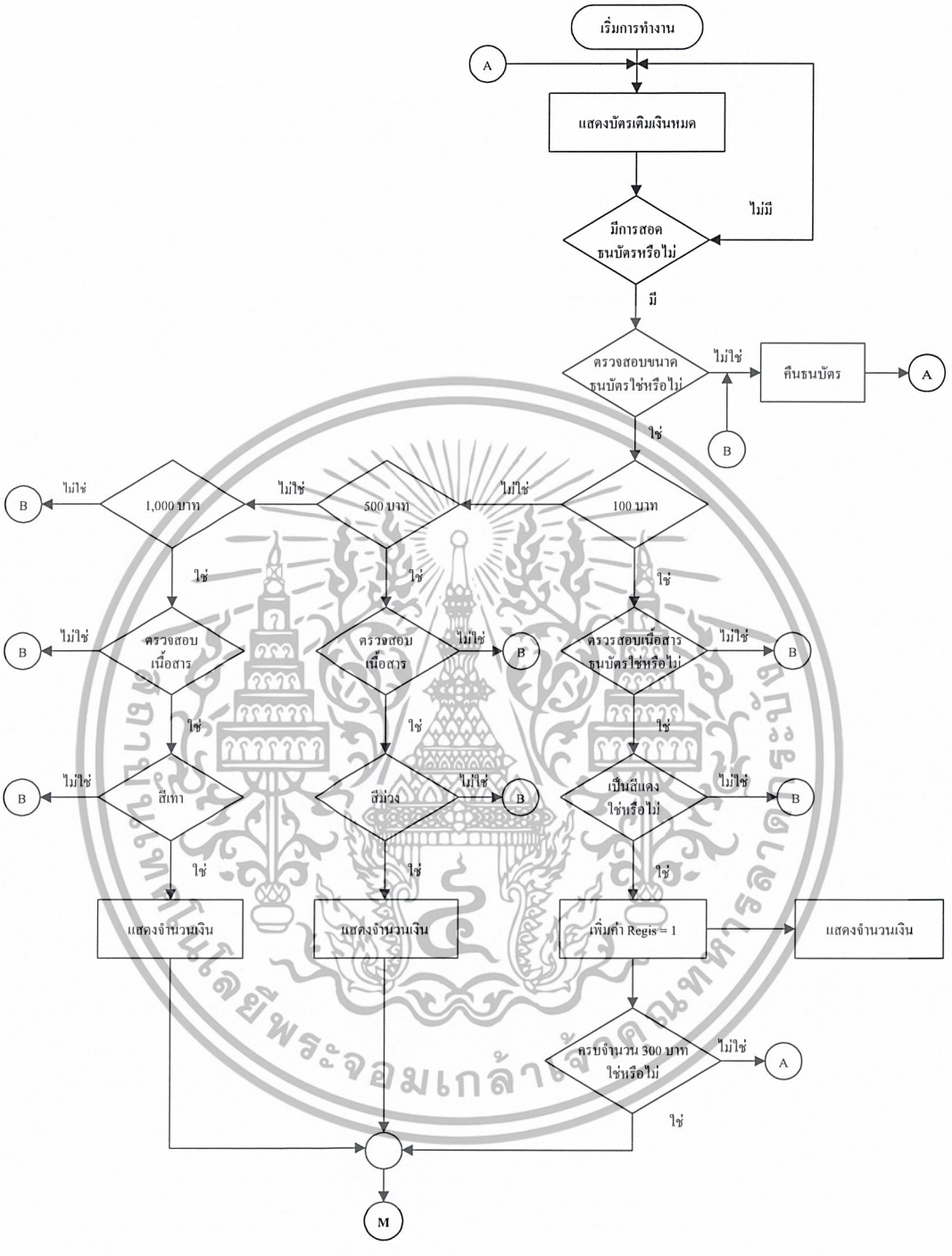
ตารางที่ ค.11 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรส่วนควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
IC2	82C55	1 ตัว
IC3	74HC138	1 ตัว
IC4	74HC373	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ 1/4 W 5%	1 ตัว
R2	330 Ω 1/4 W 5%	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีแดง	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL1	XTAL 11.0592 MHz	1 ตัว
S1	สวิตช์แบบ DPST 30 A	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

