สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องแยกเหรียญ

COIN CLASSIFIER

โดย

นายกวิศ เกษตรภิบาล

นางสาวศิริมา เยาวยัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46237
วัน, เดือน, ปี 21 มี.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแยกเหรียญ

COIN CLASSIFIER

โดย

นายกวิศ เกษตรภิบาล เลขประจำตัว 42515719

นางสาวศิริมา เยาวยัง เลขประจำตัว 42515742

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2544

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องแยกเหรียญ

ผู้จัดทำ

1.นายกวิศ เกษตรภิบาล เลขประจำตัว 42515719

2.นางสาวศิริมา เยาวยัง เลขประจำตัว 42515742

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแยกเหรียญ

COIN CLASSIFIER

นายกวิศ เกษตรภิบาล เลขประจำตัว 42515719

นางสาวศิริมา เยาวยัง เลขประจำตัว 42515742

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแยกเหรียญ

นายกวิศ เกษตรภิบาล
นางสาวศิริมา เยาวยัง
อ.พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการสร้างเครื่องแยกเหรียญ เพื่อที่จะอำนวยความสะดวกในการแยกและนับเงินเหรียญ เครื่องสามารถใช้นับจำนวนเงินรวมทั้งหมดและคัดแยกเหรียญแต่ละชนิดคือ เหรียญ 1 ,5 และ 10 บาท ซึ่งการควบคุมการทำงานทั้งหมดจะเป็นแบบอัตโนมัติ ส่วนที่ทำหน้าที่นับเหรียญจะถูกควบคุมโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะพัฒนาเครื่องมือที่จะสามารถแยกกลุ่มของเหรียญและการนับจำนวนเหรียญโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COIN CLASSIFIER

Kawit Kasetpibarn

Sirima Yaowayung

Assoc.Prof.Polsart Lertprasert

Education Year 2001

Abstract

This project is called "coin classifier". " The coin classifier "can serve as convenient device. This device can be display amount of each type of coin separately (1,5,10 bath) , including the amount total . The device consists of an automatic controller to evaluate mixed coins. For this purpose ,the counting unit is controlled by microcontroller. The aim of this project is to develop a device which automatically classifies coins, and counts the total amount of money.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	IV
สารบัญตาราง	V
บทที่1 บทนำ	1
บทที่2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	2
2.1 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม	2
2.2 หน่วยความจำข้อมูล	3
2.3 MAX7219 ไอซีขับตัวเลข 7 ส่วน	4
บทที่3 หลักการทำงานและการออกแบบเครื่องแยกเหรียญ	10
3.1 หลักการทำงานของเครื่องแยกเหรียญโดยรวม	10
3.2 หลักการทำงานของแต่ละส่วน	10
3.2.1 จุดรับเหรียญ	10
3.2.1 ชุดกรองเหรียญให้เป็นจำนวนย่อย	10
3.2.2 ชุดเขย่ากระจายเหรียญเพื่อปล่อยครั้งละ 1 เหรียญ	13
3.2.3 ชุดรีดเหรียญ	14
3.2.4 ชุดแยกขนาดของเหรียญ	14
3.2.5 ชุดตรวจจับเหรียญ	14
3.2.6 วงจรโมโนสเตเบิล	18
3.2.7 ชุดประมวลผล	19
3.2.8 ชุดเลือกการแสดงผล	20
3.2.9 ชุดแสดงผล	20
บทที่4 การออกแบบโปรแกรม	22
บทที่5 สรุปผลการทดลอง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่2.1 การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมของ 8051 2
รูปที่2.2 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลของ 8051 3
รูปที่2.3 การจัดแบ่งหน่วยความจำข้อมูลภายใน 4
รูปที่2.4 แสดงการจัดขาของไอซี MAX7219 6
รูปที่3.1 แสดงบล็กไดอะแกรมการทำงานโดยรวมของเครื่องแยกเหรียญ 11
รูปที่3.2 แสดงชุดรับเหรียญและย่อยเหรียญ 12
รูปที่3.3 แสดงชุดเขย่ากระจายเหรียญเพื่อปล่อยครั้งละ 1 เหรียญ 13
รูปที่3.4 แสดงชุดรีดเหรียญ 14
รูปที่3.5 แสดงชุดแยกขนาดของเหรียญ 15
รูปที่3.6 แสดงวงจรตรวจจับเหรียญ 16
รูปที่3.7 แสดงวงจรขับโซลีนอยด์และวงจรขับ DC motor 17
รูปที่3.8 แสดงวงจรควบคุมการดีดของโซลีนอยด์ และวงจรควบคุม
ความเร็ว DC motor ที่ใช้ในส่วนย่อยเหรียญ 18
รูปที่3.9 แสดงวงจรโมโนสเตเบิล 19
รูปที่3.10 แสดงวงจรประมวลผล 20
รูปที่3.11 แสดงวงจรแสดงผล 21
รูปที่ 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการเขียนโปรแกรม MCS-51 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่2.1 แสดงข้อมูลรีจีสเตอร์ของ MAX7219 ไอซีขับ LED 7 ส่วน 9

ตารางที่3.1 แสดง Specification ของทรานซิสเตอร์ 2SC1815 และ BD139 16

ตารางที่5.1 แสดงผลการทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเวลารวมที่ใช้ใน การนับเหรียญโดยการใช้เหรียญทุกชนิด 24

ตารางที่5.2 แสดงผลการทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเวลารวมที่ใช้ใน การนับเหรียญเฉพาะเหรียญ 1 บาท 25

ตารางที่5.3 แสดงผลการทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเวลารวมที่ใช้ใน การนับเหรียญเฉพาะเหรียญ 5 บาท 26

ตารางที่5.4 แสดงผลการทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเวลารวมที่ใช้ใน การนับเฉพาะเหรียญ 10 บาท 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาทางเทคโนโลยีต่างๆได้ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันมากมาย เพื่ออำนวยความสะดวกสบาย รวดเร็ว ทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆได้อย่างเหมาะสม

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการแยกและนับเหรียญ โดยสร้างเป็นเครื่องแยกเหรียญที่สามารถคัดแยกชนิดของเหรียญเป็นเหรียญบาทเหรียญห้าบาทเหรียญสิบบาท และสามารถแสดงผลออกมาเป็นจำนวนเงินรวมหรือสามารถเลือกดูจำนวนเงินรวมของแต่ละชนิดได้ ซึ่งเราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผล และแสดงผลบน 7-Segment ซึ่งเราไม่ต้องเสียเวลาในการนับและคัดแยกเหรียญเป็นการประหยัดเวลาและแรงงานในการนับและคัดแยกเหรียญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

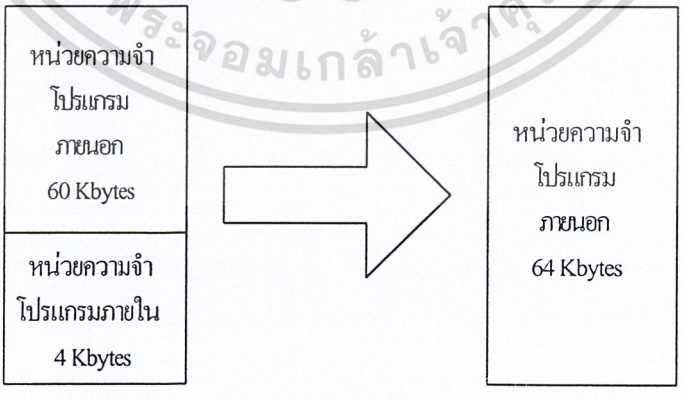
2.1 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory)

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมจะเป็นที่เก็บชุดคำสั่งต่างๆและข้อมูลที่โปรแกรมใช้งาน หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ (Internal Program Memory)
2. หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory)

ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมได้4 Kbytes ซึ่งหน่วยความจำจะเป็นลักษณะของ ROM ในการใช้งานเราสามารถเก็บโปรแกรมเข้าในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ทำให้ประหยัดในการใช้หน่วยความจำภายนอก

การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมที่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์หรือโปรแกรมที่เก็บอยู่ภายนอกก็ได้ โดยมีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 64Kbytes การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 สามารถเลือกใช้งานได้ 2 ลักษณะคือ เลือกใช้หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีอยู่ 4Kbytes รวมกับหน่วยความจำภายนอกอีก 60Kbytes หรือเลือกใช้หน่วยความจำภายนอกทั้งหมด 64Kbytes ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่2.1 การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำข้อมูลทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆในขณะที่โปรแกรมทำงาน และทำหน้าที่เป็นสแตกบางส่วน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จัดแบ่งหน่วยความจำข้อมูลเป็นสองส่วนคือ

1. หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal Data Memory)
2. หน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory)

รูปแบบการจัดพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลของ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 แสดงดังรูปที่ 2.2

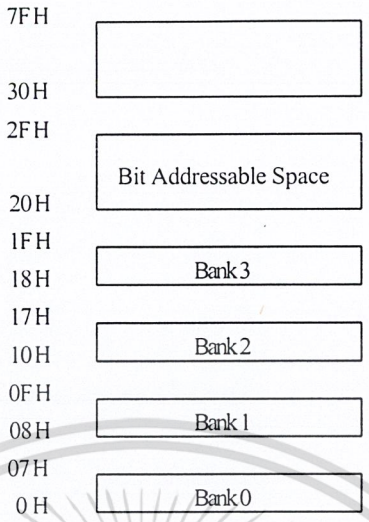
รูปที่2.2 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลของ 8051

2.2.1 หน่วยความจำข้อมูลภายใน

สำหรับเบอร์ 8051 มีหน่วยความจำข้อมูลภายใน 128 ไบต์ โดยความจำ 128 ไบต์แรกเป็นหน่วยความจำที่ใช้ทั่วไปอยู่ที่ตำแหน่ง 00H-FFH หน่วยความจำในตำแหน่งที่อยู่สูงขึ้นไป จะมีส่วนที่ซ้อนทับกันอยู่ระหว่างหน่วยความจำกับรีจีสเตอร์พิเศษ

พื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 00H-7FH ยังสามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อยได้อีกดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.3 การจัดแบ่งหน่วยความจำข้อมูลภายใน

1. พื้นที่ในตำแหน่ง 00H-1FH จำนวน 32 ไบต์แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มที่เรียกว่าแบงค์ (Bank) ในแต่ละแบงค์มี 8 ตำแหน่งดังรูปที่ 2.3 พื้นที่ในแต่ละแบงค์ถูกใช้เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป โดย R0 อยู่ในตำแหน่งแรกของแบงค์ และ R7 อยู่ในตำแหน่งสุดท้ายของแบงค์ ในการใช้งานจะมีรีจีสเตอร์ R0-R7
2. พื้นที่ในตำแหน่ง 20H-2FH เป็นส่วนที่สามารถใช้งานในลักษณะไบต์หรือบิตก็ได้ ซึ่งการใช้การอ้างตำแหน่งแบบบิตจะทำให้การทำงานได้รวดเร็วขึ้น
3. พื้นที่บริเวณตำแหน่ง 30-7FH เป็นพื้นที่ที่ใช้งานทั่วไป การติดต่อกับข้อมูลในตำแหน่งต่างๆในส่วนนี้ สามารถอ้างตำแหน่งข้อมูลได้ในลักษณะของไบต์เท่านั้น

2.3 MAX7219 ไอซีขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน

ไอซี MAX7219 ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานที่ต้องใช้สายสัญญาณจำนวนมากด้วยขาพอร์ตที่น้อยลงอย่างมาก โดย MAX7219 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนได้มากถึง 8 หลักด้วยการใช้ขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 3 ขา แล้วใช้การสื่อสารข้อมูลอนุกรมเพื่อรับข้อมูลสำหรับการแสดงผลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ต้องใช้เวลาและขาพอร์ตมากมายในการจัดการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญของ MAX7219

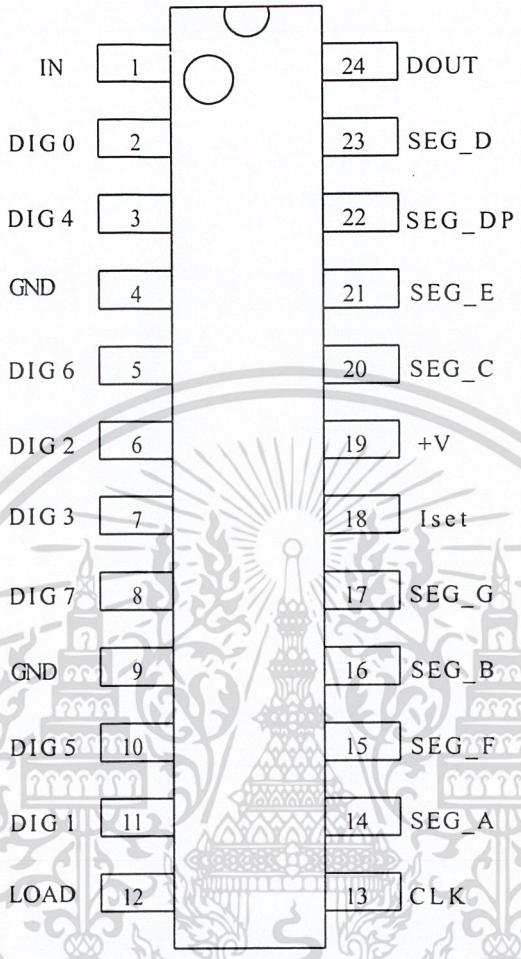
- สามารถขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน แบบแคโถดร่วมได้ตั้งแต่ 1-8 หลักต่อไอซี 1 ตัว
- สามารถต่อพ่วงกันเพื่อเพิ่มจำนวนหลักแสดงผลมากกว่า 8 หลักได้
- รับข้อมูลควบคุมการทำงานแบบอนุกรม ความถี่สูงสุดในการทำงาน 10 MHz
- สามารถกำหนดการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 3 สายได้
- เมื่ออยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน กินกระแสไฟฟ้าเพียง 150 uA โดยข้อมูลของการแสดงผลยังคงอยู่แต่ไม่เกิดการแสดงผล
- ควบคุมความสว่างของการแสดงผลได้
- ใช้ตัวต้านทานเพื่อกำหนดกระแสเพียงตัวเดียว
- อัตราเร็วในการแสดงผล 1,200 Hz หรือ 1,200 รอบต่อนาที

2.3.2 การทำงานแต่ขาของไอซี MAX7219

ไอซี MAX7219 ขนาด 24 ขามีการจัดการขาแสดงดังรูปที่ 2.4 มีรายละเอียดการทำงานของแต่ละขาดังนี้

- DIN : Data Input (ขา 1) เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลคำสั่งและข้อมูลสำหรับการแสดงผลในลักษณะอนุกรม โดยข้อมูลที่เข้ามาที่ขานี้จะถ่ายทอดต่อไปยังชิพรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งทำงานที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณ
- DIG0-DIG7 : Digit 0-7 output (ขา 2 ,3,5,8,10 และ 11) เป็นขาเอาต์พุตสำหรับต่อเข้ากับขาคอมมอนหรือขาร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วนชนิดแคโถดร่วม โดยทำงานในลักษณะซิงค์กระแสโดยตัวไอซีจะทำการพูลอัพขานี้ในกรณีที่ไม่มีการขับ LED หรืออยู่ในโหมดหยุดทำงาน
- GND : Ground (ขา 4 และ 9) เป็นขาต่อกราวด์ ในการใช้งานต้องต่อสองขานี้ลงกราวด์เสมอ
- LOAD : Load Data Input (ขา 12) เป็นขาอินพุตสำหรับเอ็นเอเบิลการติต่อกับ MAX7219 และแลตช์ข้อมูลอินพุต โดยก่อนที่จะส่งข้อมูลมายัง MAX7219 ต้องเอ็นเอเบิลการติดต่อก่อนด้วยการทำให้ขานี้เป็น “0” เมื่อข้อมูลอินพุตถูกส่งมาครบตามที่ต้องการแล้ว ต้องทำการแลตช์ข้อมูลไว้ โดยทำให้ขานี้เป็นลอจิก “1” เพื่อนำข้อมูลไปประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.4 แสดงการจัดขาของไอซี MAX7219

- CLK : Serial Clock Input (ขา 13) เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณนาฬิกาอนุกรม เพื่อกำหนดจังหวะของไอซี โดยความถี่ของสัญญาณนาฬิกาสูงสุดที่รับได้คือ 10 MHz ที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกาแต่ละลูก จะใช้ในการกำหนดจังหวะการเลื่อนข้อมูลเข้าสู่ชิพรีจีสเตอร์ภายในไอซี ส่วนที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกาใช้ในการกำหนดจังหวะของการเลื่อนข้อมูลไปทางขา DOUT
- SEG_A-SEG_D, DP : Segment A-G, dot-point Output (ขา 14-17,20-23) เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณลอจิกไปยังขาเซกเมนต์หรือขาแสดงผลของ LED ตัวเลข 7 ส่วน ทั้ง 8 ขา คือขาเซกเมนต์ A-G และ DP มีลักษณะแบบซอร์ส ในการณีที่ไม่ทำงานจะได้รับการพูลดาวน์ลงกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Iset : Current Setting (ขา 18) เป็นขาอินพุตสำหรับกำหนดกระแสสูงสุดที่ส่งออกไปยังขาเอาต์พุต เพื่อขับ LED โดยให้ทำการต่อตัวต้านทานอนุกรมระหว่างไฟเลี้ยง +5V กับขา Iset ด้วยการกำหนดกระแสที่ขานี้เป็นการกำหนดความสว่างในการแสดงของ LED ค่าตัวต้านทานต่ำสุดที่ต่อเข้ากับขานี้ก็คือ 9.53 kΩ สำหรับค่าที่นิยมใช้คือ 10 kΩ ทำให้กระแสเอาต์พุตสามารถเกิดขึ้นได้ 40 mA
- +V : Supply Voltage (ขา 19) เป็นขาต่อไฟเลี้ยง +5 V
- DOUT : Serial Data Output (ขา 24) เป็นขาเอาต์พุตของข้อมูลอนุกรม สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการต่อพ่วง MAX7219 เพิ่มเติม เพื่อช่วยเพิ่มจำนวนหลักของการแสดงผลให้มากกว่า 8 หลัก

2.3.3รูปแบบข้อมูลอนุกรมของ MAX7219

ข้อมูลอนุกรมของ MAX7219 มีรูปแบบดังนี้

บิต 12-15 ไม่ใช้งานควรกำหนดเป็น “0”