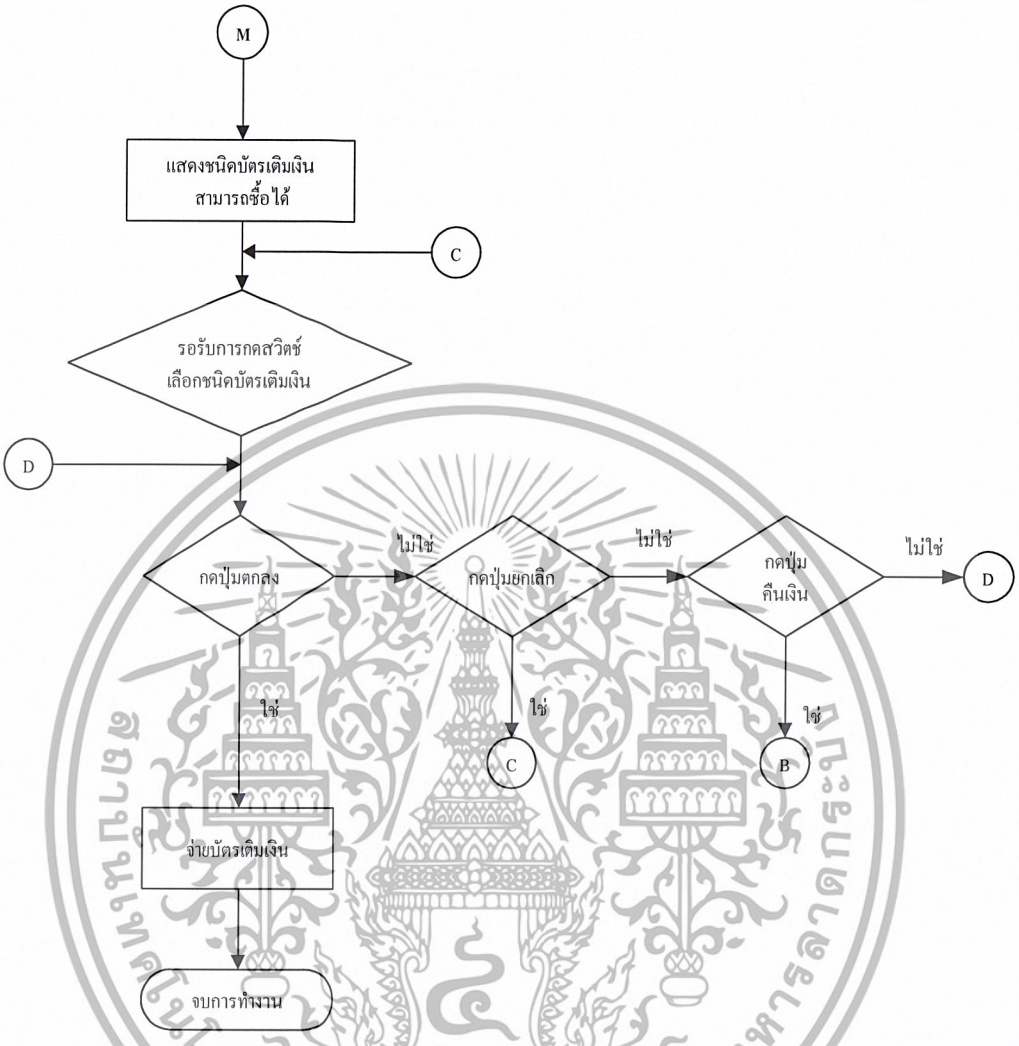
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

```
                        ORG     0000H
;*****************************************************************
;                           CONTROL MCS51                        *
;*****************************************************************
;
              MAIN:     CLR     C
                        MOV     P0,#00H
                        MOV     P1,#00H
                        MOV     P2,#00H
                        MOV     P3,#00H
                        SETB    P1.2
                        MOV     R1,#30H
                        MOV     30H,#00H
                        MOV     33H,#00H
;
;*****************************************************************
;*                         FEEDBANK                              *
;*****************************************************************
;
                        SETB    P1.2                ;ADD_ADC
                        CLR     P1.7                ;ADD_MO1_FOR
                        CLR     P1.6                ;ADD_MO1_REW
                        CLR     P1.5                ;ADD_MO2_FOR
                        CLR     P1.4                ;ADD_MO2_REW
              START:    CLR     C
                        MOV     R1,#30H             ;CHECK VALUE
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#00H
                        JZ      FEED
                        MOV     P3,#02H         ;CHKSWITCH CANCEL
                        MOV     R1,#33H         ;ADD_SWITCH CANCEL
                        MOV     33H,#00H
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#10H
                        MOV     @R1,A
                        MOV     P3,#07H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ADD     A,@R1
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JNZ     FEED
                        CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
                FEED:   CLR     C
           INSERTBANK:  MOV     P3,#07H             ;ADD_OUT0_IN7
                        MOV     R1,#33H             ;FEED BANK
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ADD     A,@R1
                        ANL     A,#01H
                        SUBB    A,#01H
                        JNZ     START
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        MOV     P1,#80H                 ;MO1_FOR
                        CALL    DELAYSTOP
                        MOV     P3,#07H
                        CLR     C
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#01H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      CHKSTOP
                        MOV     P1,#00H
                        JMP     START
;
;*************************************************************************
;                        CHECK SIZE BANK                                  *
;*************************************************************************
;
            CHKSTOP:    MOV     P3,#07H
                        MOV     R1,#30H
                        SETB    P1.1
                        CLR     C
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#05H
                        SUBB    A,#05H
                        JZ      ERROR_SIZE
                        CLR     C
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#03H
                        SUBB    A,#00H
                        JNZ     CHKSTOP
                        CLR     P1.7
                        CALL    D1ms
;
         CHKBAK_100:    CLR     C
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#1FH
                        SUBB    A,#04H
                        JZ      SIZE_100
          CHKBAK_500:   CLR     C
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#1FH
                        SUBB    A,#0CH
                        JZ      SIZE_500
        CHKBAK_1000:    CLR     C
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#1FH
                        SUBB    A,#1CH
                        JZ      SIZE_1000
         ERROR_SIZE:    CALL    ERROR
                        JMP     START
;
;*************************************************************************
;                  CHECK TRUE- FAUL OF TBANK                              *
;*************************************************************************
;
            SIZE_100:   CLR     C
                        SETB    P1.0                ;OUT T_F
                        CALL    DELAY_T_F           ;DELAY
                        MOV     A,P0
                        CLR     P1.0                ;STOP T_F
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        ANL     A,#20H                  ;IN T_F (T=1)
                        SUBB    A,#20H
                        JNZ     ADC_100
                        CALL    ERROR
                        JMP     START
            SIZE_500:   CLR     C
                        SETB    P1.0
                        CALL    DELAY_T_F
                        MOV     A,P0
                        CLR     P1.0
                        ANL     A,#20H
                        SUBB    A,#20H
                        JNZ     ADC_500
                        CALL    ERROR
                        JMP     START
           SIZE_1000:   CLR     C
                        SETB    P1.0
                        CALL    DELAY_T_F
                        MOV     A,P0
                        CLR     P1.0
                        ANL     A,#20H
                        SUBB    A,#20H
                        JNZ     ADC_1000
                        CALL    ERROR
                        JMP     START
;
;*************************************************************
;                   CHECK COLOR OF BANK                      *
;*************************************************************
;
             ADC_100:   CLR     C
                        CLR     P1.0                    ;STOP T_F
                        MOV     P3,#06H                 ;ADD OUT0 IN6
                        MOV     R0,#40H
                        CLR     P1.1
                        CALL    DELAY_ADC
                        MOV     A,P0                    ;IN ADC
                        MOV     @R0,A
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#38H
                        JZ      CHKSUM_100
                        CALL    ERROR
                        JMP     START
              ADC_500:  CLR     C
                        CLR     P1.0                    ;STOP T_F
                        MOV     P3,#06H
                        MOV     R0,#50H
                        CLR     P1.1
                        CALL    DELAY_ADC
                        MOV     A,P0                    ;IN ADC
                        MOV     @R0,A
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#38H
                        JZ      CHKSUM_500
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        CALL    ERROR
                        JMP     START
            ADC_1000:   CLR     C
                        CLR     P1.0                    ;STOP T_F
                        MOV     P3,#06H
                        MOV     R0,#60H
                        CLR     P1.1
                        CALL    DELAY_ADC
                        MOV     A,P0                    ;IN ADC
                        MOV     @R0,A
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#0C0H
                        SUBB    A,#0C0H
                        JZ      CHKSUM_1000
                        CALL    ERROR
                        JMP     START
;
          CHKSUM_100:   SETB    P1.1
                        MOV     P3,#00H
                        MOV     R1,#30H
                        JMP     CHKSUM1_100
          CHKSUM_500:   SETB    P1.1
                        MOV     R1,#30H
                        MOV     P3,#00H
                        JMP     CHKSUM1_500
         CHKSUM_1000:   SETB    P1.1
                        MOV     R1,#30H
                        MOV     P3,#00H
                        JMP     CHKSUM1_1000
;
;*****************************************************************
;                       CHECK VALUE OF BANK                      *
;*****************************************************************
;
         CHKSUM1_100:   INC     30H
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      BAK100_1
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#02H
                        JZ      BAK100_2
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#03H
                        JZ      BAK100_3_NEXT
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#04H
                        JZ      BAK100_4_NEXT
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#05H
                        JZ      BAK100_5_NEXT
             CHK600:    CLR     C
                        MOV     A,@R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        SUBB    A,#06H
                        JZ      BAK100_6_NEXT
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#07H
                        JZ      BAK100_7_NEXT
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#08H
                        JZ      BAK100_8_NEXT
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#09H
                        JZ      BAK100_9_NEXT
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#0AH
                        JZ      BAK100_10_NEXT
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#05H
                        MOV     @R1,A
                        JMP     OVERBAK
    BAK100_3_NEXT:      JMP     BAK100_3
    BAK100_4_NEXT:      JMP     BAK100_4
    BAK100_5_NEXT:      JMP     BAK100_5
    BAK100_6_NEXT:      JMP     BAK100_6
    BAK100_7_NEXT:      JMP     BAK100_7
    BAK100_8_NEXT:      JMP     BAK100_8
    BAK100_9_NEXT:      JMP     BAK100_9
   BAK100_10_NEXT:      JMP     BAK100_10
;
     CHKSUM1_500:       MOV     A,@R1
                        ADD     A,#05H
                        MOV     @R1,A
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#05H
                        JZ      BAK100_5
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#0AH
                        JZ      BAK100_10
                        JMP     CHK600
;
    CHKSUM1_1000:       MOV     A,@R1
                        ADD     A,#0AH
                        MOV     @R1,A
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#0AH
                        JZ      BAK100_10
                        CLR     C
                        MOV     A,@R1
                        SUBB    A,#0AH
                        MOV     @R1,A
                        JMP     OVERBAK
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            BAK100_1:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#01H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     START
            BAK100_2:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#02H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     START
            BAK100_3:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#03H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     CARD300
            BAK100_4:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#04H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     START
            BAK100_5:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#05H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     CARD500
            BAK100_6:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#06H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     START
            BAK100_7:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#07H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     START
            BAK100_8:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#08H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     START
            BAK100_9:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#09H
                        CALL    INSERT_ERROR
                        JMP     START
           BAK100_10:   CALL    KEP
                        MOV     P2,#0AH
                        MOV     30H,#00H
                        JMP     CARD1000
            OVERBAK:    CALL    ERROR                   ; ERROR
                        JMP     START
;
;*****************************************************************
;                           SELCARD 300B                         *
;*****************************************************************
;
            CARD300:    MOV     P3,#07H
                        SETB    P1.0
            LOOP1:      MOV     R7,#06H
            LOOP2:      MOV     R6,#0FFH
            LOOP3:      MOV     R5,#0FFH
       CHEK_INSERT:     MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#01H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      INSERTBAK
                        DJNZ    R5,CHEK_INSERT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        DJNZ    R6,LOOP3
                        DJNZ    R7,LOOP2
                        JMP     CHKCARD300
;
          INSERTBAK:    CLR     P1.0
                        JMP     START
;
;                       ***************************
;                       *      CHECKCARD 300B     *
;                       ***************************
;
          CHKCARD300:   MOV     P3,#05H                 ;ADD IN5 OUT
                        CLR     P1.0
                        MOV     32H,#00H
                        MOV     R0,#35H
                        MOV     A,P0
                        MOV     @R0,A
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      ST1
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#02H
                        JZ      ST2
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#03H
                        JZ      ST3
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#04H
                        JZ      ST4
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#05H
                        JZ      ST5
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#06H
                        JZ      ST6
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#07H
                        JZ      ST7
                        CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
                ST1:    JMP     CASE1
                ST2:    JMP     CASE2
                ST3:    JMP     CASE3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ST4:    JMP     CASE4
                ST5:    JMP     CASE5
                ST6:    JMP     CASE6
                ST7:    JMP     CASE7
;
;                       ****************************
;                       *      CASE CARD 300B      *
;                       ****************************
;               ********************
;               *      CASE1       *
;               ********************
            CASE1:      MOV     P3,#20H             ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#01H             ;OUT  LED1
;
     INSWITCH300_1:     MOV     P3,#23H             ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                ;IN3 SWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      CHK300_Y_N1
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH300_NO1
                        JMP     INSWITCH300_1
;
      CHK300_Y_N1:      MOV     P3,#02H           ;ADD IN2  OUT1
                        MOV     P1,#00H
                        MOV     A,P0              ;IN2 SWITCH YES/NO
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      SWITCH300_YES1
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH300_NO1
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH300_SELEC1
                        JMP     CHK300_Y_N1
;
  SWITCH300_SELEC1:     JMP     CHKCARD300
;
     SWITCH300_NO1:     CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
     SWITCH300_YES1:    MOV     P3,#09H           ;OUT 300B GSM IN1
                        MOV     R0,#55H           ;IN  CARDDOWN
                        MOV     55H,#00H
       CHK300_DOWN1:    MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#01H
                        MOV     @R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          ROTATE300_1:   CALL    DELAYSTEP300_1
                         MOV     A,@R0
                         MOV     P1,A
                         RLC     A
                         MOV     @R0,A
                         DJNZ    R7,ROTATE300_1
                         JMP     CHK300_DOWN1
;
        DELAYSTEP300_1:  MOV     R1,#01H
                  DL4_1: MOV     R2,#0F8H
                  DL5_1: MOV     R3,#0FFH
                  DL6_1: MOV     P3,#09H
                         MOV     A,P0
                         CLR     C
                         ANL     A,#01H
                         SUBB    A,#01H
                         JNZ     CARD300_DOWN1
                         DJNZ    R3,DL6_1
                         DJNZ    R2,DL5_1
                         DJNZ    R1,DL4_1
                         RET
;
         CARD300_DOWN1:  MOV     P1,#00H
                         CALL    OK
                         MOV     55H,#00H
                         MOV     P3,#05H
                         MOV     A,P0
                         CLR     C
                         ANL     A,#01H
                         SUBB    A,#01H
                         JZ      NORE300_STEP1
                         MOV     P3,#09H
                         CALL    RESTEP
                         MOV     P1,#00H
         NORE300_STEP1:  JMP     MAIN
;
;                 ********************
;                 *      CASE2       *
;                 ********************
;
;
               CASE2:    MOV     P3,#20H                ;ADD IN5  OUT1
                         MOV     P1,#02H                ;OUT  LED1
;
       INSWITCH300_2:    MOV     P3,#23H                ;ADD IN3  OUT1
                         MOV     A,P0                   ;IN3 SWITCH
                         CLR     C
                         ANL     A,#07H
                         SUBB    A,#02H
                         JZ      CHK300_Y_N2
                         MOV     P3,#22H
                         MOV     A,P0
                         CLR     C
                         ANL     A,#10H
                         SUBB    A,#10H
                         JZ      SWITCH300_NO2
                         JMP     INSWITCH300_2
;
          CHK300_Y_N2:   MOV     P3,#02H                ;ADD IN2  OUT1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        MOV     P1,#00H
                        MOV     A,P0                ;IN2 SWITCH YES/NO
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      SWITCH300_YES2
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH300_SELEC2
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH300_NO2
                        JMP     CHK300_Y_N2
;
  SWITCH300_SELEC2:     JMP     CHKCARD300
;
     SWITCH300_NO2:     CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
     SWITCH300_YES2:    MOV     P3,#09H             ;OUT 300B DPROMT
                        MOV     R0,#55H             ;IN  CARDDOWN
                        MOV     60H,#00H
      CHK300_DOWN2:     MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#10H              ;CHANG
                        MOV     @R0,A
       ROTATE300_2:     CALL    DELAYSTEP300_2
                        MOV     A,@R0
                        MOV     P1,A
                        RLC     A
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R7,ROTATE300_2
                        JMP     CHK300_DOWN2
;
     DELAYSTEP300_2:    MOV     R1,#01H
             DL4_2:     MOV     R2,#0F8H
             DL5_2:     MOV     R3,#0FFH
             DL6_2:     MOV     P3,#09H             ;CHANG
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#02H              ;CARD BIT 2
                        SUBB    A,#02H
                        JNZ     CARD300_DOWN2
                        DJNZ    R3,DL6_2
                        DJNZ    R2,DL5_2
                        DJNZ    R1,DL4_2
                        RET
;
      CARD300_DOWN2:    MOV     P1,#00H
                        CALL    OK
                        MOV     55H,#00H
                        MOV     P3,#05H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#02H              ;CHANG
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        SUBB    A,#02H
                        JZ      NORE300_STEP2
                        MOV     P3,#09H
                        CALL    RESTEP1
                        MOV     P1,#00H
        NORE300_STEP2:  JMP     MAIN
;
;               ********************
;               *      CASE3       *
;               ********************
            CASE3:      MOV     P3,#20H             ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#03H             ;OUT  LED1
;
     INSWITCH300_3:     MOV     P3,#23H             ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      NEXIT300_1
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#02H
                        JZ      NEXIT300_2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      NEXIT300_UP_1
                        JMP     INSWITCH300_3
          NEXIT300_1:   JMP     CHK300_Y_N1
          NEXIT300_2:   JMP     CHK300_Y_N2
       NEXIT300_UP_1:   JMP     SWITCH300_NO1
;
;               ********************
;               *      CASE4       *
;               ********************
            CASE4:      MOV     P3,#20H             ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#04H             ;OUT  LED1
;
     INSWITCH300_4:     MOV     P3,#23H             ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                ;IN3 SWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#04H
                        JZ      CHK300_Y_N4
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH300_NO4
                        JMP     INSWITCH300_4
;
       CHK300_Y_N4:     MOV     P3,#02H             ;ADD IN2  OUT1
                        MOV     P1,#00H
                        MOV     A,P0                ;IN2 SWITCH YES/NO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      SWITCH300_YES4
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH300_SELEC4
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH300_NO4
                        JMP     CHK300_Y_N4
;
  SWITCH300_SELEC4:     JMP     CHKCARD300
;
     SWITCH300_NO4:     CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
     SWITCH300_YES4:    MOV     P3,#31H             ;OUT 300B ORG
                        MOV     R0,#55H             ;IN  CARDDOWN
                        MOV     65H,#00H
       CHK300_DOWN4:    MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#01H
                        MOV     @R0,A
        ROTATE300_4:    CALL    DELAYSTEP300_4
                        MOV     A,@R0
                        MOV     P1,A
                        RLC     A
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R7,ROTATE300_4
                        JMP     CHK300_DOWN4
;
      DELAYSTEP300_4:   MOV     R1,#01H
              DL4_4:    MOV     R2,#0F8H
              DL5_4:    MOV     R3,#0FFH
              DL6_4:    MOV     P3,#31H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#04H
                        SUBB    A,#04H
                        JNZ     CARD300_DOWN4
                        DJNZ    R3,DL6_4
                        DJNZ    R2,DL5_4
                        DJNZ    R1,DL4_4
                        RET
;
       CARD300_DOWN4:   MOV     P1,#00H
                        CALL    OK
                        MOV     55H,#00H
                        MOV     P3,#05H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#04H
                        SUBB    A,#04H
                        JZ      NORE300_STEP4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        MOV     P3,#31H
                        CALL    RESTEP
                        MOV     P1,#00H
      NORE300_STEP4:    JMP     MAIN
;
;               ********************
;               *      CASE5       *
;               ********************
            CASE5:      MOV     P3,#20H             ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#05H             ;OUT  LED1
;
    INSWITCH300_5:      MOV     P3,#23H             ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      NEXIT300_5_1
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#04H
                        JZ      NEXIT300_5_2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      S_CANEL1
                        JMP     INSWITCH300_5
      NEXIT300_5_1:     JMP     CHK300_Y_N1
      NEXIT300_5_2:     JMP     CHK300_Y_N4
      S_CANEL1:         JMP     SWITCH300_NO1
;
;               ********************
;               *      CASE6       *
;               ********************
            CASE6:      MOV     P3,#20H             ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#06H             ;OUT  LED1
;
    INSWITCH300_6:      MOV     P3,#23H             ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#02H
                        JZ      NEXIT300_6_1
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#04H
                        JZ      NEXIT300_6_2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      S_CANEL2
                        JMP     INSWITCH300_6
      NEXIT300_6_1:     JMP     CHK300_Y_N2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        NEXIT300_6_2:   JMP     CHK300_Y_N4
        S_CANEL2:       JMP     SWITCH300_NO1
;
;               ********************
;               *      CASE7       *
;               ********************
             CASE7:     MOV     P3,#20H                 ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#07H                 ;OUT  LED1
;
      INSWITCH300_7:    MOV     P3,#23H                 ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      NEXIT300_7_1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#02H
                        JZ      NEXIT300_7_2
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#07H
                        SUBB    A,#04H
                        JZ      NEXIT300_7_3
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      S_CANEL3
                        JMP     INSWITCH300_7
        NEXIT300_7_1:   JMP     CHK300_Y_N1
        NEXIT300_7_2:   JMP     CHK300_Y_N2
        NEXIT300_7_3:   JMP     CHK300_Y_N4
        S_CANEL3:       JMP     SWITCH300_NO1
;
;*****************************************************************
;                           SELCARD 500B                         *
;*****************************************************************
;
             CARD500:   MOV     P3,#07H
                        SETB    P1.0
                        MOV     R7,#05H
          LOP500_2:     MOV     R6,#0FFH
          LOP500_3:     MOV     R5,#0FFH
     CHEK_INSERT500:    MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#01H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      INSERTBAK500
                        DJNZ    R5,CHEK_INSERT500
                        DJNZ    R6,LOP500_3
                        DJNZ    R7,LOP500_2
                        JMP     CHKCARD500
;
        INSERTBAK500:   CLR     P1.0
                        JMP     START
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
;                       ****************************
;                       *       CHECKCARD 500B     *
;                       ****************************
;
          CHKCARD500:     MOV       P3,#05H                    ;ADD IN5 OUT
                          CLR       P1.0
                          MOV       35H,#00H
                          MOV       R0,#35H
                          MOV       A,P0
                          MOV       @R0,A
                          CLR       C
                          MOV       A,@R0
                          ANL       A,#38H
                          SUBB      A,#08H
                          JZ        ST500_1
                          CLR       C
                          MOV       A,@R0
                          ANL       A,#38H
                          SUBB      A,#10H
                          JZ        ST500_2
                          CLR       C
                          MOV       A,@R0
                          ANL       A,#38H
                          SUBB      A,#18H
                          JZ        ST500_3
                          CLR       C
                          MOV       A,@R0
                          ANL       A,#38H
                          SUBB      A,#20H
                          JZ        ST500_4
                          CLR       C
                          MOV       A,@R0
                          ANL       A,#38H
                          SUBB      A,#28H
                          JZ        ST500_5
                          CLR       C
                          MOV       A,@R0
                          ANL       A,#38H
                          SUBB      A,#30H
                          JZ        ST500_6
                          CLR       C
                          MOV       A,@R0
                          ANL       A,#38H
                          SUBB      A,#38H
                          JZ        ST500_7
                          CALL      CANCEL
                          JMP       MAIN
;
               ST500_1:   JMP       CASE500_1
               ST500_2:   JMP       CASE500_2
               ST500_3:   JMP       CASE500_3
               ST500_4:   JMP       CASE500_4
               ST500_5:   JMP       CASE500_5
               ST500_6:   JMP       CASE500_6
               ST500_7:   JMP       CASE500_7
;
;                       ****************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;                       *      CASE CARD 500B      *
;                       ***************************
;                 ********************
;                 *     CASE500_1      *
;                 ********************
          CASE500_1:    MOV     P3,#20H              ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#08H              ;OUT  LED1
;
       INSWITCH500_1:   MOV     P3,#23H              ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                 ;IN3 SWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#08H
                        JZ      CHK500_Y_N1
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH500_NO1
                        JMP     INSWITCH500_1
;
         CHK500_Y_N1:   MOV     P3,#02H              ;ADD IN2  OUT1
                        MOV     P1,#00H
                        MOV     A,P0                 ;IN2 SWITCH YES/NO
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      SWITCH500_YES1
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH500_SELEC1
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH500_NO1
                        JMP     CHK500_Y_N1
;
    SWITCH500_SELEC1:   JMP     CHKCARD500
;
       SWITCH500_NO1:   CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
       SWITCH500_YES1:  MOV     P3,#31H              ;OUT 500B GSM
                        MOV     R0,#55H              ;IN  CARDDOWN
                        MOV     55H,#00H
         CHK500_DOWN1:  MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#10H
                        MOV     @R0,A
          ROTATE500_1:  CALL    DELAYSTEP500_1
                        MOV     A,@R0
                        MOV     P1,A
                        RLC     A
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R7,ROTATE500_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        JMP     CHK500_DOWN1
;
      DELAYSTEP500_1:   MOV     R1,#01H
           DL500_4_1:   MOV     R2,#0F8H
           DL500_5_1:   MOV     R3,#0FFH
           DL500_6_1:   MOV     P3,#31H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#08H
                        SUBB    A,#08H
                        JNZ     CARD500_DOWN1
                        DJNZ    R3,DL500_6_1
                        DJNZ    R2,DL500_5_1
                        DJNZ    R1,DL500_4_1
                        RET
;
       CARD500_DOWN1:   CALL    OK
                        MOV     55H,#00H
                        MOV     P3,#05H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#08H
                        SUBB    A,#08H
                        JZ      NORE500_STEP1
                        MOV     P3,#31H
                        CALL    RESTEP1
                        MOV     P1,#00H
       NORE500_STEP1:   JMP     MAIN
;
;           ********************
;           *    CASE500_2     *
;           ********************
;
         CASE500_2:     MOV     P3,#20H             ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#10H             ;OUT  LED1
;
     INSWITCH500_2:     MOV     P3,#23H             ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                ;IN3 SWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      CHK500_Y_N2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH500_NO2
                        JMP     INSWITCH500_2
;
        CHK500_Y_N2:    MOV     P3,#02H             ;ADD IN2  OUT1
                        MOV     P1,#00H
                        MOV     A,P0                ;IN2 SWITCH YES/NO
;
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      SWITCH500_YES2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH500_SELEC2
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH500_NO2
                        JMP     CHK500_Y_N2
;
   SWITCH500_SELEC2:    JMP     CHKCARD500
;
      SWITCH500_NO2:    CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
      SWITCH500_YES2:   MOV     P3,#11H             ;OUT 300B DPROMT
                        MOV     R0,#55H             ;IN  CARDDOWN
                        MOV     60H,#00H
        CHK500_DOWN2:   MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#01H              ;CHANG
                        MOV     @R0,A
         ROTATE500_2:   CALL    DELAYSTEP500_2
                        MOV     A,@R0
                        MOV     P1,A
                        RLC     A
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R7,ROTATE500_2
                        JMP     CHK500_DOWN2
;
       DELAYSTEP500_2:  MOV     R1,#01H
            DL500_4_2:  MOV     R2,#0F8H
            DL500_5_2:  MOV     R3,#0FFH
            DL500_6_2:  MOV     P3,#11H             ;CHANG
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H              ;CARD BIT 2
                        SUBB    A,#10H
                        JNZ     CARD500_DOWN2
                        DJNZ    R3,DL500_6_2
                        DJNZ    R2,DL500_5_2
                        DJNZ    R1,DL500_4_2
                        RET
;
        CARD500_DOWN2:  CALL    OK
                        MOV     55H,#00H
                        MOV     P3,#05H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H              ;CHANG
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      NORE500_STEP2
                        MOV     P3,#11H
                        CALL    RESTEP
                        MOV     P1,#00H
         NORE500_STEP2: JMP     MAIN
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;                  ********************
;                  *     CASE500_3      *
;                  ********************
          CASE500_3:     MOV      P3,#20H                ;ADD IN5  OUT1
                         MOV      P1,#18H                ;OUT  LED1
;
       INSWITCH500_3:    MOV      P3,#23H                ;ADD IN3  OUT1
                         MOV      A,P0                   ;INSWITCH
                         CLR      C
                         ANL      A,#38H
                         SUBB     A,#08H
                         JZ       NEXIT500_1
                         MOV      A,P0                   ;INSWITCH
                         CLR      C
                         ANL      A,#38H
                         SUBB     A,#10H
                         JZ       NEXIT500_2
                         MOV      P3,#22H
                         MOV      A,P0
                         CLR      C
                         ANL      A,#10H
                         SUBB     A,#10H
                         JZ       S_CANEL4
                         JMP      INSWITCH500_3
          NEXIT500_1:    JMP      CHK500_Y_N1
          NEXIT500_2:    JMP      CHK500_Y_N2
          S_CANEL4:      JMP      SWITCH500_NO4
;
;                  ********************
;                  *     CASE500_4      *
;                  ********************
          CASE500_4:     MOV      P3,#20H                ;ADD IN5  OUT1
                         MOV      P1,#20H                ;OUT  LED1
;
       INSWITCH500_4:    MOV      P3,#23H                ;ADD IN3  OUT1
                         MOV      A,P0                   ;IN3 SWITCH
                         CLR      C
                         ANL      A,#38H
                         SUBB     A,#20H
                         JZ       CHK500_Y_N4
                         MOV      P3,#22H
                         MOV      A,P0
                         CLR      C
                         ANL      A,#10H
                         SUBB     A,#10H
                         JZ       SWITCH500_NO4
                         JMP      INSWITCH500_4
;
         CHK500_Y_N4:    MOV      P3,#02H              ;ADD IN2  OUT1
                         MOV      P1,#00H
                         MOV      A,P0                 ;IN2 SWITCH YES/NO
                         CLR      C
                         ANL      A,#80H
                         SUBB     A,#80H
                         JZ       SWITCH500_YES4
                         MOV      A,P0
                         CLR      C
                         ANL      A,#40H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH500_SELEC4
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH500_NO4
                        JMP     CHK500_Y_N4
;
   SWITCH500_SELEC4:    JMP     CHKCARD500
;
      SWITCH500_NO4:    CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
      SWITCH500_YES4:   MOV     P3,#11H             ;OUT 300B ORG
                        MOV     R0,#55H             ;IN  CARDDOWN
                        MOV     65H,#00H
        CHK500_DOWN4:   MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#10H
                        MOV     @R0,A
         ROTATE500_4:   CALL    DELAYSTEP500_4
                        MOV     A,@R0
                        MOV     P1,A
                        RLC     A
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R7,ROTATE500_4
                        JMP     CHK500_DOWN4
;
       DELAYSTEP500_4:  MOV     R1,#01H
           DL500_4_4:   MOV     R2,#0F8H
           DL500_5_4:   MOV     R3,#0FFH
           DL500_6_4:   MOV     P3,#11H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#20H
                        SUBB    A,#20H
                        JNZ     CARD500_DOWN4
                        DJNZ    R3,DL500_6_4
                        DJNZ    R2,DL500_5_4
                        DJNZ    R1,DL500_4_4
                        RET
;
        CARD500_DOWN4:  CALL    OK
                        MOV     55H,#00H
                        MOV     P3,#05H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#20H
                        SUBB    A,#20H
                        JZ      NORE500_STEP4
                        MOV     P3,#11H
                        CALL    RESTEP1
                        MOV     P1,#00H
         NORE500_STEP4: JMP     MAIN
;
;               ********************
;               *    CASE500_5     *
;               ********************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          CASE500_5:    MOV     P3,#20H                 ;ADD IN5   OUT1
                        MOV     P1,#28H                 ;OUT   LED1
;
      INSWITCH500_5:    MOV     P3,#23H                 ;ADD IN3   OUT1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#08H
                        JZ      NEXIT500_5_1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#20H
                        JZ      NEXIT500_5_2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      S_CANEL5
                        JMP     INSWITCH500_5
        NEXIT500_5_1:   JMP     CHK500_Y_N1
        NEXIT500_5_2:   JMP     CHK500_Y_N4
        S_CANEL5:       JMP     SWITCH500_NO4
;
;               ********************
;               *    CASE500_6     *
;               ********************
          CASE500_6:    MOV     P3,#20H                 ;ADD IN5   OUT1
                        MOV     P1,#30H                 ;OUT   LED1
;
      INSWITCH500_6:    MOV     P3,#23H                 ;ADD IN3   OUT1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      NEXIT500_6_1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#20H
                        JZ      NEXIT500_6_2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      S_CANEL6
                        JMP     INSWITCH500_6
        NEXIT500_6_1:   JMP     CHK500_Y_N2
        NEXIT500_6_2:   JMP     CHK500_Y_N4
        S_CANEL6:       JMP     SWITCH500_NO4
;
;                 ********************
;                 *    CASE500_7     *
;                 ********************
          CASE500_7:    MOV     P3,#20H                 ;ADD IN5   OUT1
                        MOV     P1,#38H                 ;OUT   LED1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
      INSWITCH500_7:    MOV     P3,#23H                 ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#08H
                        JZ      NEXIT500_7_1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      NEXIT500_7_2
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#38H
                        SUBB    A,#20H
                        JZ      NEXIT500_7_3
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      S_CANEL7
                        JMP     INSWITCH500_7
      NEXIT500_7_1:     JMP     CHK500_Y_N1
      NEXIT500_7_2:     JMP     CHK500_Y_N2
      NEXIT500_7_3:     JMP     CHK500_Y_N4
      S_CANEL7:         JMP     SWITCH500_NO4
;
;*************************************************************
;                       SELCARD 1000B                        *
;*************************************************************
;
;                    ************************
;                   *     CHECKCARD 1000B    *
;                    ************************
;
          CARD1000:     MOV     P3,#05H                 ;ADD IN5 OUT
                        CLR     P1.0
                        MOV     35H,#00H
                        MOV     R0,#35H
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#0C0H
                        MOV     @R0,A
                        MOV     P3,#02H
                        MOV     R1,#36H
                        MOV     36H,#00H
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#01H
                        MOV     @R1,A
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#0C0H
                        ADD     A,@R1
                        CLR     C
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      ST100_1
                        CLR     C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#0C0H
                        ADD     A,@R1
                        CLR     C
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      ST100_2
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#0C0H
                        ADD     A,@R1
                        CLR     C
                        SUBB    A,#0C0H
                        JZ      ST100_3
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#0C0H
                        ADD     A,@R1
                        CLR     C
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      ST100_4
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#0C0H
                        ADD     A,@R1
                        CLR     C
                        SUBB    A,#41H
                        JZ      ST100_5
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#0C0H
                        ADD     A,@R1
                        CLR     C
                        SUBB    A,#81H
                        JZ      ST100_6
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        ANL     A,#0C0H
                        ADD     A,@R1
                        CLR     C
                        SUBB    A,#0C1H
                        JZ      ST100_7
                        CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
            ST100_1:    JMP     CASE100_1
            ST100_2:    JMP     CASE100_2
            ST100_3:    JMP     CASE100_3
            ST100_4:    JMP     CASE100_4
            ST100_5:    JMP     CASE100_5
            ST100_6:    JMP     CASE100_6
            ST100_7:    JMP     CASE100_7
;
;                       ***************************
;                       *     CASE CARD 1000B     *
;                       ***************************
;                   ********************
;                   *    CASE100_1     *
;                   ********************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          CASE100_1:    MOV     P3,#20H              ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#40H              ;OUT  LED1
;
      INSWITCH100_1:    MOV     P3,#23H              ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                 ;IN3 SWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#0C0H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      CHK100_Y_N1
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH100_NO1
                        JMP     INSWITCH100_1
;
   SWITCH100_SELEC1:    JMP     CARD1000
;
        CHK100_Y_N1:    MOV     P3,#02H              ;ADD IN2  OUT1
                        MOV     P1,#00H
                        MOV     A,P0                 ;IN2 SWITCH
YES/NO
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      SWITCH100_YES1
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH100_SELEC1
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH100_NO1
                        JMP     CHK100_Y_N1
;
      SWITCH100_NO1:    CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
      SWITCH100_YES1:   MOV     P3,#29H              ;OUT 500B GSM
                        MOV     R0,#55H              ;IN  CARDDOWN
                        MOV     55H,#00H
        CHK100_DOWN1:   MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#01H
                        MOV     @R0,A
         ROTATE100_1:   CALL    DELAYSTEP100_1
                        MOV     A,@R0
                        MOV     P1,A
                        RLC     A
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R7,ROTATE100_1
                        JMP     CHK100_DOWN1
;
      DELAYSTEP100_1:   MOV     R1,#01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DL100_4_1:  MOV     R2,#0F8H
            DL100_5_1:  MOV     R3,#0FFH
            DL100_6_1:  MOV     P3,#29H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
                        SUBB    A,#40H
                        JNZ     CARD100_DOWN1
                        DJNZ    R3,DL100_6_1
                        DJNZ    R2,DL100_5_1
                        DJNZ    R1,DL100_4_1
                        RET
;
       CARD100_DOWN1:   CALL    OK
                        MOV     55H,#00H
                        MOV     P3,#05H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      NORE100_STEP1
                        MOV     P3,#29H
                        CALL    RESTEP
                        MOV     P1,#00H
       NORE100_STEP1:   JMP     MAIN
;
;                   ********************
;                   *     CASE1000_2     *
;                   ********************
;
         CASE100_2:     MOV     P3,#20H                 ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#80H                 ;OUT  LED1
;
      INSWITCH100_2:    MOV     P3,#23H                 ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                    ;IN3 SWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#0C0H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      CHK100_Y_N2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH100_NO2
                        JMP     INSWITCH100_2
;
        CHK100_Y_N2:    MOV     P3,#02H                 ;ADD IN2  OUT1
                        MOV     P1,#00H
                        MOV     A,P0                    ;IN2 SWITCH
YES/NO
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      SWITCH100_YES2
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH100_SELEC2
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH100_NO2
                        JMP     CHK100_Y_N2
;
   SWITCH100_SELEC2:    JMP     CARD1000
;
      SWITCH100_NO2:    CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
      SWITCH100_YES2:   MOV     P3,#29H                 ;OUT 300B DPROMT
                        MOV     R0,#55H                 ;IN  CARDDOWN
                        MOV     60H,#00H
        CHK100_DOWN2:   MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#10H                  ;CHANG
                        MOV     @R0,A
         ROTATE100_2:   CALL    DELAYSTEP100_2
                        MOV     A,@R0
                        MOV     P1,A
                        RLC     A
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R7,ROTATE100_2
                        JMP     CHK100_DOWN2
;
       DELAYSTEP100_2:  MOV     R1,#01H
            DL100_4_2:  MOV     R2,#0F8H
            DL100_5_2:  MOV     R3,#0FFH
            DL100_6_2:  MOV     P3,#29H                 ;CHANG
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H                  ;CARD BIT 2
                        SUBB    A,#80H
                        JNZ     CARD100_DOWN2
                        DJNZ    R3,DL100_6_2
                        DJNZ    R2,DL100_5_2
                        DJNZ    R1,DL100_4_2
                        RET
;
        CARD100_DOWN2:  CALL    OK
                        MOV     55H,#00H
                        MOV     P3,#05H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H                  ;CHANG
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      NORE100_STEP2
                        MOV     P3,#29H
                        CALL    RESTEP1
                        MOV     P1,#00H
         NORE100_STEP2: JMP     MAIN
;
;               ********************
;               *    CASE1000_3    *
;               ********************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          CASE100_3:    MOV     P3,#20H                 ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#0C0H                ;OUT  LED1
;
      INSWITCH100_3:    MOV     P3,#23H                 ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#0C0H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      NEXIT100_1
                        MOV     A,P0                    ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#0C0H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      NEXIT100_2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      S_CANEL8
                        JMP     INSWITCH100_3
          NEXIT100_1:   JMP     CHK100_Y_N1
          NEXIT100_2:   JMP     CHK100_Y_N2
          S_CANEL8:     JMP     SWITCH100_NO1
;
;                ********************
;               *     CASE1000_4     *
;                ********************
          CASE100_4:    SETB    P3.7                    ;OUT  LED1
;
      INSWITCH100_4:    MOV     P3,#02H                 ;ADD IN3  OUT1
                        MOV     P1,#00H
                        SETB    P3.7
                        MOV     A,P0                    ;IN3 SWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#20H
                        SUBB    A,#20H
                        JZ      CHK100_Y_N4
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH100_NO4
                        JMP     INSWITCH100_4
;
        CHK100_Y_N4:    MOV     P3,#02H                 ;ADD IN2  OUT1
                        MOV     P1,#00H
                        CLR     P3.7
                        MOV     A,P0                    ;IN2 SWITCH
YES/NO
                        CLR     C
                        ANL     A,#80H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      SWITCH100_YES4
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#40H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      SWITCH100_SELEC4
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      SWITCH100_NO4
                        JMP     CHK100_Y_N4
;
   SWITCH100_SELEC4:    JMP     CARD1000
;
      SWITCH100_NO4:    CALL    CANCEL
                        JMP     MAIN
;
      SWITCH100_YES4:   MOV     P3,#1AH             ;OUT 300B ORG
                        CLR     P3.7
                        MOV     R0,#55H             ;IN  CARDDOWN
                        MOV     65H,#00H
        CHK100_DOWN4:   MOV     R7,#04H
                        MOV     A,#10H
                        MOV     @R0,A
         ROTATE100_4:   CALL    DELAYSTEP100_4
                        MOV     A,@R0
                        MOV     P1,A
                        RLC     A
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R7,ROTATE100_4
                        JMP     CHK100_DOWN4
;
       DELAYSTEP100_4:  MOV     R1,#01H
          DL100_4_4:    MOV     R2,#0F8H
          DL100_5_4:    MOV     R3,#0FFH
          DL100_6_4:    MOV     P3,#1AH
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#02H
                        SUBB    A,#02H
                        JNZ     CARD100_DOWN4
                        DJNZ    R3,DL100_6_4
                        DJNZ    R2,DL100_5_4
                        DJNZ    R1,DL100_4_4
                        RET
;
        CARD100_DOWN4:  CALL    OK
                        MOV     55H,#00H
                        MOV     P3,#02H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#01H
                        SUBB    A,#01H
                        JZ      NORE100_STEP4
                        MOV     P3,#1AH
                        CALL    RESTEP1
                        MOV     P1,#00H
         NORE100_STEP4: JMP     MAIN
;
;               ********************
;               *     CASE500_5      *
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;                  ********************
          CASE100_5:     MOV      P3,#20H                ;ADD IN5  OUT1
                         MOV      P1,#40H                ;OUT  LED1
                         SETB     P3.7
;
       INSWITCH100_5:    MOV      P3,#23H                ;ADD IN3  OUT1
                         SETB     P3.7
                         MOV      A,P0                   ;INSWITCH
                         CLR      C
                         ANL      A,#0C0H
                         SUBB     A,#40H
                         JZ       NEXIT100_5_1
                         MOV      P3,#22H
                         MOV      A,P0                   ;INSWITCH
                         CLR      C
                         ANL      A,#20H
                         SUBB     A,#20H
                         JZ       NEXIT100_5_2
                         MOV      P3,#22H
                         MOV      A,P0
                         CLR      C
                         ANL      A,#10H
                         SUBB     A,#10H
                         JZ       S_CANEL9
                         JMP      INSWITCH100_5
        NEXIT100_5_1:    CLR      P3.7
                         JMP      CHK100_Y_N1
        NEXIT100_5_2:    CLR      P3.7
                         JMP      CHK100_Y_N4
        S_CANEL9:        JMP      SWITCH100_NO1
;
;                  ********************
;                  *    CASE1000_6    *
;                  ********************
          CASE100_6:     MOV      P3,#20H                ;ADD IN5  OUT1
                         MOV      P1,#80H                ;OUT  LED1
                         SETB     P3.7
;
       INSWITCH100_6:    MOV      P3,#23H                ;ADD IN3  OUT1
                         SETB     P3.7
                         MOV      A,P0                   ;INSWITCH
                         CLR      C
                         ANL      A,#0C0H
                         SUBB     A,#80H
                         JZ       NEXIT100_6_1
                         MOV      P3,#22H
                         MOV      A,P0                   ;INSWITCH
                         CLR      C
                         ANL      A,#20H
                         SUBB     A,#20H
                         JZ       NEXIT100_6_2
                         MOV      P3,#22H
                         MOV      A,P0
                         CLR      C
                         ANL      A,#10H
                         SUBB     A,#10H
                         JZ       S_CANEL10
                         JMP      INSWITCH100_6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        NEXIT100_6_1:   CLR     P3.7
                        JMP     CHK100_Y_N2
        NEXIT100_6_2:   CLR     P3.7
                        JMP     CHK100_Y_N4
        S_CANEL10:      JMP     SWITCH100_NO1
;
;               ********************
;               *    CASE1000_7    *
;               ********************
          CASE100_7:    MOV     P3,#20H             ;ADD IN5  OUT1
                        MOV     P1,#0C0H            ;OUT  LED1
                        SETB    P3.7
;
      INSWITCH100_7:    MOV     P3,#23H             ;ADD IN3  OUT1
                        SETB    P3.7
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#0C0H
                        SUBB    A,#40H
                        JZ      NEXIT100_7_1
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#0C0H
                        SUBB    A,#80H
                        JZ      NEXIT100_7_2
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0                ;INSWITCH
                        CLR     C
                        ANL     A,#20H
                        SUBB    A,#20H
                        JZ      NEXIT100_7_3
                        MOV     P3,#22H
                        MOV     A,P0
                        CLR     C
                        ANL     A,#10H
                        SUBB    A,#10H
                        JZ      S_CANEL11
                        JMP     INSWITCH100_7
        NEXIT100_7_1:   CLR     P3.7
                        JMP     CHK100_Y_N1
        NEXIT100_7_2:   CLR     P3.7
                        JMP     CHK100_Y_N2
        NEXIT100_7_3:   CLR     P3.7
                        JMP     CHK100_Y_N4
        S_CANEL11:      JMP     SWITCH100_NO1
;


;*****************************************************************
;
              RESTEP:   MOV     R4,#00H
                  RE:   MOV     R7,#00H
                 RE1:   MOV     A,R7
                        MOV     DPTR,#DATA
                        MOVC    A,@A+DPTR
                        MOV     P1,A
                        ACALL   DELAY_RESTEP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        INC     R7
                        CJNE    R7,#08H,RE1
                        INC     R4
                        CJNE    R4,#28H,RE
                        RET
;
          DELAY_RESTEP: MOV     R1,#0AH
                     Y1: MOV     R2,#0FFH
                        DJNZ    R2,$
                        DJNZ    R1,Y1
                        RET
;
DATA: DB 09H,08H,0CH,04H,06H,02H,03H,01H
;
              RESTEP1:  MOV     R4,#00H
                  RE2:  MOV     R7,#00H
                RE2_1:  MOV     A,R7
                        MOV     DPTR,#DATA2
                        MOVC    A,@A+DPTR
                        MOV     P1,A
                        ACALL   DELAY_RESTEP2
                        INC     R7
                        CJNE    R7,#08H,RE2_1
                        INC     R4
                        CJNE    R4,#28H,RE2
                        RET
;
         DELAY_RESTEP2: MOV     R1,#0AH
                    Y2: MOV     R2,#0FFH
                        DJNZ    R2,$
                        DJNZ    R1,Y2
                        RET
;
DATA2: DB 90H,80H,0C0H,40H,60H,20H,30H,10H

;
                  OK:   MOV     P3,#00H
                        MOV     P2,#00H
                        MOV     P1,#20H
                        CALL    DELAYKEP1
                        MOV     P1,#00H
                        RET
;
                CANCEL: MOV     P3,#00H
                        MOV     P2,#00H
                        MOV     P1,#10H
                        CALL    DELAYKEP1
                        MOV     P1,#00H
                        RET
;
                 ERROR: MOV     P3,#00H
                        MOV     P1,#40H
                        CALL    DELAYERROR
                        MOV     P1,#00H
                        RET
;
                  KEP:  MOV     P3,#00H                 ;ADD MOTOR
                        MOV     P1,#80H                 ;FO_MOTOR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        CALL    DELAYKEP
                        MOV     P1,#00H
                        RET
;
        INSERT_ERROR:   MOV     R0,#57H
                        CLR     C
                        MOV     A,@R0
                        SUBB    A,#00H
                        JZ      PASS
                        CALL    ERROR
                PASS:   RET
;
             DELAYKEP:  MOV     R1,#40H
                DL_4:   MOV     R2,#0FFH
                DL_5:   MOV     R3,#0FFH
                DL_6:   DJNZ    R3,DL_6
                        DJNZ    R2,DL_5
                        MOV     P3,#07H
                        MOV     R0,#57H
                        MOV     A,P0
                        ANL     A,#1FH
                        MOV     @R0,A
                        DJNZ    R1,DL_4
                        RET
;
                Dlms:   MOV     R7,#010
              Dlms_1:   MOV     R6,#0E6H
              Dlms_2:   NOP
                        NOP
                        DJNZ    R6,Dlms_2
                        DJNZ    R7,Dlms_1
                        RET
;
           DELAYPASS:   MOV     R1,#01H
                L1_1:   MOV     R2,#0FAH
                L2_1:   MOV     R3,#0FFH
                L3_1:   DJNZ    R3,L3_1
                        DJNZ    R2,L2_1
                        DJNZ    R1,L1_1
                        RET
;
            DELAYSTOP:  MOV     R1,#04H
                  DL1:  MOV     R2,#0FFH
                  DL2:  MOV     R3,#0FFH
                  DL3:  DJNZ    R3,DL3
                        DJNZ    R2,DL2
                        DJNZ    R1,DL1
                        RET
;
           DELAYSTART:  MOV     R1,#15H
                   L1:  MOV     R2,#0FFH
                   L2:  MOV     R3,#0FFH
                   L3:  DJNZ    R3,L3
                        DJNZ    R2,L2
                        DJNZ    R1,L1
                        RET
;
            DELAY_T_F:  MOV     R1,#0FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        MOV     P3,#00H
              DL1_1:    MOV     R2,#0FFH
              DL1_2:    MOV     R3,#0FFH
              DL1_3:    DJNZ    R3,DL1_3
                        DJNZ    R2,DL1_2
                        DJNZ    R1,DL1_1
                        MOV     P3,#07H
                        RET
;
          DELAY_ADC:    MOV     R1,#0FH
              ADC_1:    MOV     R2,#0FFH
              ADC_2:    MOV     R3,#0FFH
              ADC_3:    DJNZ    R3,ADC_3
                        DJNZ    R2,ADC_2
                        MOV     A,P0
                        DJNZ    R1,ADC_1
                        RET
;
         DELAYKEP1:     MOV     R1,#30H
             DELAY4:    MOV     R2,#0FFH
             DELAY5:    MOV     R3,#0FFH
             DELAY6:    DJNZ    R3,DELAY6
                        DJNZ    R2,DELAY5
                        DJNZ    R1,DELAY4
                        RET
;
        DELAYERROR:     MOV     R1,#40H
             DELAY1:    MOV     R2,#0FFH
             DELAY2:    MOV     R3,#0FFH
             DELAY3:    DJNZ    R3,DELAY3
                        DJNZ    R2,DELAY2
                        DJNZ    R1,DELAY1
                        RET
                        END
```