บิต 8-11 เป็นค่าแอดเดรสของรีจีสเตอร์ที่ต้องการติดต่อ

บิต 0-7 เป็นค่าของข้อมูลที่ต้องการเขียนลงในรีจีสเตอร์

การส่งข้อมูลอนุกรมเข้าสู่ MAX7219 ต้องส่งบิต MSB เข้าไปก่อน โดยทำการเลื่อนข้อมูลทั้ง 16 บิต เข้าสู่ชิพรีจีสเตอร์บัฟเฟอร์ จากนั้นป้อนลอจิก “0” เข้าที่ขา LOAD เพื่อแลตช์ข้อมูลที่ทำการส่งเข้าไป แล้วถ่ายทอดไปยังรีจีสเตอร์ภายใน MAX7219 เพื่อทำการประมวลผล

2.3.4 รีจีสเตอร์ของ MAX7219

ในตารางที่2.1 แสดงรายละเอียดอย่างสรุปของรีจีสเตอร์ภายในไอซี MAX7219 ซึ่งมีด้วยกัน 14 ตัว ประกอบด้วย

- รีจีสเตอร์ NOP (No operation register) เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้สำหรับกำหนดให้ MAX7219 ไม่ทำงาน จะถูกใช้เมื่อมีการต่อพ่วงไอซี MAX7219 มากกว่า 1 ตัว และต้องการกำหนดให้ตัวใดไม่ทำงาน ฟหัทำการเขียนข้อมูลเพื่อติดต่อรีจีสเตอร์ตัวนี้ของ MAX7219 ตัวที่ต้องการให้ไม่ทำงาน นั่นคือการส่งข้อมูล $0 ไปยัง MAX7219 ตัวที่ไม่ต้องการให้ทำงาน
- รีจีสเตอร์ DIG0-DIG7 เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของการแสดงผลแต่ละหลัก มีด้วยกัน 8 ตัว เท่ากับจำนวนหลักของการแสดงผลที่สามารถทำได้ โดยรีจีสเตอร์ DIG0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เก็บข้อมูลในหลักที่1 ไล่เรียงไปตามลำดับจนถึง DIG7 ใช้เก็บข้อมูลแสดงผลของ LED ในหลักที่ 8 มีค่าแอดเดรส $1-$8 ตามลำดับ

- รีจีสเตอร์ Decode Mode เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้สำหรับเลือกโหมดของการถอดรหัสเลขฐานสองแบบรหัส B (Code B) เพื่อนำไปแสดงผลของ MAX7219
- รีจีสเตอร์ Intensity ใช้สำหรับควบคุมความสว่างของ LED สามารถเลือกใช้ได้ 16 ระดับ โดยในการเขียน 4 บิตบนไม่สนใจ
- รีจีสเตอร์ Scan Limit เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้เลือกจำนวนหลักที่ต้องการแสดงผล สามาถเลือกได้ตั้งแต่ 1-8 หลัก มีแอดเดรสอยู่ที่ $0B การเขียนข้อมูลให้แก่รีจีสเตอร์ตัวนี้ใช้เพียง 3 บิตล่าง คือ D0-D2 บิตที่เหลือกำหนดให้เท่ากับ “0”
- รีจีสเตอร์ Shutdown ใช้สำหรับกำหนดโหมดการทำงานของ MAX7219 สามาถเลือกได้ 2 โหมด คือ โหมดหยุดทำงาน เพื่อประหยัดพลังงานโดยที่ข้อมูลแสดงผลยังอยู่ เพียงแต่ไม่มีการแสดงผลให้เห็นเท่านั้นและอีกโหมดหนึ่งคือ โหมดทำงานปกติ แอดเดรสของรีจีสเตอร์ตัวนี้อยู่ที่ $0C การเขียนข้อมูลใช้เพียงบิตเดียว คือ บิต D0 หากกำหนดให้หยุดทำงาน ต้องเขียนข้อมูล “0” ไปที่บิต D0 หากเลือกการทำงานตามปกติ เขียนข้อมูล “1”
- รีจีสเตอร์ Test ใช้สำหรับตรวจสอบการขับ LED ของไอซี MAX7219 เมื่อต้องการตรวจสอบให้เขียนข้อมูล $01 มายังรีจีสเตอร์ตัวนี้ ซึ่งมีแอดเดรสอยู่ที่ $0F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.1 แสดงข้อมูลรีจีสเตอร์ของ MAX7219 ไอซีขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน

รีจีสเตอร์	บิตแอดเดรส					ตำแหน่งแอดเดรส
	D15-D12	D11	D10	D9	D8	
NOP	x	0	0	0	0	$00
Digit0	x	0	0	0	1	$01
Digit1	x	0	0	1	0	$02
Digit2	x	0	0	1	1	$03
Digit3	x	0	1	0	0	$04
Digit4	x	0	1	0	1	$05
Digit5	x	0	1	1	0	$06
Digit6	x	0	1	1	1	$07
Digit7	x	1	0	0	0	$08
Decode Mode	x	1	0	0	1	$09
Itensity	x	1	0	1	0	$0A
Scan Limit	x	1	0	1	1	$0B
Shutdown	x	1	1	0	0	$0C
Display test	x	1	1	1	1	$0F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
หลักการทำงานและการออกแบบเครื่องแยกเหรียญ

3.1 หลักการทำงานของเครื่องแยกเหรียญโดยรวม

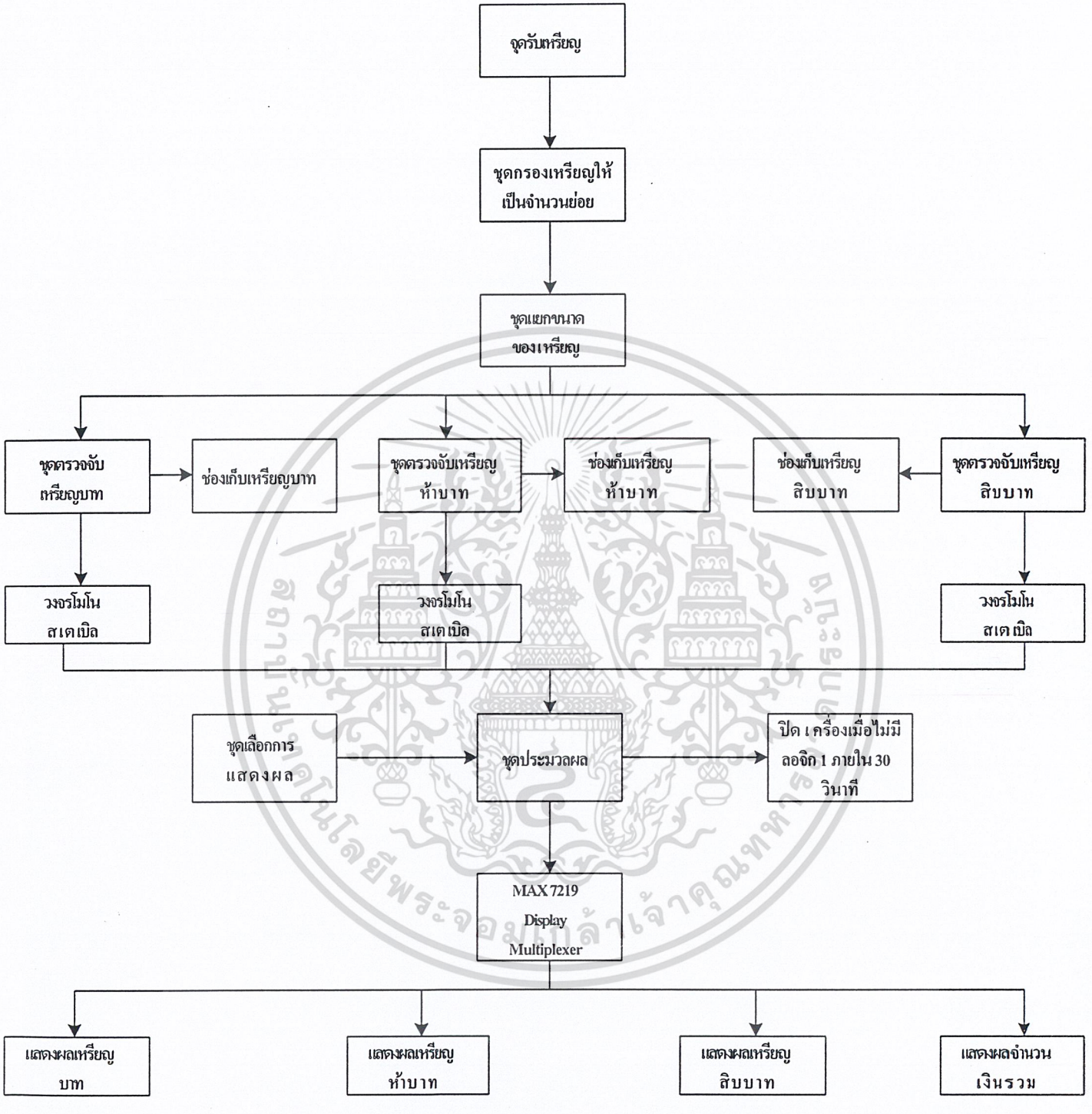
เมื่อเราใส่เหรียญที่ต้องการนับหรือแยกลงในชุดรับเหรียญ ชุดรับเหรียญก็จะสั่นเพื่อเกลี่ยเหรียญแล้วผ่านไปยังชุดกรองเหรียญให้เป็นจำนวนย่อยๆ เหรียญที่ผ่านไปจะผ่านได้ครั้งละเหรียญเท่านั้นเหรียญจะไหลไปยังชุดคัดแยกเหรียญที่แยกเป็นเหรียญ 1,5,10 บาท เมื่อเหรียญที่คัดแยกแล้วจะไหลผ่านตัวตรวจจับไปยังที่เก็บเหรียญแต่ละชนิด ถ้ามีเหรียญใดผ่านตัวตรวจจับจะส่งสัญญาณลอจิกไปยังวงจรโมโนสเตเบิลของเหรียญนั้น ซึ่งจะทำงานที่ขอบขาลง จากนั้นวงจรโมโนสเตเบิลจะส่งสัญญาณลอจิก 1 ไปยังชุดประมวลผลซึ่งใช้ MCS-51 เป็นตัวประมวลผล แต่ถ้าภายใน 30 วินาทีไม่มีสัญญาณลอจิก 1 จากวงจรโมโนสเตเบิลหรือก็คือไม่มีเหรียญผ่านมายังชุดตรวจจับเลยเครื่องจะหยุดการทำงานทันทีก็คือปิดเครื่องนั่นเอง ส่วนการแสดงผลนั้นจะใช้ ICMAX 7219 เป็นตัวขับ7 Segment ซึ่งปกติแล้วจะแสดงผลเป็นจำนวนเงินรวม แต่ถ้าเราต้องการดูจำนวนเงินรวมของแต่ละเหรียญก็สามารถกดคีย์บอร์ดดูได้ ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องแยกหรียญจะเป็นดังรูปที่ 3.1