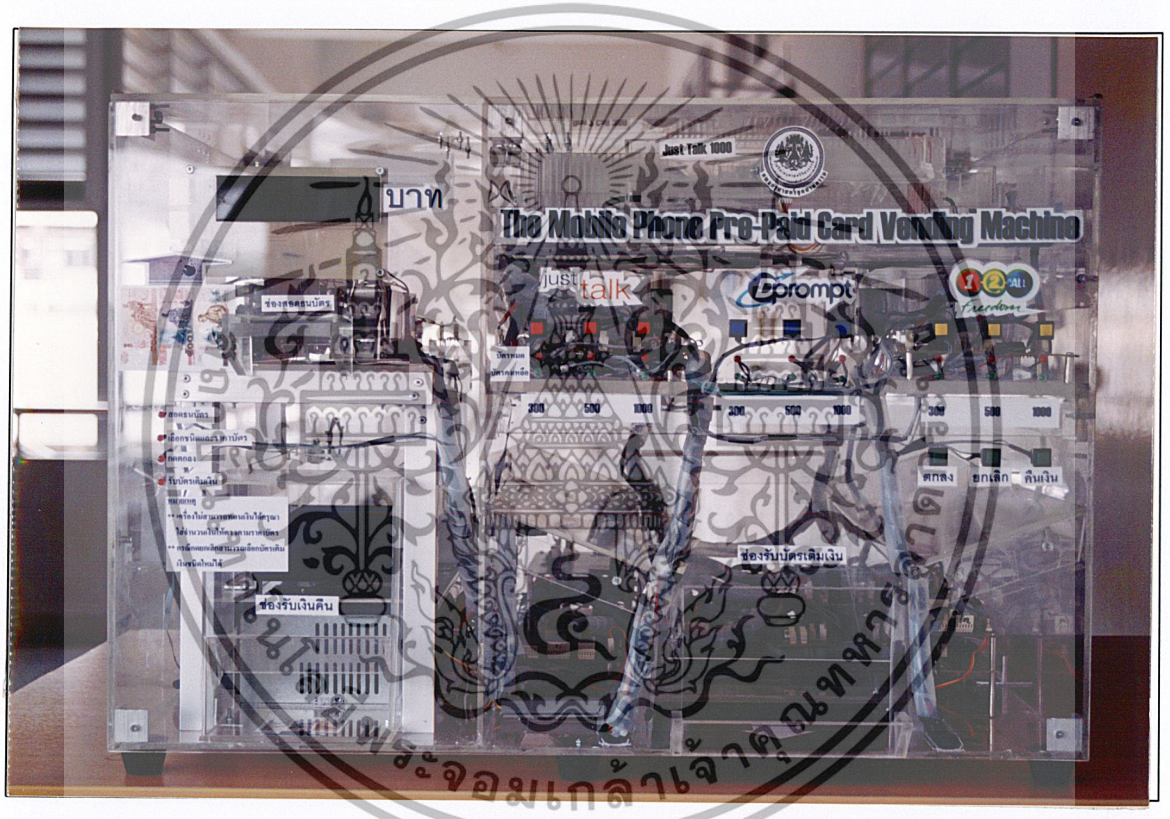
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ



สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

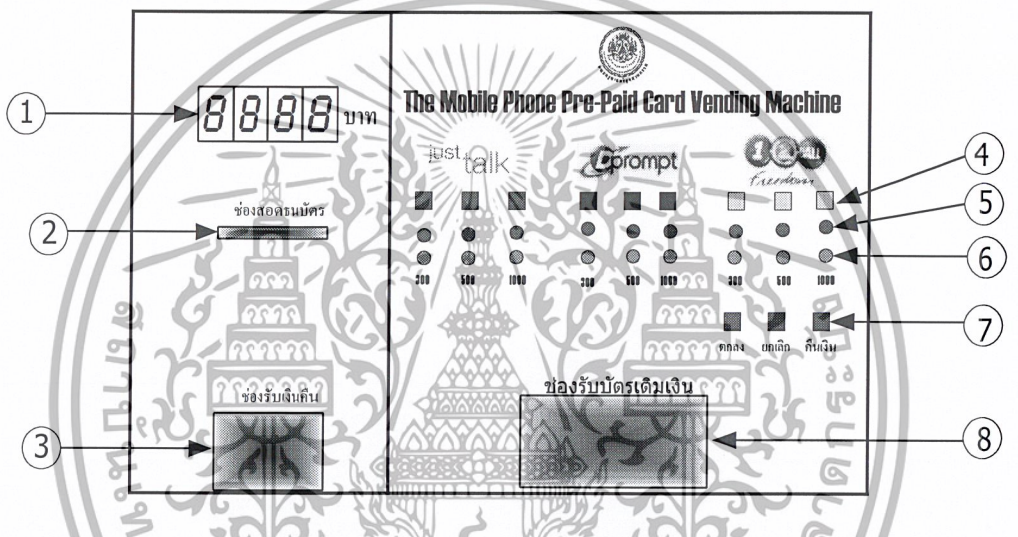
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนการใช้เครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัตินั้นควรศึกษาถึงขั้นตอนการใช้งานของเครื่อง เพื่อประสิทธิภาพในการเลือกซื้อบัตรและเพื่อให้ระบบการทำงานเป็นไปตามกระบวนการได้อย่างถูกต้องมากที่สุด

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

(1) ส่วนแสดงจำนวนเงิน
(2) ช่องสอดธนบัตร
(3) ช่องรับเงินคืน
(4) ปุ่มเลือกราคาสินค้า
(5) ส่วนแสดงราคาบัตรต่างๆ หมด
(6) ส่วนแสดงราคาบัตรต่างๆ ที่คงเหลืออยู่
(7) ปุ่มกดตกลง กดยกเลิก และปุ่มกดคืนเงิน
(8) ช่องรับบัตรเติมเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

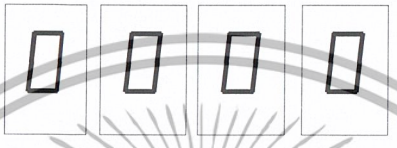
3. ขั้นตอนการใช้งานเครื่องจำหน่ายบัตรเติมเงินโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

3.1) เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

3.2) เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายของเครื่อง

3.3) ไดโอดเปล่งแสงแสดงบัตรเติมเงินคงเหลือและบัตรเติมเงินหมด

3.4) เมื่อเครื่องพร้อมใช้งานแล้วส่วนแสดงผล 7 ส่วนจะแสดงเลขเป็น 0000 ทั้ง 4 หลัก ดังนี้



รูปที่ จ.2 แอลอีดีแสดงผลแบบ 7 ส่วนเมื่อเครื่องพร้อมใช้งาน

3.5) ทำการสอดธนบัตรชนิด 100 บาท 500 บาทหรือ 1000 บาท ตามราคาบัตรที่ต้องการ

3.6) ส่วนแสดงผล 7 ส่วนจะแสดงจำนวนเงินตามธนบัตรที่สอดเช่น

รูปที่ จ.3 แอลอีดีแสดงผลแบบ 7 ส่วนเมื่อสอดธนบัตรครบจำนวนตามราคาบัตรเติมเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7) กดเลือกราคาบัตรดังไดโอดเปล่งแสงสว่างได้ตามต้องการ

3.8) กดตกลง

3.9) รับบัตรเติมเงิน

3.10) กรณีกดยกเลิก สามารถกดเลือกซื้อบัตรเติมเงินชนิดใหม่ได้

3.11) การบรรจุบัตรเติมเงินสามารถทำได้โดยเปิดฝาเครื่องด้านบนแล้วบรรจุบัตรเติมเงินให้ตรงตามกล่องที่กำหนดไว้

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานของเครื่องสามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางด้านล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ส่วนแสดงผล 7 ส่วนไม่สว่าง	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ,ฟิวส์,ไม่ได้เปิดสวิตช์
ส่วนแสดงผลไม่แสดงมูลค่าธนบัตร	ธนบัตรติดในรางตรวจสอบแก้ไข โดยสอดธนบัตรเข้าไปอีก 1 ฉบับแล้วดึงออก

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1) การดูแลรักษา

- เมื่อไม่ได้ใช้งานเครื่องควรถอดปลั๊กไฟกระแสสลับออก
- ทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันฝุ่นละออง

5.2) ข้อควรระวัง

- การบรรจุบัตรเติมเงินต้องให้ตรงตามที่กำหนดไว้เท่านั้น
- ควรทำการเลือกซื้อบัตรตามขั้นตอนที่กำหนด
- ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดัน 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
รับธนบัตร	100 บาท 500 บาทและ 1,000 บาท
จำหน่ายบัตรเติมเงิน	3 ชนิด 3 ราคา คือ Just Talk D-Prompt และ One 2 Call ราคา 300 บาท 500 บาท 1,000 บาท
ส่วนแสดงผล	ส่วนแสดงผลแบบแอลอีดีแบบ 7 ส่วน
ขนาด (กว้าง X ยาว X สูง)	65 X 75 X 50 เซนติเมตร
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์
การตรวจสอบธนบัตร	ตรวจสอบสี ขนาด และ ลายน้ำ
ความจุของกล่องบรรจุบัตร	20 ใบต่อ 1 กล่อง
ส่วนสถานะการทำงาน	สอดธนบัตร เลือกชนิดและราคาบัตร กดตกลง รับบัตรเติมเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

November 1999

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

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS8080A derivative control bus with TRI-STATE output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

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

Features

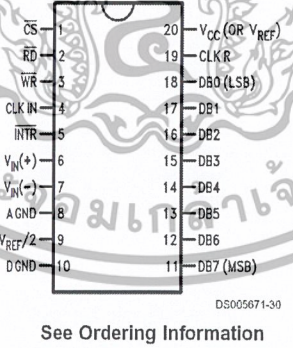
- Compatible with 8080 µP derivatives—no interfacing logic needed - access time - 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"
- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC}, 2.5 V_{DC}, or analog span adjusted voltage reference

Key Specifications

■ Resolution	8 bits
■ Total error	±¼ LSB, ±½ LSB and ±1 LSB
■ Conversion time	100 µs

Connection Diagram

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



DS005671-30

See Ordering Information

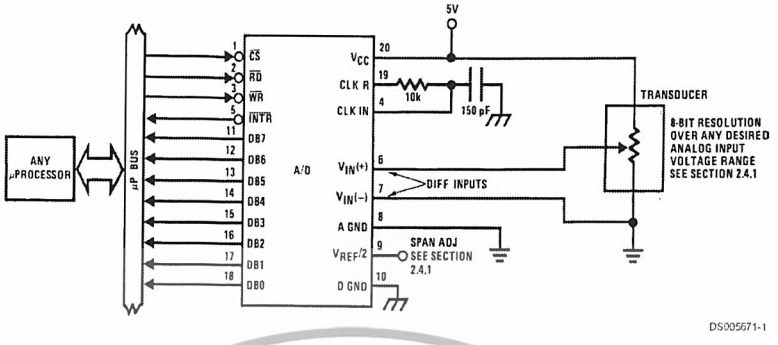
Ordering Information

TEMP RANGE		0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	−40°C TO +85°C
ERROR	±¼ Bit Adjusted			ADC0801LCN
	±½ Bit Unadjusted	ADC0802LCWM		ADC0802LCN
	±½ Bit Adjusted			ADC0803LCN
	±1Bit Unadjusted	ADC0804LCWM	ADC0804LCN	ADC0805LCN/ADC0804LCJ
PACKAGE OUTLINE		M20B—Small Outline	N20A—Molded DIP	

Z-80® is a registered trademark of Zilog Corp.

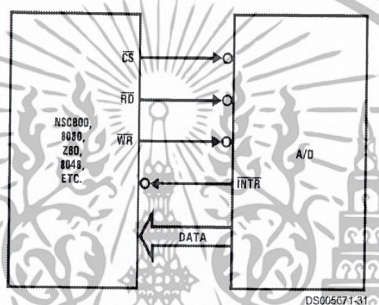
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications



DS005671-1

8080 Interface



DS005671-31

Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)			
Part Number	Full-Scale Adjusted	$V_{REF}/2$=2.500 V_{DC} (No Adjustments)	$V_{REF}/2$=No Connection (No Adjustments)
ADC0801	±¼ LSB		
ADC0802		±½ LSB	
ADC0803	±½ LSB		
ADC0804		±1 LSB	
ADC0805			±1 LSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1, 2)

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

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Voltage	
Logic Control Inputs	−0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	−0.3V to (V_{CC}+0.3V)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Package Dissipation at T_A=25°C	875 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	800V

Operating Ratings (Notes 1, 2)

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

Electrical Characteristics

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

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			±¼	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	V_{REF}/2=2.500 V_{DC}			±½	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			±½	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	V_{REF}/2=2.500 V_{DC}			±1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	V_{REF}/2-No Connection			±1	LSB
V_{REF}/2 Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05	2.5	8.0		kΩ
	ADC0804 (Note 9)	0.75	1.1		kΩ
Analog Input Voltage Range	(Note 4) V(+) or V(−)	Gnd−0.05		V_{CC}+0.05	V_{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		±1/16	±⅛	LSB
Power Supply Sensitivity	V_{CC}=5 V_{DC} ±10% Over Allowed V_{IN}(+) and V_{IN}(−) Voltage Range (Note 4)		±1/16	±⅛	LSB

AC Electrical Characteristics

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Continued)

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

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF
CONTROL INPUTS [Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately]						
V_{IN} (1)	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	V_{CC}=5.25 V_{DC}	2.0		15	V_{DC}
V_{IN} (0)	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	V_{CC}=4.75 V_{DC}			0.8	V_{DC}
I_{IN} (1)	Logical "1" Input Current (All Inputs)	V_{IN}=5 V_{DC}		0.005	1	μA_{DC}
I_{IN} (0)	Logical "0" Input Current (All Inputs)	V_{IN}=0 V_{DC}	−1	−0.005		μA_{DC}
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_T+	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_T−	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis $(V_T+)-(V_T-)$		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
V_{OUT} (0)	Logical "0" CLK R Output Voltage	I_O=360 µA V_{CC}=4.75 V_{DC}			0.4	V_{DC}
V_{OUT} (1)	Logical "1" CLK R Output Voltage	I_O=−360 µA V_{CC}=4.75 V_{DC}	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND $\overline{INTR}$						
V_{OUT} (0)	Logical "0" Output Voltage Data Outputs $\overline{INTR}$ Output	 I_{OUT}=1.6 mA, V_{CC}=4.75 V_{DC} I_{OUT}=1.0 mA, V_{CC}=4.75 V_{DC}			 0.4 0.4	 V_{DC} V_{DC}
V_{OUT} (1)	Logical "1" Output Voltage	I_O=−360 µA, V_{CC}=4.75 V_{DC}	2.4			V_{DC}
V_{OUT} (1)	Logical "1" Output Voltage	I_O=−10 µA, V_{CC}=4.75 V_{DC}	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	V_{OUT}=0 V_{DC} V_{OUT}=5 V_{DC}	−3		 3	μA_{DC} μA_{DC}
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, T_A=25°C	4.5	6		mA_{DC}
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC}, T_A=25°C	9.0	16		mA_{DC}
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current) ADC0801/02/03/04LCJ/05 ADC0804LCN/LCWM	f_{CLK}=640 kHz, $V_{REF}/2$=NC, T_A=25°C and $\overline{CS}$ =5V		 1.1 1.9	 1.8 2.5	 mA mA

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the D Gnd.

Note 3: A zener diode exists, internally, from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of 7 V_{DC}.

Note 4: For $V_{IN}(-) \geq V_{IN}(+)$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause this input diode to conduct–especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. The spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{DC} to 5 V_{DC} input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.950 V_{DC} over temperature variations, initial tolerance and loading.

Note 5: Accuracy is guaranteed at f_{CLK} = 640 kHz. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.

Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched, see *Figure 4* and section 2.0.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Continued)

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

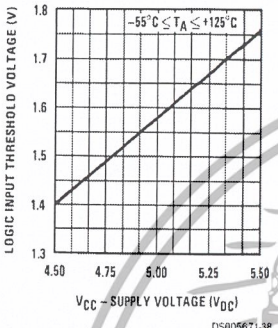
Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and *Figure 7.*

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

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

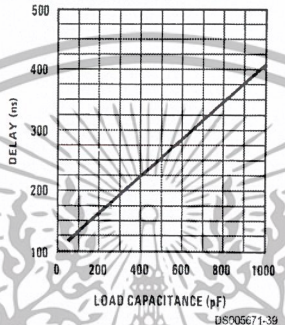
Typical Performance Characteristics

Logic Input Threshold Voltage vs. Supply Voltage



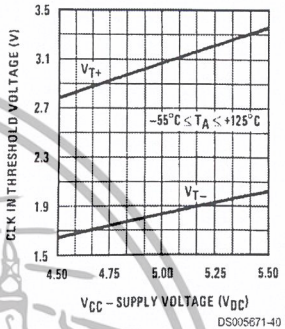
DS005671-38

Delay From Falling Edge of $\overline{RD}$ to Output Data Valid vs. Load Capacitance



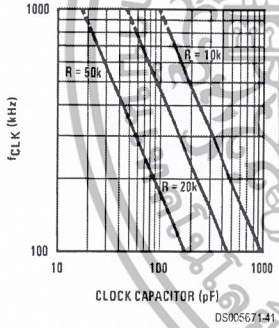
DS005671-39

CLK IN Schmitt Trip Levels vs. Supply Voltage



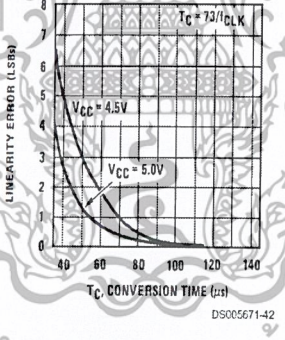
DS005671-40

f_{CLK} vs. Clock Capacitor



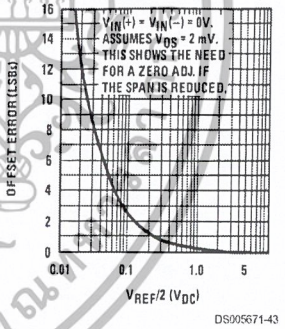
DS005671-41

Full-Scale Error vs Conversion Time



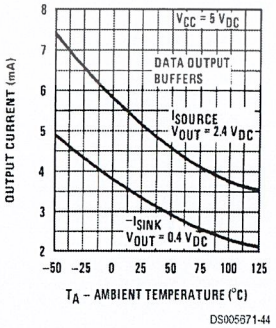
DS005671-42

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



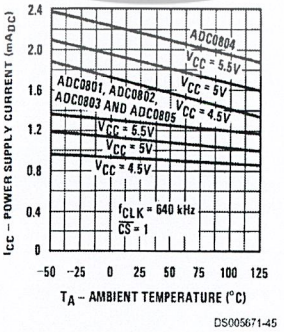
DS005671-43

Output Current vs Temperature



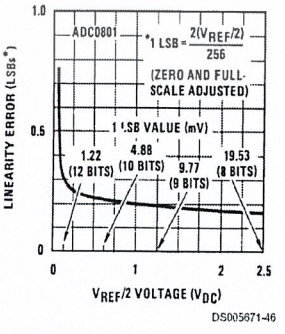
DS005671-44

Power Supply Current vs Temperature (Note 9)



DS005671-45

Linearity Error at Low $V_{REF}/2$ Voltages

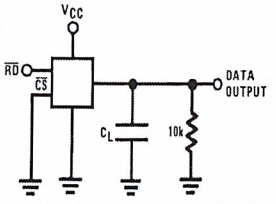


DS005671-46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

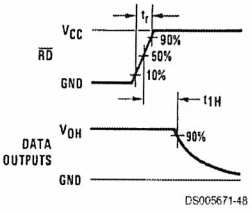
TRI-STATE Test Circuits and Waveforms

t_{1H}



DS005671-47

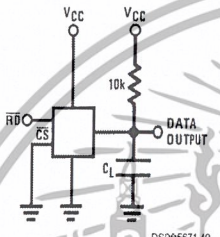
t_{1H}, C_L=10 pF



DS005671-48

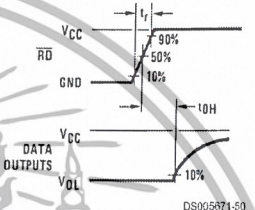
t_r=20 ns

t_{0H}



DS005671-49

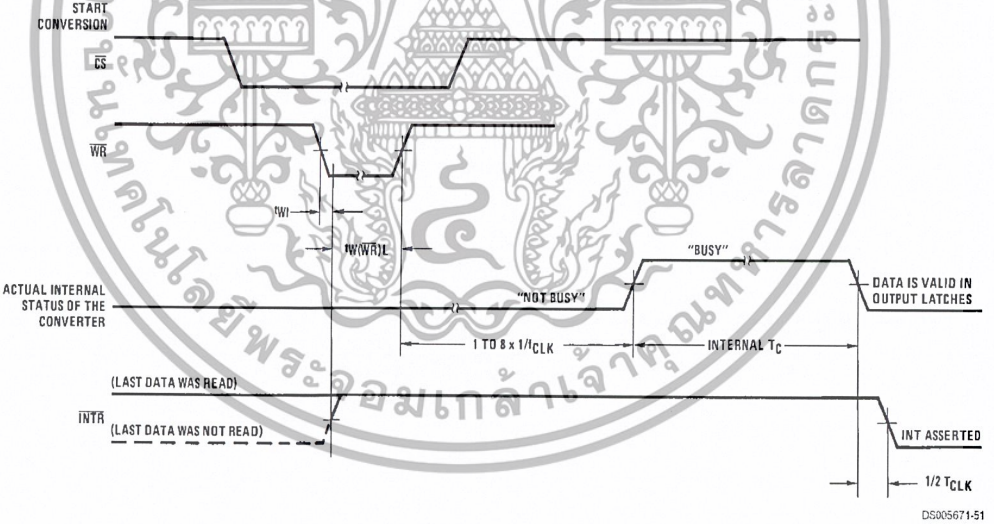
t_{0H}, C_L=10 pF



DS005671-50

t_r=20 ns

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

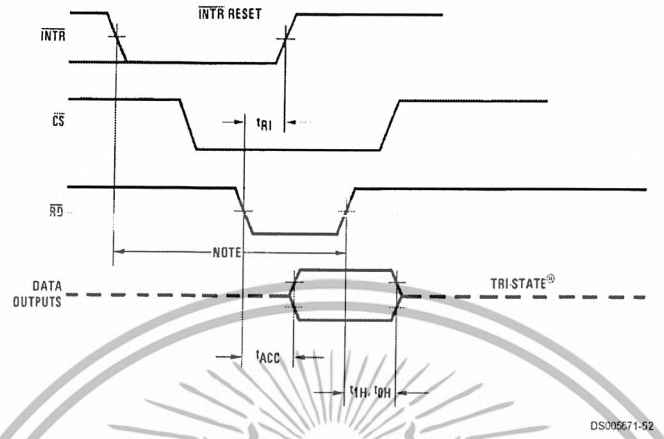


DS005671-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

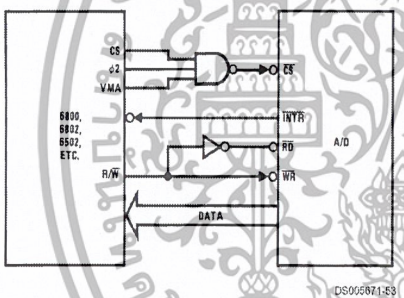
Output Enable and Reset with $\overline{INTR}$



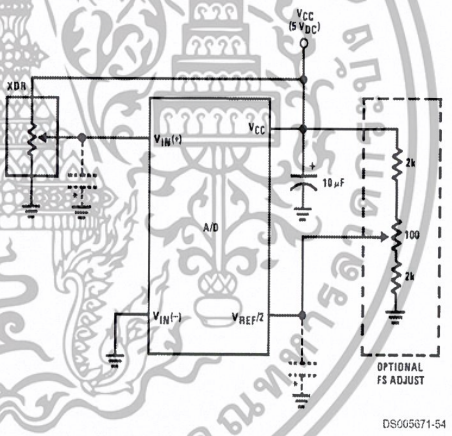
Note: Read strobe must occur 8 clock periods ($8/f_{CLK}$) after assertion of interrupt to guarantee reset of $\overline{INTR}$.

Typical Applications

6800 Interface



Ratiometeric with Full-Scale Adjust

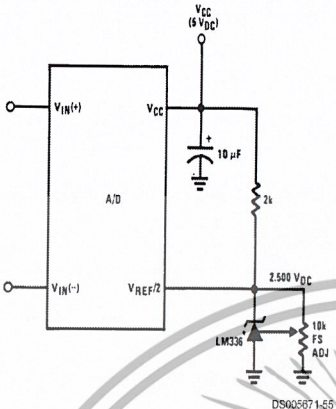


Note: before using caps at V_{IN} or $V_{REF}/2$, see section 2.3.2 Input Bypass Capacitors.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

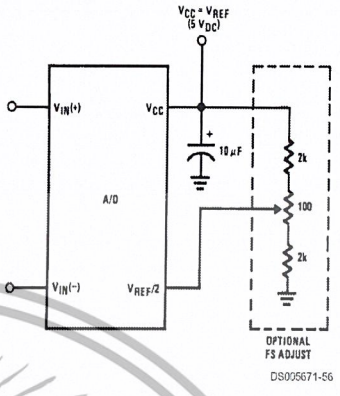
Absolute with a 2.500V Reference



DS005671-55

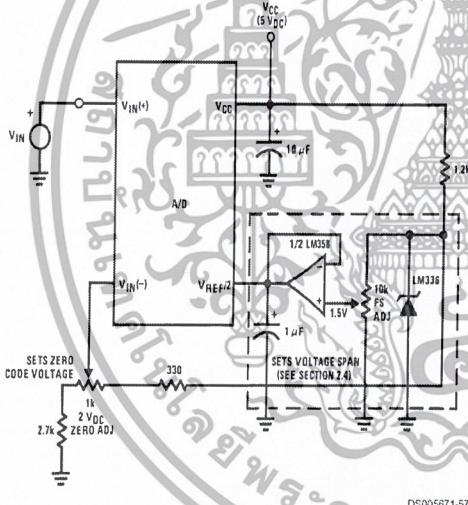
*For low power, see also LM385–2.5

Absolute with a 5V Reference



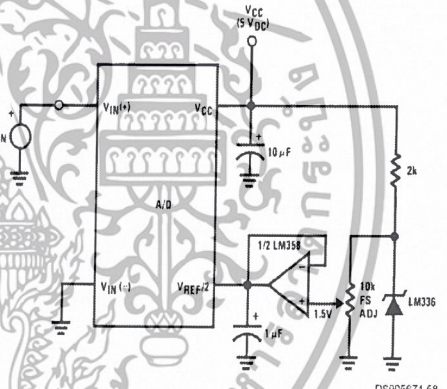
DS005671-56

Zero-Shift and Span Adjust: 2V ≤ V_{IN} ≤ 5V



DS005671-57

Span Adjust: 0V ≤ V_{IN} ≤ 3V



DS005671-58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

±½ LSB from the ideal center-values. Each tread (the range of analog input voltage that provides the same digital output code) is therefore 1 LSB wide.

Figure 2 shows a worst case error plot for the ADC0801. All center-valued inputs are guaranteed to produce the correct output codes and the adjacent risers are guaranteed to be no closer to the center-value points than ±¼ LSB. In other words, if we apply an analog input equal to the center-value ±¼ LSB, *we guarantee* that the A/D will produce the correct digital code. The maximum range of the position of the code transition is indicated by the horizontal arrow and it is guaranteed to be no more than ½ LSB.

The error curve of *Figure 3* shows a worst case error plot for the ADC0802. Here we guarantee that if we apply an analog input equal to the LSB analog voltage center-value the A/D will produce the correct digital code.

Next to each transfer function is shown the corresponding error plot. Many people may be more familiar with error plots than transfer functions. The analog input voltage to the A/D is provided by either a linear ramp or by the discrete output steps of a high resolution DAC. Notice that the error is continuously displayed and includes the quantization uncertainty of the A/D. For example the error at point 1 of *Figure 1* is +½ LSB because the digital code appeared ½ LSB in advance of the center-value of the tread. The error plots always have a constant negative slope and the abrupt upside steps are always 1 LSB in magnitude.

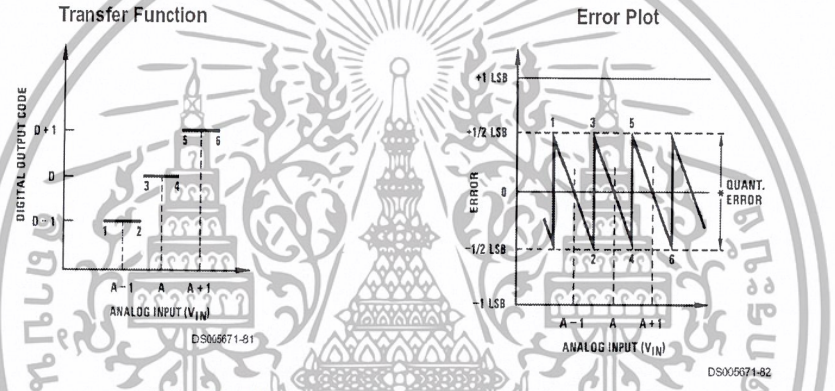


FIGURE 1. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter Accuracy=±0 LSB: A Perfect A/D

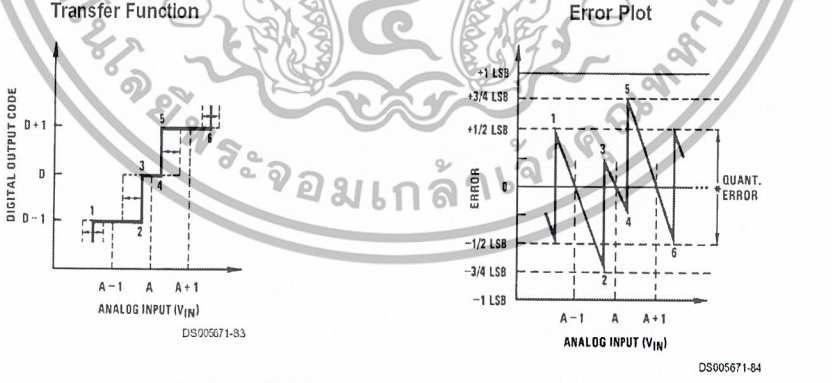


FIGURE 2. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter Accuracy=±¼ LSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

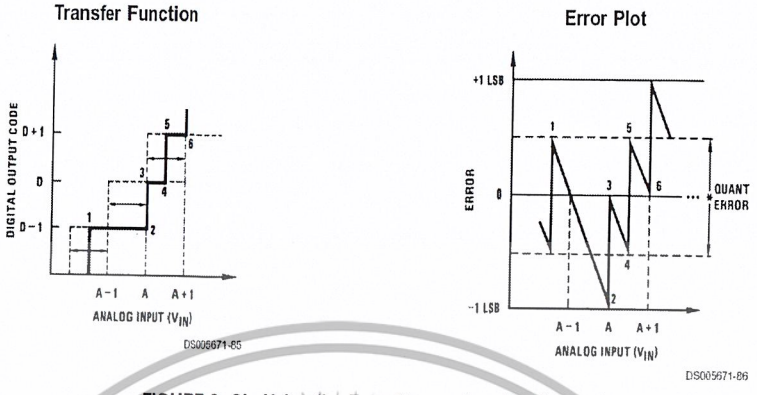


FIGURE 3. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter
Accuracy=±½ LSB

2.0 FUNCTIONAL DESCRIPTION

The ADC0801 series contains a circuit equivalent of the 256R network. Analog switches are sequenced by successive approximation logic to match the analog difference input voltage [$V_{IN}(+) - V_{IN}(-)$] to a corresponding tap on the R network. The most significant bit is tested first and after 8 comparisons (64 clock cycles) a digital 8-bit binary code (1111 1111 = full-scale) is transferred to an output latch and then an interrupt is asserted ($\overline{INTR}$ makes a high-to-low transition). A conversion in process can be interrupted by issuing a second start command. The device may be operated in the free-running mode by connecting $\overline{INTR}$ to the $\overline{WR}$ input with $\overline{CS}$ =0. To ensure start-up under all possible conditions, an external $\overline{WR}$ pulse is required during the first power-up cycle.

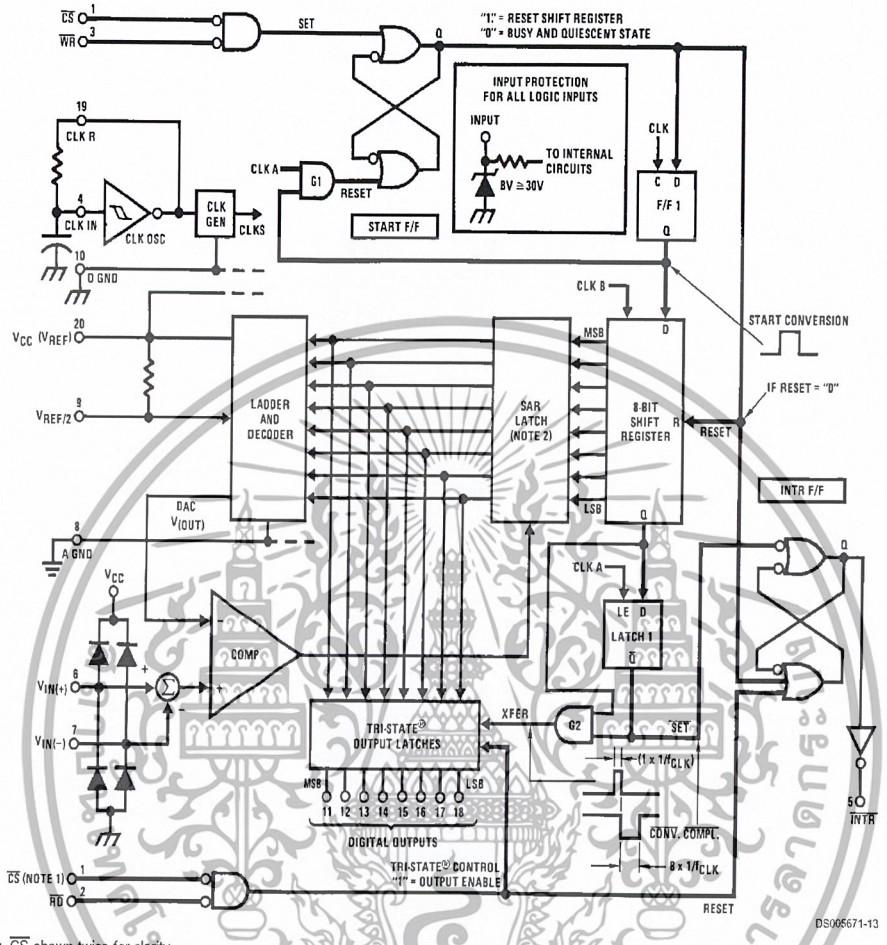
On the high-to-low transition of the $\overline{WR}$ input the internal SAR latches and the shift register stages are reset. As long as the $\overline{CS}$ input and $\overline{WR}$ input remain low, the A/D will remain in a reset state. *Conversion will start from 1 to 8 clock periods after at least one of these inputs makes a low-to-high transition.*

A functional diagram of the A/D converter is shown in *Figure 4*. All of the package pinouts are shown and the major logic control paths are drawn in heavier weight lines.

The converter is started by having $\overline{CS}$ and $\overline{WR}$ simultaneously low. This sets the start flip-flop (F/F) and the resulting "1" level resets the 8-bit shift register, resets the Interrupt ($\overline{INTR}$) F/F and inputs a "1" to the D flop, F/F1, which is at the input end of the 8-bit shift register. Internal clock signals then transfer this "1" to the Q output of F/F1. The AND gate, G1, combines this "1" output with a clock signal to provide a reset signal to the start F/F. If the set signal is no longer present (either $\overline{WR}$ or $\overline{CS}$ is a "1") the start F/F is reset and the 8-bit shift register then can have the "1" clocked in, which starts the conversion process. If the set signal were to still be present, this reset pulse would have no effect (both outputs of the start F/F would momentarily be at a "1" level) and the 8-bit shift register would continue to be held in the reset mode. This logic therefore allows for wide $\overline{CS}$ and $\overline{WR}$ signals and the converter will start after at least one of these signals returns high and the internal clocks again provide a reset signal for the start F/F.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)



Note 13: $\overline{CS}$ shown twice for clarity.