3.2 หลักการทำงานของแต่ละส่วน เป็นดังนี้คือ

3.2.1 จุดรับเหรียญและย่อยเหรียญ

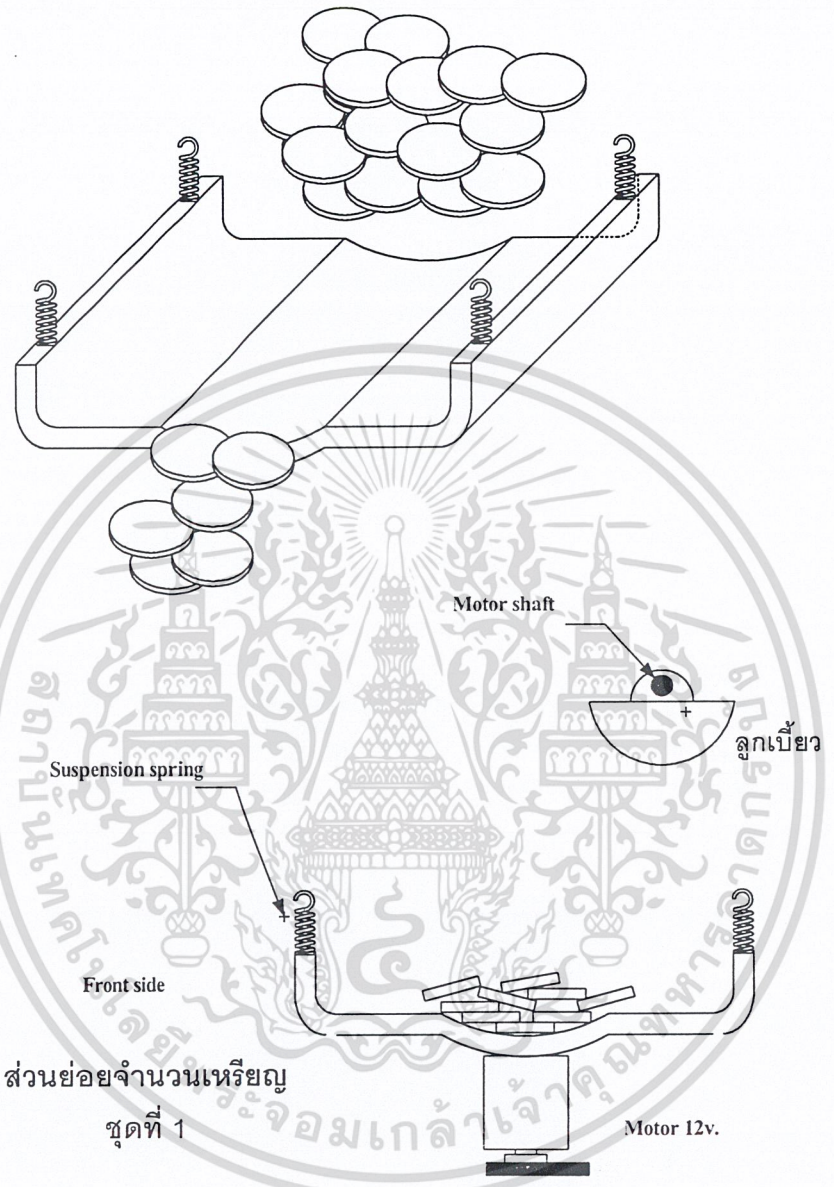
เป็นจุดที่ใช้รับเหรียญที่ต้องการนับหรือแยกเหรียญเมื่อเหรียญผ่านจุดรับเหรียญมาแล้วจะหล่นทีละเหรียญโดยไม่สนใจขนาดของเหรียญแต่ละประเภท จากนั้นก็จะถูกกดรีดเหรียญเพื่อบังคับทิศทางของเหรียญให้เข้าสู่รางคัดแยกโดยเหรียญจะไม่กระโดดและแนบพอดีกับระนาบของรางเพื่อป้อนเข้าสู่รางคัดแยกและนับจำนวนเงินของเหรียญต่อไป แสดงได้ดังรูปที่3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานโดยรวมของเครื่องแยกเหรียญ

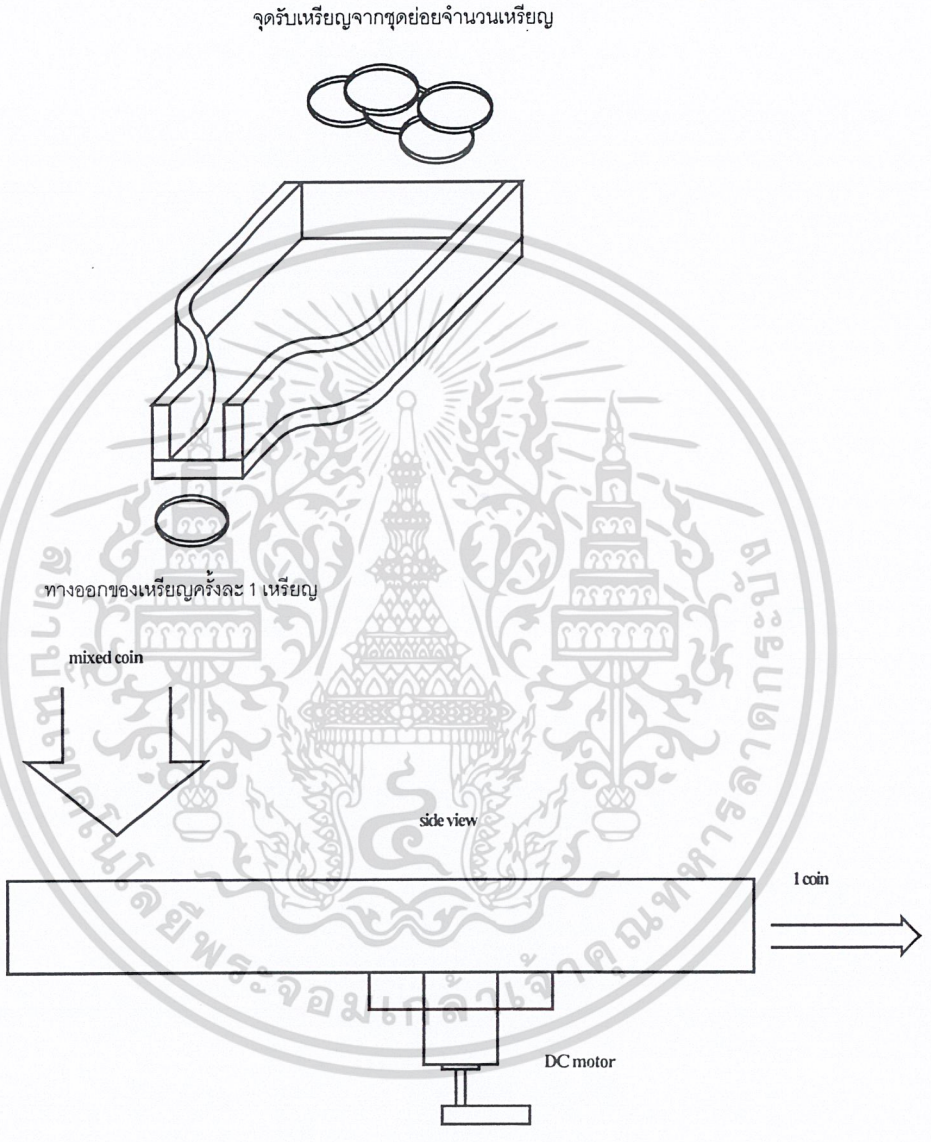
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.2 แสดงชุดรับเหรียญและย่อยเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

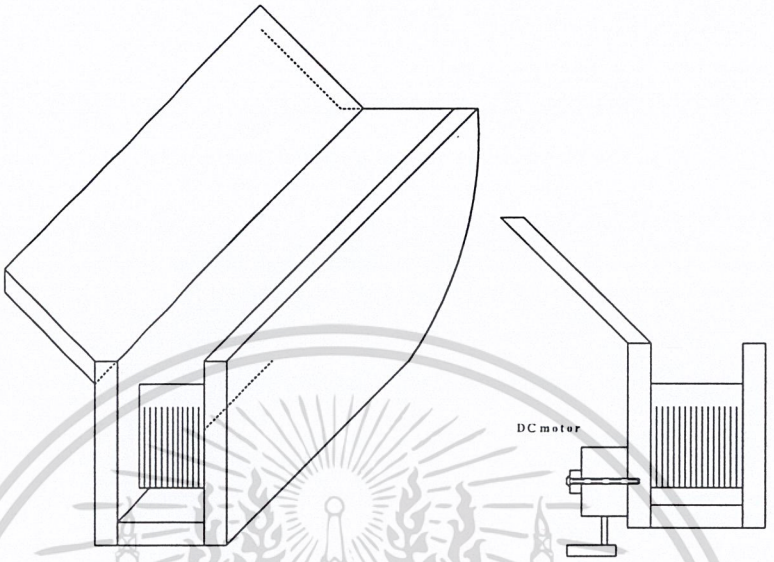
3.2.2 ชุดเขย่ากระจายเหรียญเพื่อปล่อยครั้งละ 1 เหรียญ



รูปที่3.3 แสดงชุดเขย่ากระจายเหรียญเพื่อปล่อยครั้งละ 1 เหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ชุดรีดเหรียญ



รูปที่3.4 แสดงชุดรีดเหรียญ

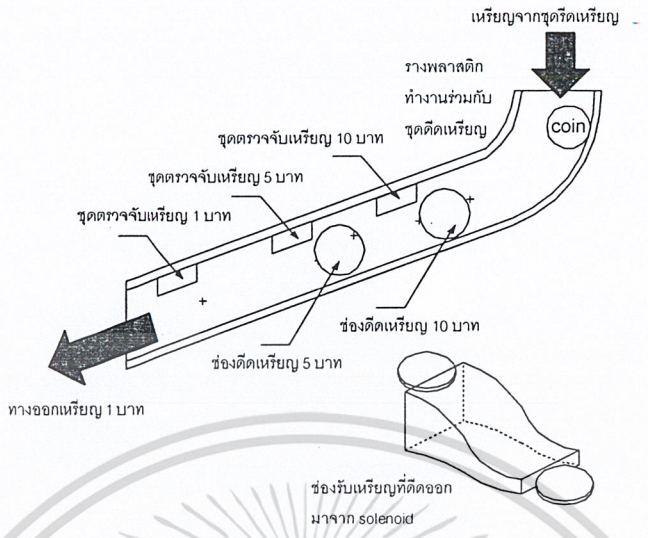
3.2.4 ชุดแยกขนาดของเหรียญ

เหรียญที่ได้จากชุดกรองเหรียญจะมีความสม่ำเสมอและมีระนาบพอดีที่จะเข้าสู่รางคัดแยกและนับจำนวนเงิน โดยการแยกประเภทของเหรียญเป็นการคัดขนาด เหรียญที่มีขนาดเท่ากับขนาดที่กำหนดจะถูกตรวจนับและถูกดีดออกมาทางช่องด้านข้างของรางโดยใช้ โซลีนอยด์ขนาด 24 โวลต์ โดยเหรียญ 10 บาทจะถูกตรวจจับเป็นจุดแรก ถัดมาคือเหรียญ 5 บาท และเหรียญ 1 บาทก็ไหลออกมาทางด้านล่างของรางแสดงได้ดังรูปที่3.5

3.2.5 ชุดตรวจจับเหรียญ

ปัญหาจากภาคการศึกษาที่แล้ว เนื่องจากการออกแบบวงจรตรวจจับเหรียญโดยการใช้ทรานซิสเตอร์แบบ Discrete สองตัวทำงานร่วมกัน มีปัญหาในการปรับแต่งเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของแสง ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ใช้เป็นตัวควบคุมโซลีนอยด์และวงจรโมโนสเตเบิลเกิดการสั่น ดูดๆปล่อยๆ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของแสงไม่เป็นไปอย่างฉับพลัน ซึ่งในภาคการศึกษานี้ได้เปลี่ยนมาเป็นวงจร Schmitt trigger โดยใช้ IC LM741 เป็นวงจรที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบฉับพลันเมื่อแรงดันทางด้านอินพุตมีระดับถึงจุดที่กำหนด ดังนั้นจึงสามารถแก้ไขปัญหาแสงไม่สม่ำเสมอได้

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.5 แสดงชุดแยกขนาดของเหรียญ

ซึ่งขาที่ 6 ของ IC LM741 จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเอาต์พุต 2 ระดับ คือ ประมาณ 1 โวลต์และ 10 โวลต์ (low และ high) พิจารณาการทำงานปกติแสงตกกระทบ LDR ทำให้ LDR มีความต้านทานต่ำประมาณ 50 โอห์ม ดังนั้นการแบ่งแรงดันที่ขา 2 ในกรณีที่เลือกใช้ขา 2 (Inverting) ดังนั้นเมื่อแรงดันที่ขา 2 (แรงดันคร่อม VR 50k) มีค่ามากก็จะทำให้แรงดันเอาต์พุตที่ขา 6 เป็น low (ประมาณ 1 โวลต์) ดังนั้นทรานซิสเตอร์ C1815 ทั้งสองตัวจึงไม่นำกระแส โดยการต่อตัวต้านทาน 330k และ100k ที่ขา 3 เป็นตัว Feedback control ดังนั้นเมื่อที่ขา 6 มีแรงดันเป็น low ทำให้แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 100k มีค่าน้อยและยิ่งเมื่อต่อกับขา 3 (non-inverting)ยิ่งทำให้แรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ C1815 ทั้งสองตัวมีค่าน้อยกว่า 0.7 โวลต์ ดังนั้นวงจรจึงไม่ทำงาน

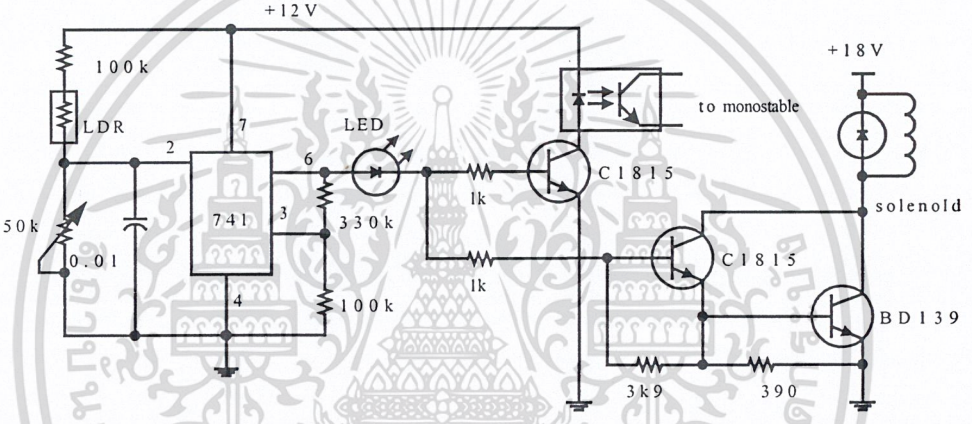
ในกรณีที่มีเหรียญวิ่งเข้ามาปิดแสงที่ส่องเข้ามา LDR จะทำให้ LDR มีความต้านทานสูงมากประมาณ 30k ดังนั้นแรงดันที่ขา 2 ของ IC LM741 หรือก็คือแรงดันคร่อม VR 50k มีค่าน้อย ดังนั้นแรงดันที่ขา 6 จึงเป็น high ทำให้แรงดันที่คร่อมความต้านทาน 100k ทางขา 3 มีค่ามาก และเมื่อขา 3 มีแรงดันสูงแรงดันที่เอาต์พุตขา 6 ก็จะยิ่งมีค่ามากขึ้น ดังนั้นแรงดันที่ขา 6 จะไบอัสให้ LED สว่างซึ่งจะเป็นตัวลดแรงดันเหลือประมาณ 8.4 โวลต์ แต่ก็เพียงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ C1815 ทั้งสองตัวนำกระแสได้ ทำให้เกิดกระแสไหลผ่าน Opto Isolator เพื่อไปควบคุมวงจรโมโนสเตเบิลต่อไป ส่วนวงจรขับโซลีนอยด์(ซึ่งใช้กระแสขณะทำงานประมาณ 200 mA)ใช้การต่อวงจรในลักษณะ darlington เพื่อเพิ่มอัตราขยายกระแส วงจรตรวจจับสามารถแสดงได้ดังรูปที่3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specification ของทรานซิสเตอร์ 2SC1815 และBD139 เป็นไปตามตารางที่3.1

ตารางที่3.1 แสดง Specification ของทรานซิสเตอร์ 2SC1815 และBD139

Number	BV_{CBO}	BV_{CBO}	BV_{CBO}	Ic_{max}	P_D	f_t	h_{fe}
2SC1815	70	70	4	0.4	0.6	200	120
BD139	180	160	5	1.5	20	140	100