Note 14: SAR = Successive Approximation Register.

FIGURE 4. Block Diagram

After the "1" is clocked through the 8-bit shift register (which completes the SAR search) it appears as the input to the D-type latch, LATCH 1. As soon as this "1" is output from the shift register, the AND gate, G2, causes the new digital word to transfer to the TRI-STATE output latches. When LATCH 1 is subsequently enabled, the Q output makes a high-to-low transition which causes the INTR F/F to set. An inverting buffer then supplies the $\overline{INTR}$ input signal.

Note that this $\overline{SET}$ control of the INTR F/F remains low for 8 of the external clock periods (as the internal clocks run at 1/8 of the frequency of the external clock). If the data output is continuously enabled ($\overline{CS}$ and $\overline{RD}$ both held low), the $\overline{INTR}$ output will still signal the end of conversion (by a high-to-low transition), because the $\overline{SET}$ input can control the Q output of the INTR F/F even though the RESET input is constantly at a "1" level in this operating mode. This $\overline{INTR}$ output will therefore stay low for the duration of the $\overline{SET}$ signal, which is 8 periods of the external clock frequency (assuming the A/D is not started during this interval).

When operating in the free-running or continuous conversion mode ($\overline{INTR}$ pin tied to $\overline{WR}$ and $\overline{CS}$ wired low—see also section 2.8), the START F/F is SET by the high-to-low transition of the $\overline{INTR}$ signal. This resets the SHIFT REGISTER which causes the input to the D-type latch, LATCH 1, to go low. As the latch enable input is still present, the $\overline{Q}$ output will go high, which then allows the INTR F/F to be RESET. This reduces the width of the resulting $\overline{INTR}$ output pulse to only a few propagation delays (approximately 300 ns).

When data is to be read, the combination of both $\overline{CS}$ and $\overline{RD}$ being low will cause the INTR F/F to be reset and the TRI-STATE output latches will be enabled to provide the 8-bit digital outputs.

2.1 Digital Control Inputs

The digital control inputs ($\overline{CS}$, $\overline{RD}$, and $\overline{WR}$) meet standard T^2L logic voltage levels. These signals have been renamed when compared to the standard A/D Start and Output Enable labels. In addition, these inputs are active low to allow an easy interface to microprocessor control busses. For non-microprocessor based applications, the $\overline{CS}$ input (pin 1) can be grounded and the standard A/D Start function is obtained by an active low pulse applied at the $\overline{WR}$ input (pin 3) and the Output Enable function is caused by an active low pulse at the $\overline{RD}$ input (pin 2).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

2.2 Analog Differential Voltage Inputs and Common-Mode Rejection

This A/D has additional applications flexibility due to the analog differential voltage input. The $V_{IN}(-)$ input (pin 7) can be used to automatically subtract a fixed voltage value from the input reading (tare correction). This is also useful in 4 mA–20 mA current loop conversion. In addition, common-mode noise can be reduced by use of the differential input.

The time interval between sampling $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ is 4-½ clock periods. The maximum error voltage due to this slight time difference between the input voltage samples is given by:

$$\Delta V_e(MAX) = (V_P)(2\pi f_{cm})\left(\frac{4.5}{f_{CLK}}\right)$$

where:

ΔV_e is the error voltage due to sampling delay

V_P is the peak value of the common-mode voltage

f_{cm} is the common-mode frequency

As an example, to keep this error to ¼ LSB (~5 mV) when operating with a 60 Hz common-mode frequency, f_{cm}, and using a 640 kHz A/D clock, f_{CLK}, would allow a peak value of the common-mode voltage, V_P, which is given by:

$$V_P = \frac{[\Delta V_{e(MAX)}(f_{CLK})]}{(2\pi f_{cm})(4.5)}$$

or

$$V_P = \frac{(5 \times 10^{-3})(640 \times 10^3)}{(6.28)(60)(4.5)}$$

which gives

$V_P \simeq 1.9V$.

The allowed range of analog input voltages usually places more severe restrictions on input common-mode noise levels.

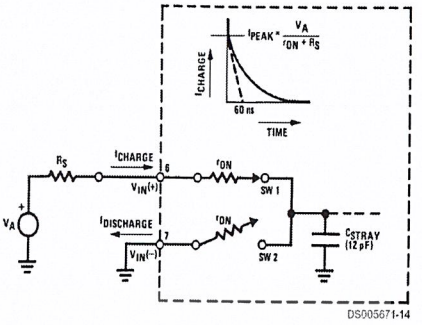
An analog input voltage with a reduced span and a relatively large zero offset can be handled easily by making use of the differential input (see section 2.4 Reference Voltage).

2.3 Analog Inputs

2.3 1 Input Current

Normal Mode

Due to the internal switching action, displacement currents will flow at the analog inputs. This is due to on-chip stray capacitance to ground as shown in *Figure 5.*



r_{ON} of SW 1 and SW 2 ≃ 5 kΩ

$r = r_{ON} C_{STRAY} \simeq 5\ k\Omega \times 12\ pF = 60\ ns$

FIGURE 5. Analog Input Impedance

The voltage on this capacitance is switched and will result in currents entering the $V_{IN}(+)$ input pin and leaving the $V_{IN}(-)$ input which will depend on the analog differential input voltage levels. These current transients occur at the leading edge of the internal clocks. They rapidly decay and *do not cause errors* as the on-chip comparator is strobed at the end of the clock period.

Fault Mode

If the voltage source applied to the $V_{IN}(+)$ or $V_{IN}(-)$ pin exceeds the allowed operating range of V_{CC}+50 mV, large input currents can flow through a parasitic diode to the V_{CC} pin. If these currents can exceed the 1 mA max allowed spec, an external diode (1N914) should be added to bypass this current to the V_{CC} pin (with the current bypassed with this diode, the voltage at the $V_{IN}(+)$ pin can exceed the V_{CC} voltage by the forward voltage of this diode).

2.3.2 Input Bypass Capacitors

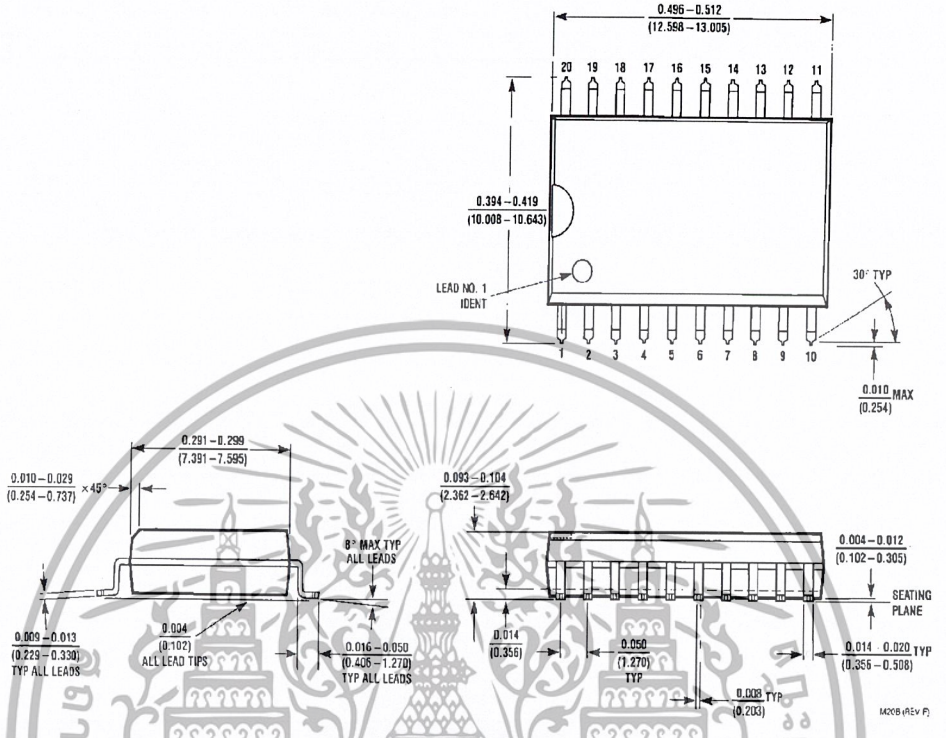
Bypass capacitors at the inputs will average these charges and cause a DC current to flow through the output resistances of the analog signal sources. This charge pumping action is worse for continuous conversions with the $V_{IN}(+)$ input voltage at full-scale. For continuous conversions with a 640 kHz clock frequency with the $V_{IN}(+)$ input at 5V, this DC current is at a maximum of approximately 5 µA. Therefore, *bypass capacitors should not be used at the analog inputs or the $V_{REF}/2$ pin* for high resistance sources (> 1 kΩ). If input bypass capacitors are necessary for noise filtering and high source resistance is desirable to minimize capacitor size, the detrimental effects of the voltage drop across this input resistance, which is due to the average value of the input current, can be eliminated with a full-scale adjustment while the given source resistor and input bypass capacitor are both in place. This is possible because the average value of the input current is a precise linear function of the differential input voltage.

2.3.3 Input Source Resistance

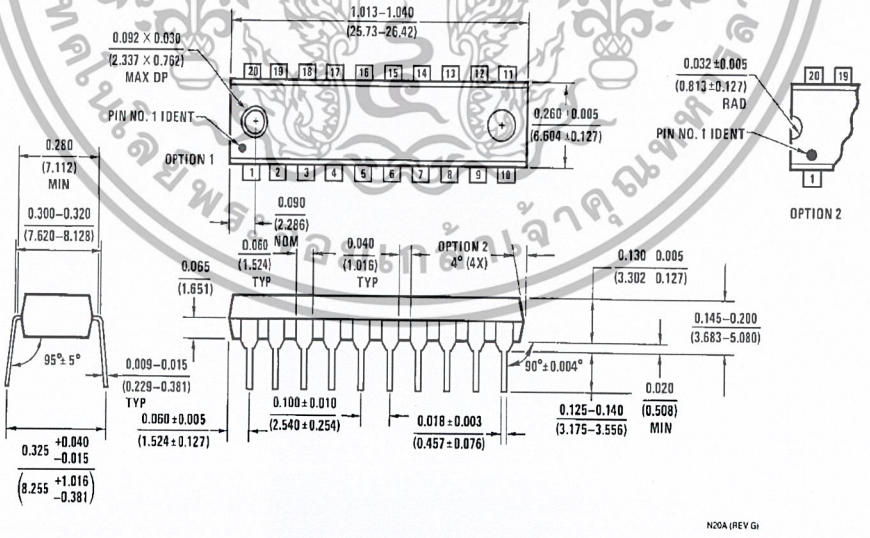
Large values of source resistance where an input bypass capacitor is not used, *will not cause errors* as the input currents settle out prior to the comparison time. If a low pass filter is required in the system, use a low valued series resistor (≤ 1 kΩ) for a passive RC section or add an op amp RC active low pass filter. For low source resistance applications, (≤ 1 kΩ), a 0.1 µF bypass capacitor at the inputs will prevent noise pickup due to series lead inductance of a long

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



SO Package (M)
Order Number ADC0802LCWM or ADC0804LCWM
NS Package Number M20B



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number ADC0801LCN, ADC0802LCN,
ADC0803LCN, ADC0804LCN or ADC0805LCN
NS Package Number N20A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINEAR TECHNOLOGY

LTC1286/LTC1298

Micropower Sampling 12-Bit A/D Converters In SO-8 Packages

FEATURES

- **12-Bit Resolution**
- **8-Pin SOIC Plastic Package**
- **Low Cost**
- **Low Supply Current: 250µA Typ.**
- Auto Shutdown to 1nA Typ.
- Guaranteed ±3/4LSB Max DNL
- Single Supply 5V to 9V Operation
- On-Chip Sample-and-Hold
- 60µs Conversion Time
- Sampling Rates:
  - 12.5 ksps (LTC1286)
  - 11.1 ksps (LTC1298)
- I/O Compatible with SPI, Microwire, etc.
- Differential Inputs (LTC1286)
- 2-Channel MUX (LTC1298)
- 3V Versions Available: LTC1285/LTC1288

APPLICATIONS

- Battery-Operated Systems
- Remote Data Acquisition
- Battery Monitoring
- Handheld Terminal Interface
- Temperature Measurement
- Isolated Data Acquisition

DESCRIPTION

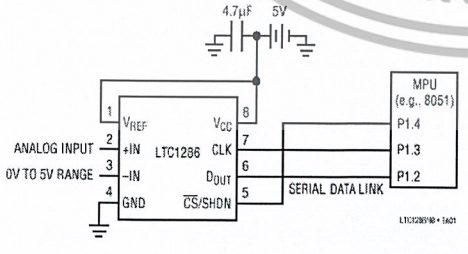
The LTC1286/LTC1298 are micropower, 12-bit, successive approximation sampling A/D converters. They typically draw only 250µA of supply current when converting and automatically power down to a typical supply current of 1nA whenever they are not performing conversions. They are packaged in 8-pin SO packages and operate on 5V to 9V supplies. These 12-bit, switched-capacitor, successive approximation ADCs include sample-and-holds. The LTC1286 has a single differential analog input. The LTC1298 offers a software selectable 2-channel MUX.

On-chip serial ports allow efficient data transfer to a wide range of microprocessors and microcontrollers over three wires. This, coupled with micropower consumption, makes remote location possible and facilitates transmitting data through isolation barriers.

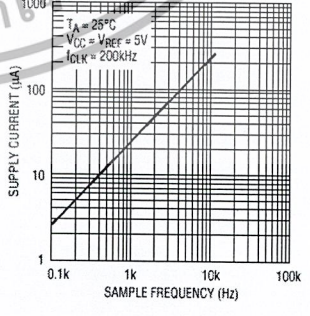
These circuits can be used in ratiometric applications or with an external reference. The high impedance analog inputs and the ability to operate with reduced spans (to 1.5V full scale) allow direct connection to sensors and transducers in many applications, eliminating the need for gain stages.

TYPICAL APPLICATIONS

25µW, SO-8 Package, 12-Bit ADC
Samples at 200Hz and Runs Off a 5V Supply



Supply Current vs Sample Rate



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

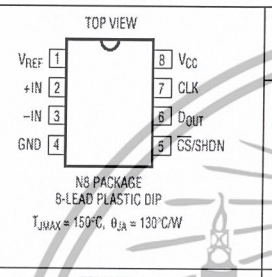
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Notes 1 and 2)

Supply Voltage (V_{CC}) to GND 12V
Voltage
- Analog and Reference ..... −0.3V to V_{CC} + 0.3V
- Digital Inputs ..... −0.3V to 12V
- Digital Output ..... −0.3V to V_{CC} + 0.3V

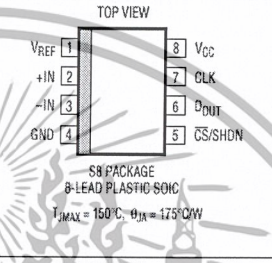
Power Dissipation 500mW
Operating Temperature Range
- LTC1286C/LTC1298C ..... 0°C to 70°C
- LTC1286I/LTC1298I ..... −40°C to 85°C

Storage Temperature Range ..... −65°C to 150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.) ..... 300°C

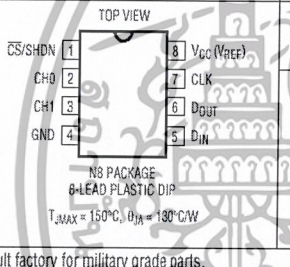
PACKAGE/ORDER INFORMATION



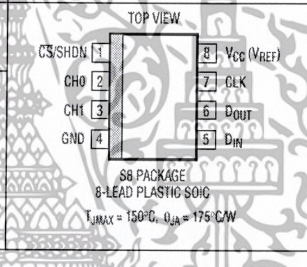
ORDER PART NUMBER
LTC1286CN8 LTC1286IN8



ORDER PART NUMBER	PART MARKING
LTC1286CS8 LTC1286IS8	1286 1286I



ORDER PART NUMBER
LTC1298CN8 LTC1298IN8



ORDER PART NUMBER	PART MARKING
LTC1298CS8 LTC1298IS8	1298 1298I

Consult factory for military grade parts.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{CC}	Supply Voltage (Note 3)	LTC1286 LTC1298	4.5 4.5		9.0 5.5	V V
f_{CLK}	Clock Frequency	V_{CC} = 5V	(Note 4)		200	kHz
t_{CYC}	Total Cycle Time	LTC1286, f_{CLK} = 200kHz LTC1298, f_{CLK} = 200kHz	80 90			µs µs
t_{hDI}	Hold Time, D_{IN} After CLK↑	V_{CC} = 5V	150			ns
t_{suCS}	Setup Time $\overline{CS}$↓ Before First CLK↑ (See Operating Sequence)	LTC1286, V_{CC} = 5V LTC1298, V_{CC} = 5V	2 2			µs µs
t_{suDI}	Setup Time, D_{IN} Stable Before CLK↑	V_{CC} = 5V	400			ns
t_{WHCLK}	CLK High Time	V_{CC} = 5V	2			µs
t_{WLCLK}	CLK Low Time	V_{CC} = 5V	2			µs
$t_{WH\overline{CS}}$	$\overline{CS}$ High Time Between Data Transfer Cycles	V_{CC} = 5V	2			µs
$t_{WL\overline{CS}}$	$\overline{CS}$ Low Time During Data Transfer	LTC1286, f_{CLK} = 200kHz LTC1298, f_{CLK} = 200kHz	75 85			µs µs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONVERTER AND MULTIPLEXER CHARACTERISTICS (Note 5)

PARAMETER	CONDITIONS		LTC1286 MIN	LTC1286 TYP	LTC1286 MAX	LTC1298 MIN	LTC1298 TYP	LTC1298 MAX	UNITS
Resolution (No Missing Codes)		●	12			12			Bits
Integral Linearity Error	(Note 6)	●		±3/4	±2		±3/4	±2	LSB
Differential Linearity Error		●		±1/4	±3/4		±1/4	±3/4	LSB
Offset Error		●		3/4	±3		3/4	±3	LSB
Gain Error		●		±2	±8		±2	±8	LSB
Analog Input Range	(Note 7 and 8)	●		−0.05V to V_{CC} + 0.05V					V
REF Input Range (LTC1286) (Notes 7, 8, and 9)	$4.5 \le V_{CC} \le 5.5V$ $5.5V < V_{CC} \le 9V$			1.5V to V_{CC} + 0.05V 1.5V to 5.55V					V V
Analog Input Leakage Current (Note 10)		●		±1			±1		µA

DIGITAL AND DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IH}	High Level Input Voltage	V_{CC} = 5.25V	●	2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	V_{CC} = 4.75V	●			0.8	V
I_{IH}	High Level Input Current	$V_{IN} = V_{CC}$	●			2.5	µA
I_{IL}	Low Level Input Current	V_{IN} = 0V	●			−2.5	µA
V_{OH}	High Level Output Voltage	V_{CC} = 4.75V, I_O = 10µA V_{CC} = 4.75V, I_O = 360µA	● ●	4.0 2.4	4.64 4.62		V V
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{CC} = 4.75V, I_O = 1.6mA	●			0.4	V
I_{OZ}	Hi-Z Output Leakage	$\overline{CS}$ = High	●			±3	µA
I_{SOURCE}	Output Source Current	V_{OUT} = 0V			−25		mA
I_{SINK}	Output Sink Current	$V_{OUT} = V_{CC}$			45		mA
R_{REF}	Reference Input Resistance (LTC1286)	$\overline{CS} = V_{CC}$ $\overline{CS}$ = GND			5000 55		MΩ kΩ
I_{REF}	Reference Current (LTC1286)	$\overline{CS} = V_{CC}$ $t_{CYC} \ge 640\mu s$, $f_{CLK} \le 25kHz$ $t_{CYC} = 80\mu s$, $f_{CLK} = 200kHz$	● ● ●		0.001 90 90	2.5 140 140	µA µA µA
I_{CC}	Supply Current	$\overline{CS} = V_{CC}$	●		0.001	±3.0	µA
		LTC1286, $t_{CYC} \ge 640\mu s$, $f_{CLK} \le 25kHz$ LTC1286, $t_{CYC} = 80\mu s$, $f_{CLK} = 200kHz$	● ●		220 260	460 500	µA µA
		LTC1298, $t_{CYC} \ge 720\mu s$, $f_{CLK} \le 25kHz$ LTC1298, $t_{CYC} = 90\mu s$, $f_{CLK} = 200kHz$	● ●		320 360	600 640	µA µA

DYNAMIC ACCURACY f_{SMPL} = 12.5kHz (LTC1286), f_{SMPL} = 11.1kHz (LTC1298) (Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
S/(N +D)	Signal-to-Noise Plus Distortion Ratio	1kHz/7kHz Input Signal		71/68		dB
THD	Total Harmonic Distortion (Up to 5th Harmonic)	1kHz/7kHz Input Signal		−84/−80		dB
SFDR	Spurious-Free Dynamic Range	1kHz/7kHz Input Signal		90/86		dB
	Peak Harmonic or Spurious Noise	1kHz/7kHz Input Signal		−90/−86		dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC CHARACTERISTICS (Note 5)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
t_{SMPL}	Analog Input Sample Time	See Operating Sequence			1.5		CLK Cycles
$f_{SMPL(MAX)}$	Maximum Sampling Frequency	LTC1286 LTC1298	● ●	12.5 11.1			kHz kHz
t_{CONV}	Conversion Time	See Operating Sequence			12		CLK Cycles
t_{dDO}	Delay Time, CLK↓ to D_{OUT} Data Valid	See Test Circuits	●		250	600	ns
t_{dis}	Delay Time, $\overline{CS}$↑ to D_{OUT} Hi-Z	See Test Circuits	●		135	300	ns
t_{en}	Delay Time, CLK↓ to D_{OUT} Enable	See Test Circuits	●		75	200	ns
t_{hDO}	Time Output Data Remains Valid After CLK↓	C_{LOAD} = 100pF			230		ns
t_f	D_{OUT} Fall Time	See Test Circuits	●		20	75	ns
t_r	D_{OUT} Rise Time	See Test Circuits	●		20	75	ns
C_{IN}	Input Capacitance	Analog Inputs, On Channel Analog Inputs, Off Channel Digital Input			20 5 5		pF pF pF

The ● denotes specifications which apply over the full operating temperature range.

Note 1: Absolute maximum ratings are those values beyond which the life of a device may be impaired.

Note 2: All voltage values are with respect to GND.

Note 3: These devices are specified at 5V. For 3V specified devices, see LTC1285 and LTC1288.

Note 4: Increased leakage currents at elevated temperatures cause the S/H to droop, therefore it is recommended that $f_{CLK} \geq 120kHz$ at 85°C, $f_{CLK} \geq 75kHz$ at 70° and $f_{CLK} \geq 1kHz$ at 25°C.

Note 5: V_{CC} = 5V, V_{REF} = 5V and CLK = 200kHz unless otherwise specified.

Note 6: Linearity error is specified between the actual end points of the A/D transfer curve.

Note 7: Two on-chip diodes are tied to each reference and analog input which will conduct for reference or analog input voltages one diode drop below GND or one diode drop above V_{CC}. This spec allows 50mV forward bias of either diode for $4.5V \leq V_{CC} \leq 5.5V$. This means that as long as the reference or analog input does not exceed the supply voltage by more than 50mV the output code will be correct. To achieve an absolute 0V to 5V input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.950V over initial tolerance, temperature variations and loading. For $5.5V < V_{CC} \leq 9V$, reference and analog input range cannot exceed 5.55V. If reference and analog input range are greater than 5.55V, the output code will not be guaranteed to be correct.

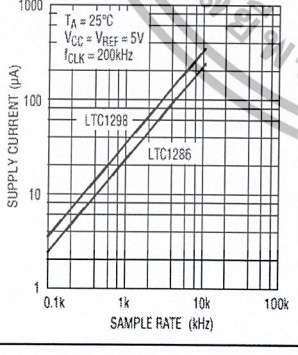
Note 8: The supply voltage range for the LTC1286 is from 4.5V to 9V, but the supply voltage range for the LTC1298 is only from 4.5V to 5.5V.

Note 9: Recommended operating conditions.

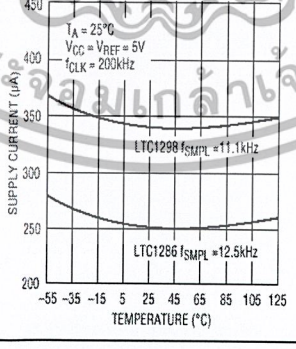
Note 10: Channel leakage current is measured after the channel selection.

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

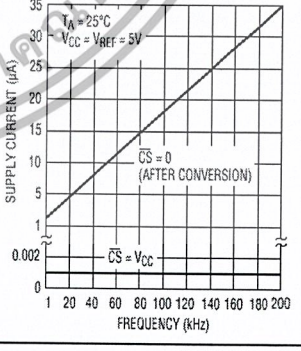
Supply Current vs Sample Rate



Supply Current vs Temperature



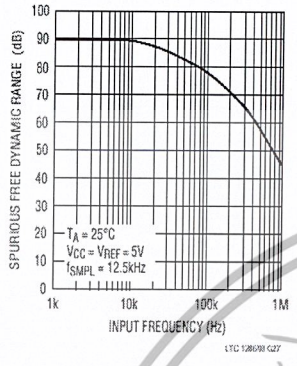
Shutdown Supply Current vs Clock Rate with $\overline{CS}$ High and $\overline{CS}$ Low



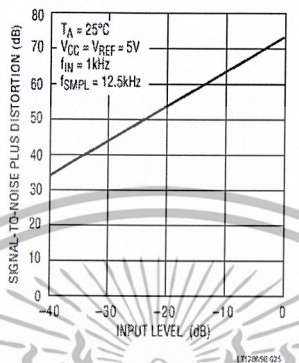
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

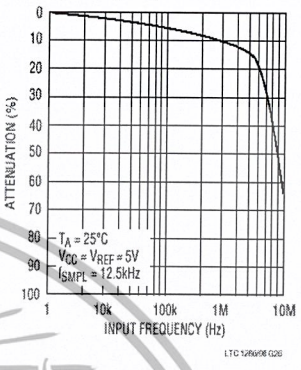
Spurious Free Dynamic Range vs Frequency



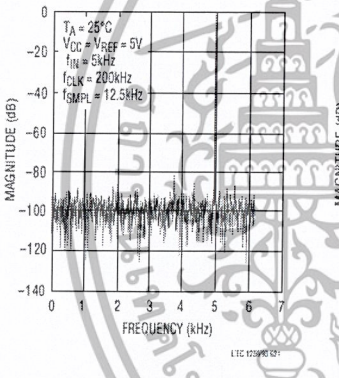
S/(N+D) vs Input Level



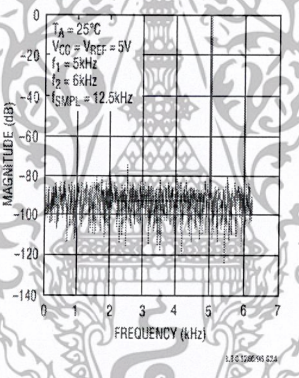
Attenuation vs Input Frequency



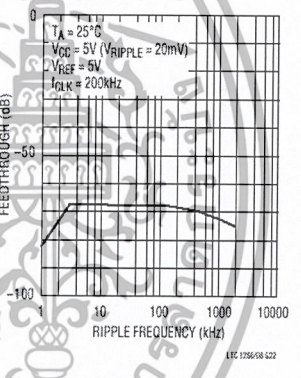
4096 Point FFT Plot



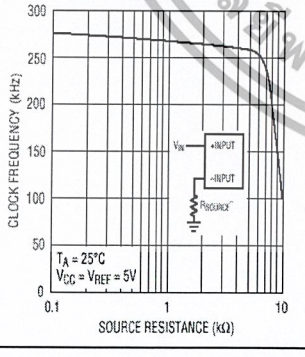
Intermodulation Distortion



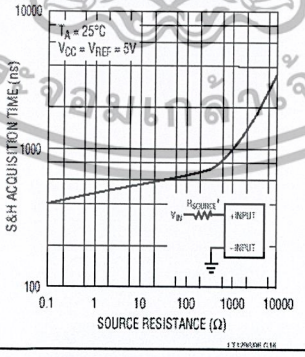
Power Supply Feedthrough vs Ripple Frequency



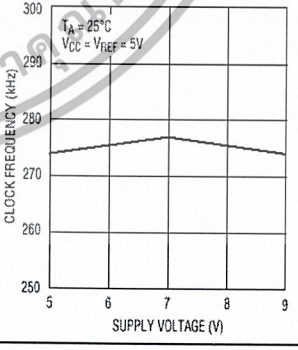
Maximum Clock Frequency vs Source Resistance



Sample and Hold Aquisition Time vs Source Resistance



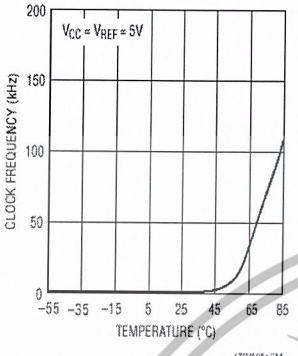
Maximum Clock Frequency vs Supply Voltage



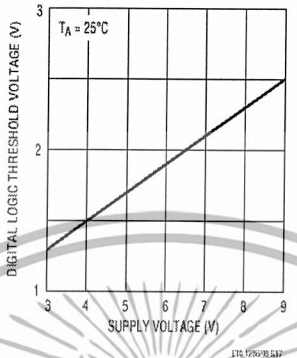
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

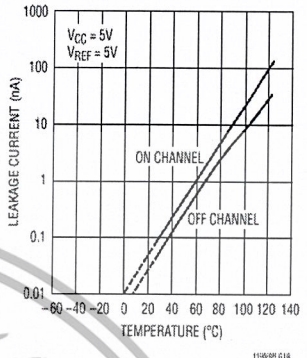
Minimum Clock Frequency for 0.1 LSB Error vs Temperature



Digital Input Logic Threshold vs Supply Voltage



Input Channel Leakage Current vs Temperature



PIN FUNCTIONS

LTC1286

V_{REF} (Pin 1): Reference Input. The reference input defines the span of the A/D converter.

IN^+ (Pin 2): Positive Analog Input.

IN^- (Pin 3): Negative Analog Input.

GND (Pin 4): Analog Ground. GND should be tied directly to an analog ground plane.

$\overline{CS}$/SHDN (Pin 5): Chip Select Input. A logic low on this input enables the LTC1286. A logic high on this input disables and powers down the LTC1286.

D_{OUT} (Pin 6): Digital Data Output. The A/D conversion result is shifted out of this output.

CLK (Pin 7): Shift Clock. This clock synchronizes the serial data transfer and determines conversion speed.

V_{CC} (Pin 8): Power Supply Voltage. This pin provides power to the A/D converter. It must be kept free of noise and ripple by bypassing directly to the analog ground plane.

LTC1298

$\overline{CS}$/SHDN (Pin 1): Chip Select Input. A logic low on this input enables the LTC1298. A logic high on this input disables and powers down the LTC1298.

CH0 (Pin 2): Analog Input.

CH1 (Pin 3): Analog Input.

GND (Pin 4): Analog Ground. GND should be tied directly to an analog ground plane.

D_{IN} (Pin 5): Digital Data Input. The multiplexer address is shifted into this input.

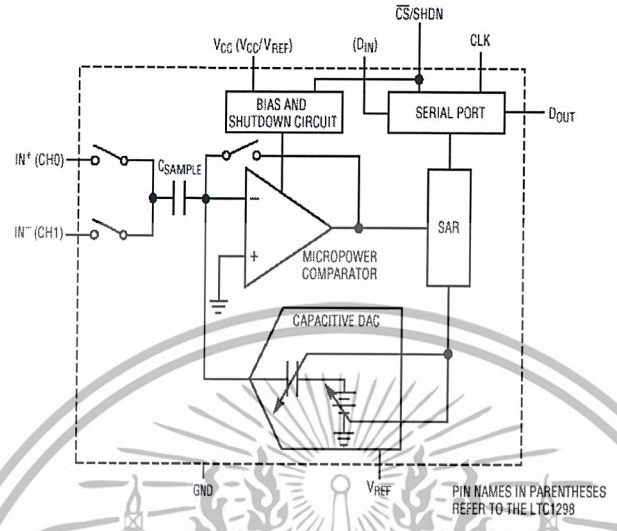
D_{OUT} (Pin 6): Digital Data Output. The A/D conversion result is shifted out of this output.

CLK (Pin 7): Shift Clock. This clock synchronizes the serial data transfer and determines conversion speed.

V_{CC}/V_{REF} (Pin 8): Power Supply and Reference Voltage. This pin provides power and defines the span of the A/D converter. It must be kept free of noise and ripple by bypassing directly to the analog ground plane.

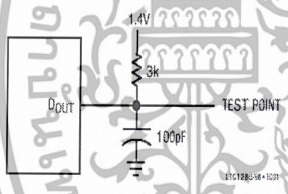
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOCK DIAGRAM

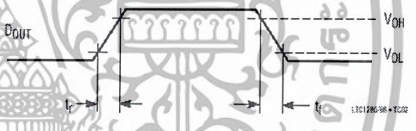


TEST CIRCUITS

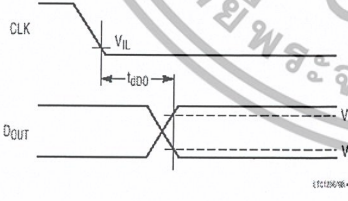
Load Circuit for t_{dDO}, t_r and t_f



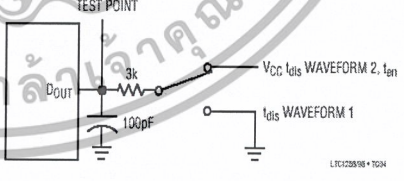
Voltage Waveforms for D_{OUT} Rise and Fall Times, t_r, t_f



Voltage Waveforms for D_{OUT} Delay Times, t_{dDO}



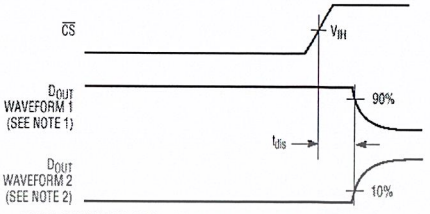
Load Circuit for t_{dis} and t_{en}



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

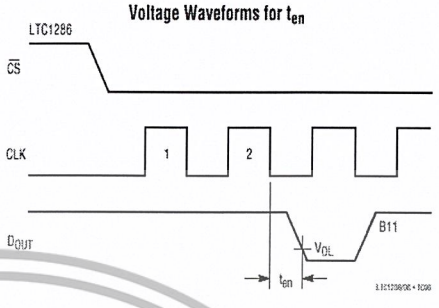
Voltage Waveforms for t_{dis}



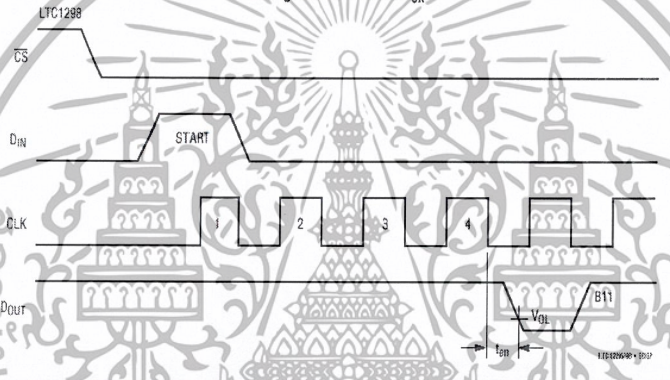
NOTE 1: WAVEFORM 1 IS FOR AN OUTPUT WITH INTERNAL CONDITIONS SUCH THAT THE OUTPUT IS HIGH UNLESS DISABLED BY THE OUTPUT CONTROL.

NOTE 2: WAVEFORM 2 IS FOR AN OUTPUT WITH INTERNAL CONDITIONS SUCH THAT THE OUTPUT IS LOW UNLESS DISABLED BY THE OUTPUT CONTROL.

Voltage Waveforms for t_{en}



Voltage Waveforms for t_{en}



APPLICATION INFORMATION

OVERVIEW

The LTC1286 and LTC1298 are micropower, 12-bit, successive approximation sampling A/D converters. The LTC1286 typically draws 250µA of supply current when sampling at 12.5kHz while the LTC1298 nominally consumes 350µA of supply current when sampling at 11.1 kHz. The extra 100µA of supply current on the LTC1298 comes from the reference input which is intentionally tied to the supply. Supply current drops linearly as the sample rate is reduced (see Supply Current vs Sample Rate). The ADCs automatically power down when not performing conversions, drawing only leakage current. They are packaged in 8-pin SO and DIP packages. The LTC1286 operates on a single supply from 4.5V to 9V, while the LTC1298 operates from a 4.5V to 5.5V supply.