รูปที่3.6 แสดงวงจรตรวจจับเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.2.5.1 การออกแบบวงจรขับโซลีนอยด์และวงจรขับ DC motor

ใช้แนวความคิดการปิดเปิดกระแสเข้าขดลวดโดยการใช้ทรานซิสเตอร์ต่อในลักษณะ Darlington เพื่อเพิ่มอัตราขยายกระแสโดยการคำนวณ

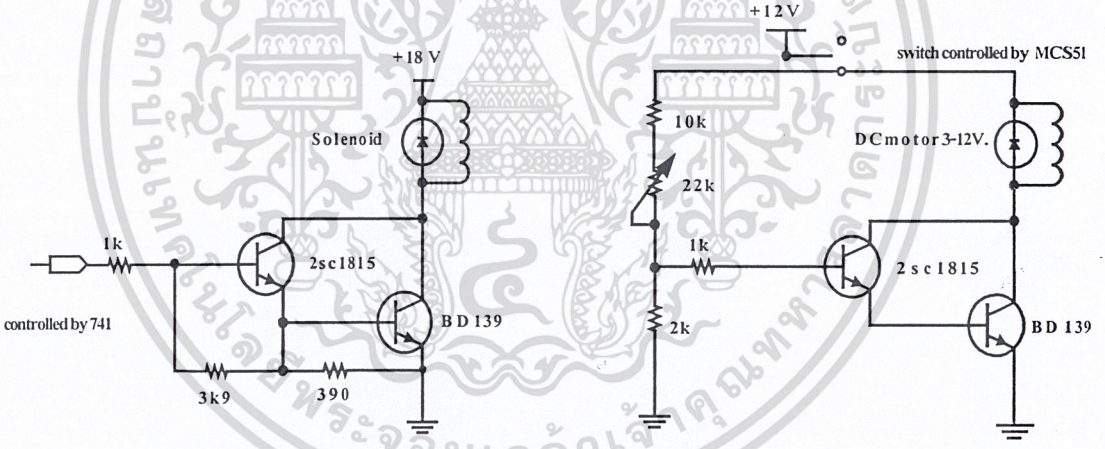
$I_b = [\ 8.4\text{-}2V_{BE\ sat}\ ] / R_B$

$= [\ 8.4 - 1.6\ ] / 1k = 6.5\ mA$

$I_C = \beta_1\beta_2 * I_B$ โดยการคำนวณในลักษณะ saturation ค่าβ จะมีค่าลดลงจาก specification โดยปกติการคำนวณβ ในลักษณะ switching จะใช้การประมาณลดลง 10 เท่า (อ้างอิงจากวารสาร Electronics World and Wireless ฉบับที่ 136/2535)

ดังนั้น $I_C = (12)(10)(6.5\ mA) = 0.78\ A$ ซึ่งเพียงพอที่จะขับ solenoid ขนาด 220 mA พิจารณากำลังสูญเสียในทรานซิสเตอร์ BD139 จะได้

$P_d = V_{CE\ sat} * I_C = (0.2)(0.78) = 0.156\ W$

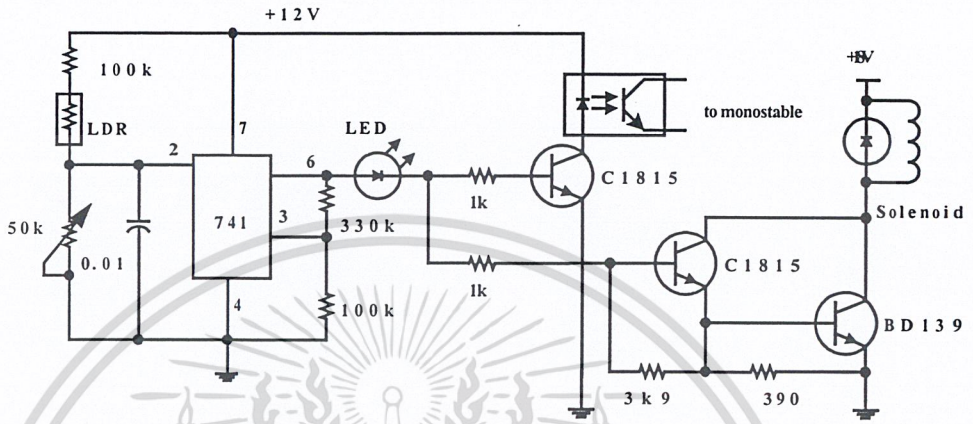


รูปที่3.7 แสดงวงจขับโซลีนอยด์และวงจรขับ DC motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46237

3.2.5.2 วงจรควบคุมการดีดของโซลีนอยด์ และวงจรควบคุมความเร็ว DC motor ที่ใช้ในส่วนย่อยเหรียญ

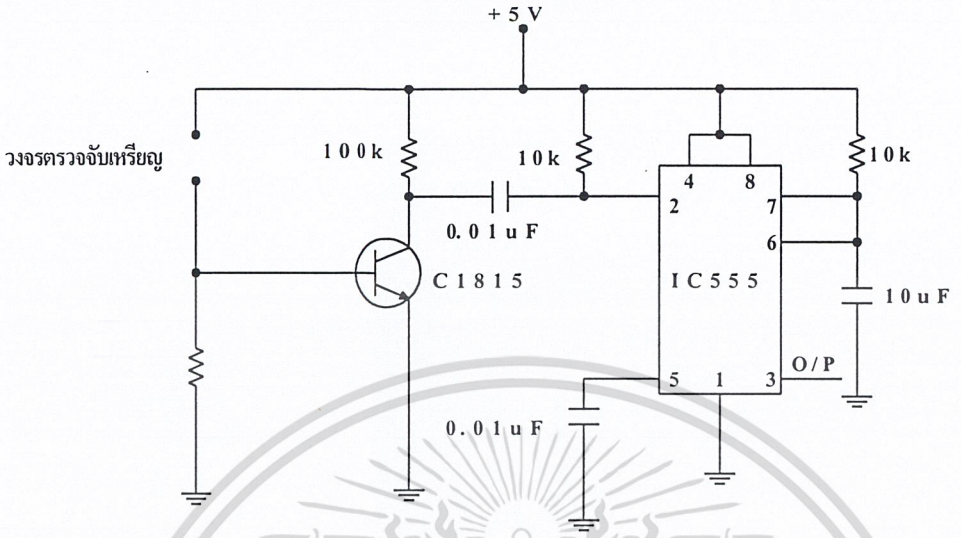


รูปที่3.8 แสดงวงจรควบคุมการดีดของโซลีนอยด์ และวงจรควบคุมความเร็ว DC motor ที่ใช้ในส่วนย่อยเหรียญ

3.2.6 วงจรโมโนสเตเบิล

วงจรโมโนสเตเบิลจะทำงานที่ขอบขาลงของพัลส์(เปลี่ยนจากลอจิก 1เป็นลอจิก 0)โดยใช้วงจร RC network ซึ่งปกติ C 0.01uF ที่ต่อกับขาคอลเลกเตอร์ของทรานซีสเตอร์ 2SC1518 เนื่องจากที่ขั้วทั้งสองของตัวเก็บประจุที่มีความต่างศักย์เท่ากัน แต่เมื่อใดที่วงจรตรวจจับเหรียญส่งสัญญาณมากระตุ้น Opto Isolator ให้ทำงาน ทำให้เอาต์พุตของ Opto นำกระแสเกิดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน 100k ที่ต่อกับขาเบสของทรานซีสเตอร์ 2SC1518และเกิดกระแสไหลเข้าไปยังขาเบสของทรานซีสเตอร์ 2SC1518 ทำให้ทรานซีสเตอร์ 2SC1518 เสมือนเป็นการลัดวงจรของความต้านทาน 100k ที่ต่อกับขาคอลลเลกเตอร์ของทรานซีสเตอร์ 2SC1518 ลงกราวด์ ดังนั้นทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นที่ขั้วของ C 0.01uF ที่ต่อกับขาคอลเลกเตอร์ของทรานซีสเตอร์ 2SC1518 C 0.01uF ที่ต่อกับขาคอลเลกเตอร์ของทรานซีสเตอร์ 2SC1518 จึงcharge ประจุโดยผ่านทางความต้านทาน 10k ที่ต่อกับขา 2 ของ IC555 ทำให้ขา 2 เกิดการเปลี่ยนแปลงลอจิก 1 เป็นลอจิก0 และเมื่อขา 2 ของ IC555 เปลี่ยนจากลอจิก 1 เป็นลอจิก 0 ทำให้เกิดลอจิก 1 ขึ้นที่เอาต์พุตขา 3 โดยำกหนดค่า time constant ได้จาก T= 1.1RC = 0.11 วินาที ซึ่งเพียงพอให้ไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจจับสัญญาณ ซึ่งวงจรโมโนสเตเบิลสามารถแสดงได้ดังรูปที่3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