Both the LTC1286 and the LTC1298 contain a 12-bit, switched-capacitor ADC, a sample-and-hold, and a serial port (see Block Diagram). Although they share the same basic design, the LTC1286 and LTC1298 differ in some respects. The LTC1286 has a differential input and has an external reference input pin. It can measure signals floating on a DC common-mode voltage and can operate with reduced spans to 1V. Reducing the spans allows it to achieve 244µV resolution. The LTC1298 has a two-channel input multiplexer and can convert either channel with respect to ground or the difference between the two. The reference input is tied to the supply pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATIONS

MICROPROCESSOR INTERFACES

The LTC1286/LTC1298 can interface directly without external hardware to most popular microprocessor (MPU) synchronous serial formats (see Table 1). If an MPU without a dedicated serial port is used, then 3 or 4 of the MPU's parallel port lines can be programmed to form the serial link to the LTC1286/LTC1298. Included here is one serial interface example and one example showing a parallel port programmed to form the serial interface.

Motorola SPI (MC68HC11)

The MC68HC11 has been chosen as an example of an MPU with a dedicated serial port. This MPU transfers data MSB-first and in 8-bit increments. The D_{IN} word sent to the data register starts with the SPI process. With three 8-bit transfers, the A/D result is read into the MPU. The second 8-bit transfer clocks B11 through B8 of the A/D conversion result into the processor. The third 8-bit transfer clocks the remaining bits, B7 through B0, into the MPU. The data is right justified into two memory locations. ANDing the second byte with $0F_{HEX}$ clears the four most significant bits. This operation was not included in the code. It can be inserted in the data gathering loop or outside the loop when the data is processed.

MC68HC11 Code

In this example the D_{IN} word configures the input MUX for a single-ended input to be applied to CH0. The conversion result is output MSB-first.

Table 1. Microprocessor with Hardware Serial Interfaces Compatible with the LTC1286/LTC1298

PART NUMBER	TYPE OF INTERFACE
Motorola	
MC6805S2,S3	SPI
MC68HC11	SPI
MC68HC05	SPI
RCA	
CDP68HC05	SPI
Hitachi	
HD6305	SCI Synchronous
HD63705	SCI Synchronous
HD6301	SCI Synchronous
HD63701	SCI Synchronous
HD6303	SCI Synchronous
HD64180	CSI/O
National Semiconductor	
COP400 Family	MICROWIRE†
COP800 Family	MICROWIRE/PLUS†
NS8050U	MICROWIRE/PLUS†
HPC16000 Family	MICROWIRE/PLUS†
Texas Instruments	
TMS7002	Serial Port
TMS7042	Serial Port
TMS70C02	Serial Port
TMS70C42	Serial Port
TMS32011*	Serial Port
TMS32020	Serial Port
Intel	
8051	Bit Manipulation on Parallel Port

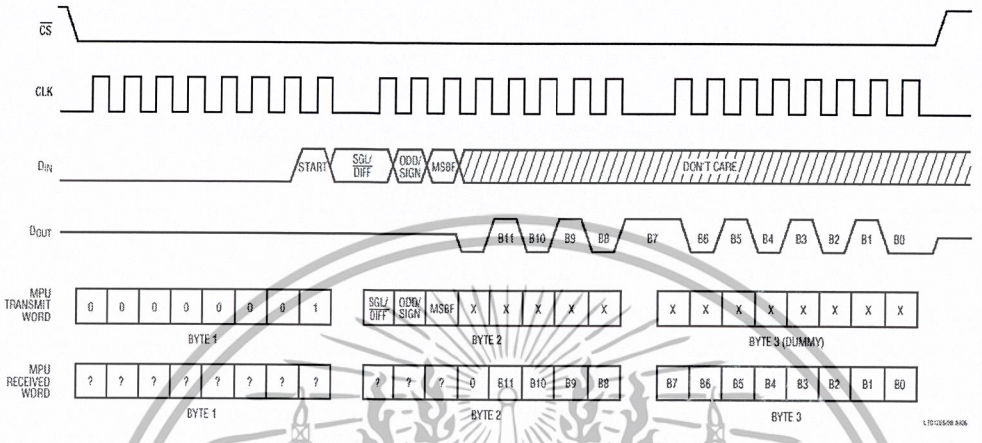
* Requires external hardware

† MICROWIRE and MICROWIRE/PLUS are trademarks of National Semiconductor Corp.

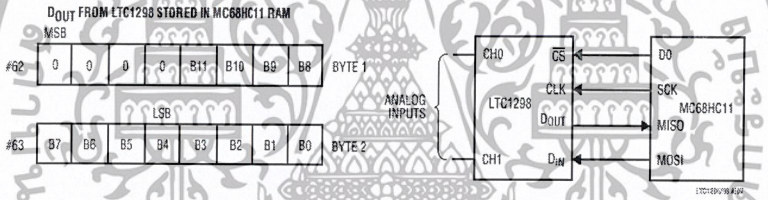
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATIONS

Timing Diagram for Interface to the MC68HC11



Hardware and Software Interface to the MC68HC11



LABEL	MNEMONIC	OPERAND	COMMENTS	LABEL	MNEMONIC	OPERAND	COMMENTS
	LDAA	#$50	CONFIGURATION DATA FOR SPCR	WAIT1	BPL	WAIT1	CHECK IF TRANSFER IS DONE
	STAA	$1028	LOAD DATA INTO SPCR ($1028)		LDAA	$51	LOAD DIN INTO ACC A FROM $51
	LDAA	#$1B	CONFIG. DATA FOR PORT D DDR		STAA	$102A	LOAD DIN INTO SPI, START SCK
	STAA	$1009	LOAD DATA INTO PORT D DDR	WAIT2	LDAA	$1029	CHECK SPI STATUS REG
	LDAA	#$01	LOAD DIN WORD INTO ACC A		BPL	WAIT2	CHECK IF TRANSFER IS DONE
	STAA	$50	LOAD DIN DATA INTO $50		LDAA	$102A	LOAD LTC1291 MSBs INTO ACC A
	LDAA	#$A0	LOAD DIN WORD INTO ACC A		STAA	$62	STORE MSBs IN $62
	STAA	$51	LOAD DIN DATA INTO $51		LDAA	$52	LOAD DUMMY INTO ACC A FROM $52
	LDAA	#$00	LOAD DUMMY DIN WORD INTO ACC A		STAA	$102A	LOAD DUMMY DIN INTO SPI, START SCK
	STAA	$52	LOAD DUMMY DIN DATA INTO $52				
	LDX	#$1000	LOAD INDEX REGISTER X WITH $1000	WAIT3	LDAA	$1029	CHECK SPI STATUS REG
					BPL	WAIT3	CHECK IF TRANSFER IS DONE
LOOP	BCLR	$08,X,#$01	DO GOES LOW (CS GOES LOW)		BSET	$08,X#$01	DO GOES HIGH (CS GOES HIGH)
	LDAA	$50	LOAD DIN INTO ACC A FROM $50		LDAA	$102A	LOAD LTC1291 LSBs IN ACC
	STAA	$102A	LOAD DIN INTO SPI, START SCK		STAA	$63	STORE LSBs IN $63
	LDAA	$1029	CHECK SPI STATUS REG		JMP	LOOP	START NEXT CONVERSION

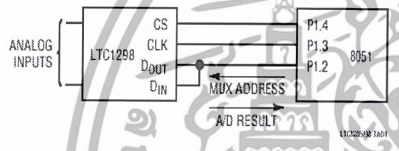
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATIONS

Interfacing to the Parallel Port of the INTEL 8051 Family

The Intel 8051 has been chosen to demonstrate the interface between the LTC1298 and parallel port microprocessors. Normally the $\overline{CS}$, CLK and D_{IN} signals would be generated on 3 port lines and the D_{OUT} signal read on a 4th port line. This works very well. However, we will demonstrate here an interface with the D_{IN} and D_{OUT} of the LTC1298 tied together as described in the SERIAL INTERFACE section. This saves one wire.

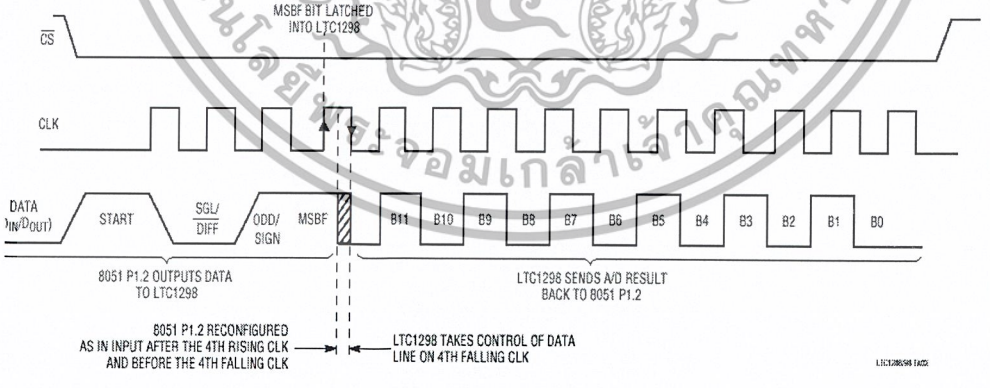
The 8051 first sends the start bit and MUX address to the LTC1298 over the data line connected to P1.2. Then P1.2 is reconfigured as an input (by writing to it a one) and the 8051 reads back the 12-bit A/D result over the same data line.



LABEL	MNEMONIC	OPERAND	COMMENTS
	MOV	A, #FFH	D_{IN} word for LTC1298
	SETB	P1.4	Make sure $\overline{CS}$ is high
	CLR	P1.4	$\overline{CS}$ goes low
	MOV	R4, #04	Load counter
LOOP 1	RLC	A	Rotate D_{IN} bit into Carry
	CLR	P1.3	SCLK goes low
	MOV	P1.2, C	Output D_{IN} bit to LTC1298
	SETB	P1.3	SCLK goes high
	DJNZ	R4, LOOP 1	Next bit
	MOV	P1, #04	Bit 2 becomes an input
	CLR	P1.3	SCLK goes low
	MOV	R4, #09	Load counter
LOOP 2	MOV	C, P1.2	Read data bit into Carry
	RLC	A	Rotate data bit into Acc.
	SETB	P1.3	SCLK goes high
	CLR	P1.3	SCLK goes low
	DJNZ	R4, LOOP 2	Next bit
	MOV	R2, A	Store MSBs in R2
	CLR	A	Clear Acc.
	MOV	R4, #04	Load counter
LOOP 3	MOV	C, P1.2	Read data bit into Carry
	RLC	A	Rotate data bit into Acc.
	SETB	P1.3	SCLK goes high
	CLR	P1.3	SCLK goes low
	DJNZ	R4, LOOP 3	Next bit
	MOV	R4, #04	Load counter
LOOP 4	RRC	A	Rotate right into Acc.
	DJNZ	R4, LOOP 4	Next Rotate
	MOV	R3, A	Store LSBs in R3
	SETB	P1.4	$\overline{CS}$ goes high

D_{OUT} FROM 1298 STORED IN 8501 RAM

	MSB							
R2	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4
	LSB							
R3	B3	B2	B1	B0	0	0	0	0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATIONS

A "Quick Look" Circuit for the LTC1286

Users can get a quick look at the function and timing of the LT1286 by using the following simple circuit (Figure 13). V_{REF} is tied to V_{CC}. V_{IN} is applied to the +IN input and the –IN input is tied to the ground. $\overline{CS}$ is driven at 1/16 the clock rate by the 74C161 and D_{OUT} outputs the data. The output data from the D_{OUT} pin can be viewed on an oscilloscope that is set up to trigger on the falling edge of $\overline{CS}$ (Figure 14). Note the LSB data is partially clocked out before $\overline{CS}$ goes high.

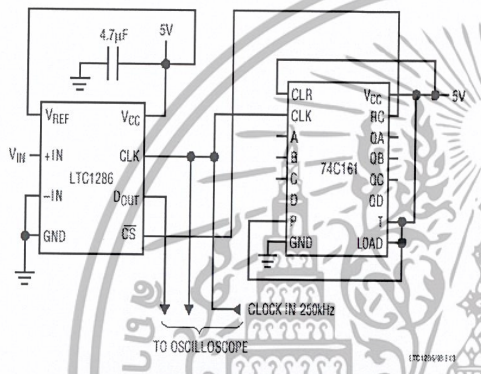


Figure 13. "Quick Look" Circuit for the LTC1286

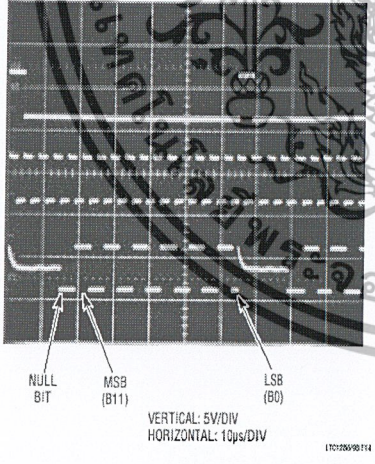


Figure 14. Scope Trace the LTC1286 "Quick Look" Circuit Showing A/D Output 101010101010 (AAA_{HEX})

Micropower Battery Voltage Monitor

A common problem in battery systems is battery voltage monitoring. This circuit monitors the 10 cell stack of NiCad or NiMH batteries found in laptop computers. It draws only 67µA from the 5V supply at f_{SMPL} = 0.1kHz and 25µA to 55µA from the battery. The 12-bits of resolution of the LTC1286 are positioned over the desired range of 8V to 16V. This is easily accomplished by using the ADC's differential inputs. Tying the –input to the reference gives an ADC input span of V_{REF} to $2V_{REF}$ (2.5V to 5V). The resistor divider then scales the input voltage for 8V to 16V.

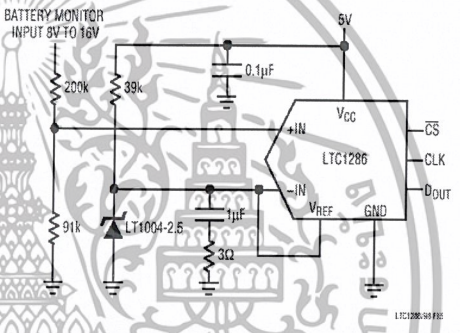
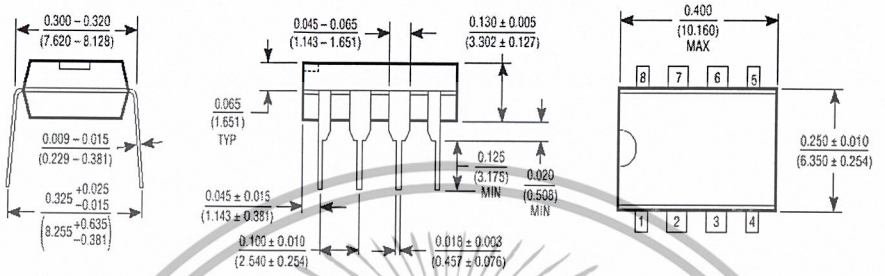


Figure 15. Micropower Battery Voltage Monitor

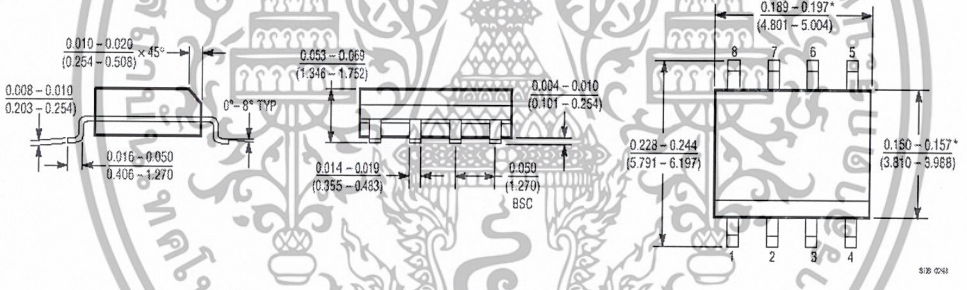
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DESCRIPTION Dimensions in inches (millimeters) unless otherwise noted.

N8 Package
8-Lead Plastic DIP



S8 Package
8-Lead Plastic SOIC



*THESE DIMENSIONS DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS.
MOLD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.006 INCH (0.15mm).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายดิเรก สิทธิ
วัน เดือน ปีเกิด	24 พฤษภาคม พ.ศ.2523
ภูมิลำเนา	43/3 หมู่ 3 บ้านหาดผาขน ตำบลเมืองจัง กิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000 โทรศัพท์ 0-1440-6605
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหาดผาขน จังหวัดน่าน
มัธยมศึกษาต้อนต้น	โรงเรียนนันทบุรีวิทยาคม จังหวัดน่าน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล	รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 ระดับภูมิภาคในการแข่งขันหุ่นยนต์อาชีวะบริการ
คติพจน์	คิดได้ให้รีบทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวรวุฒิ จันทะนา
วัน เดือน ปีเกิด	28 กรกฎาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	56 หมู่ 2 ตำบลหนองไผ่ อำเภอหนองไผ่
	จังหวัดเพชรบูรณ์ 67140 โทรศัพท์ 0-6030-6045
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียน กม.35 จังหวัดเพชรบูรณ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมัธยมหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์
ปริญญาตรี	สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล	รางวัลชมเชยการประกวดเขียนโปรแกรม
	ไมโครโปรเซสเซอร์ (Z-80)
คติพจน์	ทำในสิ่งที่ต้อง แล้วจงทำในสิ่งที่ต้องทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายวรวุฒิ ศรีสวัสดิ์

วัน เดือน ปีเกิด 26 กันยายน พ.ศ. 2522

ภูมิลำเนา 280 หมู่ 5 ตำบลป่าแฝก อำเภอพรเจริญ
จังหวัดหนองคาย 43180 โทรศัพท์ 0-9415-8606

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านใหม่ศรีชมภู จังหวัดหนองคาย

มัธยมศึกษาต้อนต้น ศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียน จังหวัดหนองคาย

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ผลงานที่ได้รับรางวัล รางวัลชมเชยอันดับ 2 การแข่งขันประกวดโครงงาน
วิทยาศาสตร์ งานศิลปะหัตถกรรมภาคตะวันออก
เฉียงเหนือ ครั้งที่ 50

คติพจน์ ไม่ได้ ไม่ได้ ต้องได้ ให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นางสาวอังคลักษณ์ ระดมสุข

วัน เดือน ปีเกิด 19 สิงหาคม พ.ศ. 2523

ภูมิลำเนา 14 หมู่ 6 ตำบลนอกเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000 โทรศัพท์ 0-4453-0336

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านไถงตรง จังหวัดสุรินทร์

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรามวิทยารัชมังคลาภิเษก จังหวัดสุรินทร์

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ทำวันนี้ให้ดีเพื่อเป็นเศรษฐีในวันหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้