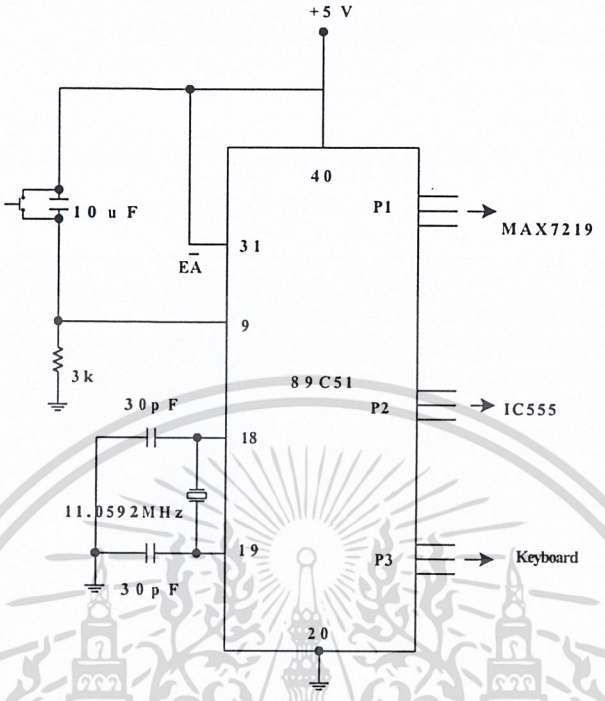


รูปที่3.9 แสดงวงจรโมโนสเตเบิล

3.2.7 ชุดประมวลผล

ในส่วนนี้จะใช้ MCS-51 เป็นตัวประมวลผล ซึ่ง MCS-51 จะทำงานโดยการตรวจสอบลอจิก 1 ที่ได้จากวงจรโมโนสเตเบิลว่าเป็นของเหรียญใด ถ้าเป็นของเหรียญบาทก็จะทำการบวกเพิ่มจากค่าเดิมอีกหนึ่ง ถ้าเป็นเหรียญห้าบาทก็จะบวกจากค่าเดิมอีกห้าและเหรียญสิบบาทก็จะทำการบวกจากค่าเดิมอีกสิบ แล้วส่งข้อมูลไปให้ ICMAX 7219 แสดงผลเป็นตัวเลข แต่ถ้าภายใน 30 วินาทีไม่มีสัญญาณลอจิก 1 มาจากวงจรโมโนสเตเบิล MCS-51 ก็จะสั่งปิดเครื่องทันที ซึ่งวงจรประมวลผลสามารถแสดงได้ดังรูปที่3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.10 แสดงวงจรประมวลผล

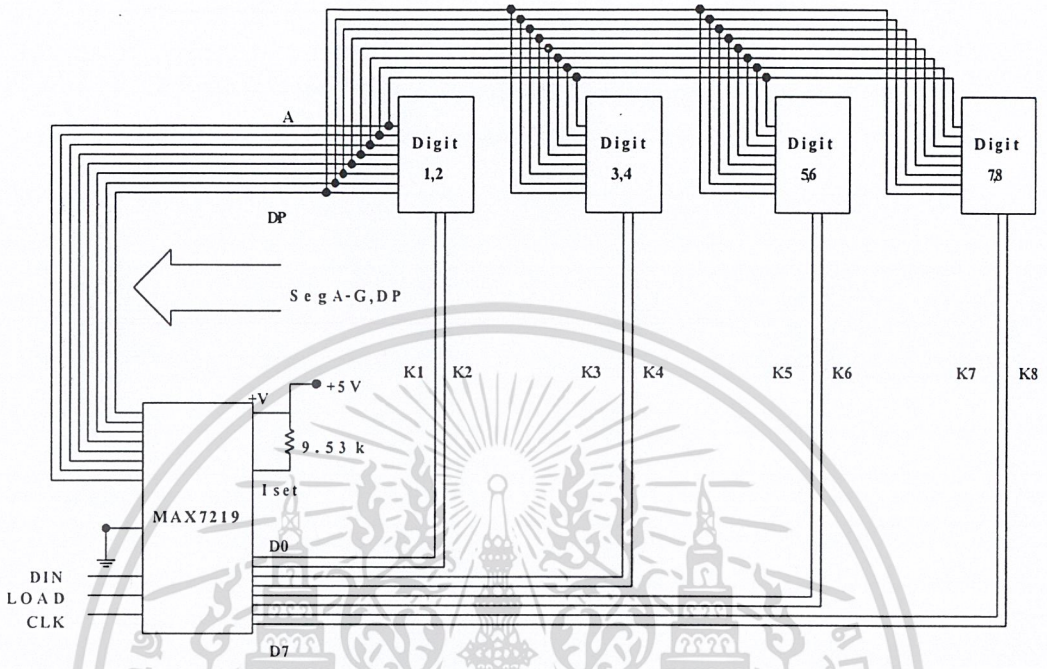
3.2.8 ชุดเลือกการแสดงผล

เป็นการเลือกดูการแสดงผลโดยใช้คีบอร์ดสำหรับการเลือก ซึ่งปกติเครื่องจะทำการแสดงผลจำนวนเงินรวมทั้งหมด แต่ถ้าเราต้องการทราบจำนวนเงินรวมของเหรียญไหนก็สามารถเลือกดูได้โดยเหรียญบาทก็กดเลข 2 เหรียญห้าบาทกด 3 เหรียญสิบบาทกด 4 และจำนวนเงินรวมกด 1

3.2.9 ชุดแสดงผล

เมื่อ MCS-51 ส่งข้อมูลมาให้ ICMAX 7219 ก็จะทำการสแกน 7-segment โดยที่ ICMAX7219 จะส่งข้อมูลแบบอนุกรมไปยัง 7-segment ปกติจะแสดงผลเป็นจำนวนเงินรวมทั้งหมด วงจรของชุดแสดงผลสามารถแสดงได้ดังรูปที่3.11

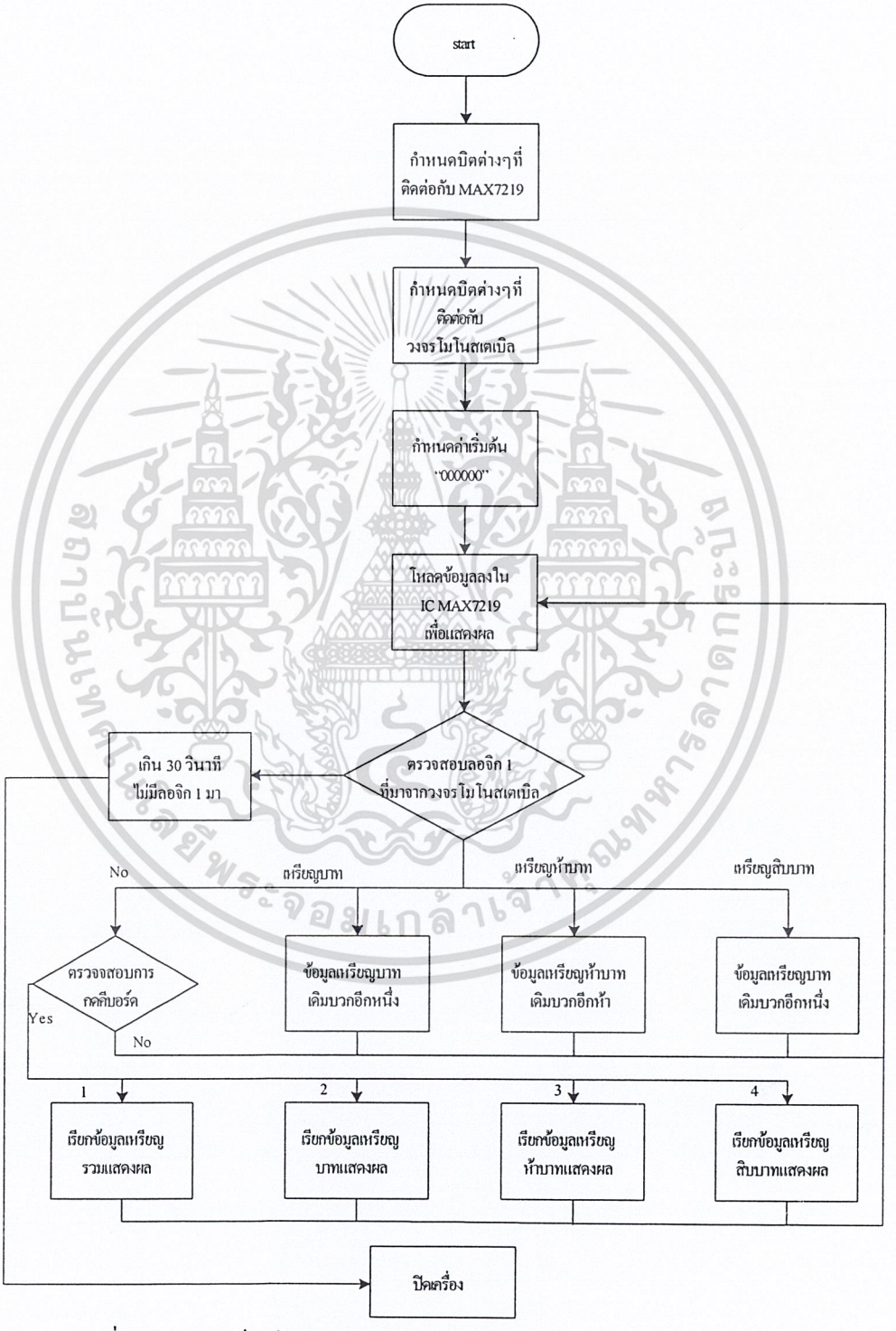
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.11 แสดงวงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
การออกแบบโปรแกรม



รูปที่4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการเขียนโปรแกรม MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลการทดลอง

จากการที่ได้ทำการทดลองการทำงานของเครื่องแยกเหรียญ โดยการใส่เหรียญที่ต้องการตรวจนับหรือคัดแยกลงในรางรับเหรียญ เครื่องก็จะทำงานตามขั้นตอนตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่2 ผลที่ได้คือ ถ้าไม่มีการกดเลือกการแสดงผลเครื่องจะแสดงผลจำนวนเงินรวมทั้งหมด โดยสามารถแสดงผลได้ถึงหกหลักหรือ 999,999 บาท ถ้าเราต้องการทราบค่าเงินรวมของแต่ละชนิดคือ เหรียญหนึ่งบาทหรือเหรียญห้าบาทหรือเหรียญสิบบาทสามารถกดเลือกการแสดงผลได้ ซึ่ง Keyboard เลขหนึ่งจะเป็นจำนวนเงินรวมของเหรียญบาท Keyboard เลขสองจะเป็นจำนวนเงินรวมของเหรียญห้าบาท และ Keyboard เลขสามจะเป็นจำนวนเงินรวมของเหรียญสิบบาทถ้าหากต้องการดูจำนวนเงินรวมอีกเราสามารถกด Keyboard หมายเลขสี่ และถ้าเกิดเราต้องการรีเซตเครื่องใหม่ก็สามารถกด Keyboard เลขห้าได้

ผลการทดลองแสดงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแสดงได้ดังตารางที่5.1,5.2,5.3และตารางที่5.4 ซึ่งจากข้อมูลที่ได้ทำการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้นับในแต่ละครั้งไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความเร็วของเหรียญที่ตกลงสู่ชุดคัดแยกเหรียญแต่ละครั้ง ถ้าเหรียญตกลงสู่ชุดคัดแยกเหรียญเร็วเวลาในการนับแต่ละครั้งมีค่าน้อย แต่ถ้าเหรียญตกลงสู่ชุดคัดแยกเหรียญช้าเวลาในการนับแต่ละครั้งจะมีค่ามาก ส่วนค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นจากการที่ชุดคัดแยกเหรียญทำงานผิดพลาดซึ่งจะเกิดขึ้นกับเหรียญบาทและเหรียญห้าบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5. 1 แสดงผลการทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเวลารวมที่ใช้ในการนับเหรียญโดยใช้เหรียญในการนับทุกชนิด ชนิดละ 10 เหรียญทั้งหมด 30 เหรียญ รวมเป็นเงิน 160 บาท

จำนวนครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความผิดพลาด		
		จำนวนเงินรวม	จำนวนเงินที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	28	160	160	0
2	32	160	160	0
3	27	160	160	0
4	34	160	160	0
5	29	160	160	0
6	27	160	160	0
7	30	160	160	0
8	41	160	160	0
9	35	160	157	1.875
10	28	160	160	0
11	36	160	160	0
12	24	160	160	0
13	27	160	160	0
14	31	160	159	0.625
15	23	160	160	0
16	26	160	160	0
17	28	160	160	0
18	31	160	155	3.125
19	26	160	160	0
20	29	160	160	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเวลารวมที่ใช้ในการนับเหรียญโดยใช้เหรียญในการนับเฉพาะเหรียญ 1 บาททั้งหมด 30 เหรียญ รวมเป็นเงิน 30 บาท

จำนวนครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความผิดพลาด		
		จำนวนเงินรวม	จำนวนเงินที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	24	30	30	0
2	30	30	30	0
3	35	30	30	0
4	29	30	27	10
5	23	30	30	0
6	33	30	30	0
7	28	30	30	0
8	27	30	29	3.333
9	31	30	30	0
10	25	30	30	0
11	40	30	30	0
12	36	30	30	0
13	28	30	30	0
14	24	30	29	3.333
15	29	30	30	0
16	37	30	28	6.667
17	32	30	30	0
18	35	30	30	0
19	28	30	30	0
20	27	30	30	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเวลารวมที่ใช้ในการนับเหรียญโดยใช้เหรียญในการนับเฉพาะเหรียญ 5 บาททั้งหมด 30 เหรียญ รวมเป็นเงิน 150 บาท

จำนวนครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความผิดพลาด		
		จำนวนเงินรวม	จำนวนเงินที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	32	150	150	0
2	30	150	150	0
3	25	150	150	0
4	28	150	140	6.67
5	32	150	145	3.33
6	41	150	150	0
7	26	150	150	0
8	30	150	150	0
9	24	150	150	0
10	32	150	150	0
11	40	150	150	0
12	51	150	140	6.67
13	29	150	150	0
14	31	150	150	0
15	36	150	150	0
16	26	150	145	3.33
17	42	150	150	0
18	45	150	150	0
19	28	150	150	0
20	28	150	150	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเวลารวมที่ใช้ในการนับเหรียญโดยใช้เหรียญในการนับเฉพาะเหรียญ 10 บาททั้งหมด 30 เหรียญ รวมเป็นเงิน 300 บาท

จำนวนครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความผิดพลาด		
		จำนวนเงินรวม	จำนวนเงินที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	48	300	300	0
2	27	300	300	0
3	30	300	300	0
4	30	300	300	0
5	25	300	300	0
6	32	300	300	0
7	28	300	300	0
8	29	300	300	0
9	28	300	300	0
10	28	300	300	0
11	30	300	300	0
12	45	300	300	0
13	28	300	300	0
14	25	300	300	0
15	34	300	300	0
16	46	300	300	0
17	25	300	300	0
18	32	300	300	0
19	32	300	300	0
20	36	300	300	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MXDAT       EQU   P1.0
MXLDB       EQU   P1.1
MXCLK       EQU   P1.2
ST_TS       EQU   P1.3
RR1         EQU   P2.0
RR5         EQU   P2.1
RR10        EQU   P2.2
DIG1        EQU   30H
DIG2        EQU   31H
DIG3        EQU   32H
DIG4        EQU   33H
DIG5        EQU   34H
DIG6        EQU   35H
DIG1_1      EQU   36H
DIG2_1      EQU   37H
DIG3_1      EQU   38H
DIG4_1      EQU   39H
DIG5_1      EQU   3AH
DIG6_1      EQU   3BH
DIG1_5      EQU   3CH
DIG2_5      EQU   3DH
DIG3_5      EQU   3EH
DIG4_5      EQU   3FH
DIG5_5      EQU   40H
DIG6_5      EQU   41H
DIG1_10     EQU   42H
DIG2_10     EQU   43H
DIG3_10     EQU   44H
DIG4_10     EQU   45H
DIG5_10     EQU   46H
DIG6_10     EQU   47H
DIG1_A      EQU   48H
DIG2_A      EQU   49H
DiG3_A      EQU   4AH
DIG4_A      EQU   4BH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DIG5_A          EQU    4CH
DIG6_A          EQU    4DH
DATABUF         EQU    4EH
LOOP1           EQU    4FH
LOOP2           EQU    50H
;
;**********START PROGRAM******
;
ORG                    0000H
START:          CLR    MXCLK
CLR                    MXLDB
CALL                   MXSET
CLR                    ST_TS
MOV                    A,#00H
MOV                    DIG1,A
MOV                    DIG2,A
MOV                    DIG3,A
MOV                    DIG4,A
MOV                    DIG5,A
MOV                    DIG6,A
MOV                    DIG1_1,A
MOV                    DIG2_1,A
MOV                    DIG3_1,A
MOV                    DIG4_1,A
MOV                    DIG5_1,A
MOV                    DIG6_1,A
MOV                    DIG1_5,A
MOV                    DIG2_5,A
MOV                    DIG3_5,A
MOV                    DIG4_5,A
MOV                    DIG5_5,A
MOV                    DIG6_5,A
MOV                    DIG1_10,A
MOV                    DIG2_10,A
MOV                    DIG3_10,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV             DIG4_10,A
MOV             DIG5_10,A
MOV             DIG6_10,A
MOV             DIG1_A,A
MOV             DIG2_A,A
MOV             DIG3_A,A
MOV             DIG4_A,A
MOV             DIG5_A,A
MOV             DI G6_A,A
MOV             DATABUF,#01
;
;**********MAIN PROGRAM********
;
MAIN:     CALL  MXLOAD
CALL            ADDRRR
CALL            SCANKEY
MOV             A,DATABUF
CJNE            A,#01H,MAIN1
AJMP            DISSS1
MAIN1:    CJNE  A,#02H,MAIN2
AJMP            DISSS2
MAIN2     CJNE  A,#03H,MAIN3
AJMP            DISSS3
MAIN3:    CJNE  A,#04H,MAIN4
AJMP            DISSS4
MAIN4:     AJMP START
;
;************DISSS************
;
DISSS1: MOV     DIG1,DIG1_A
MOV             DIG2,DIG2_A
MOV             DIG3,DIG3_A
MOV             DIG4,DIG4_A
MOV             DIG5,DIG5_A
MOV             DIG6,DIG6_A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
AJMP   MAIN
DISSS2: MOV        DIG1,DIG1_1
MOV                DIG2,DIG2_1
MOV                DIG3,DIG3_1
MOV                DIG4,DIG4_1
MOV                DIG5,DIG5_1
MOV                DIG6,DIG6_1
AJMP               MAIN
DISSS3: MOV        DIG1,DIG1_5
MOV                DIG2,DIG2_5
MOV                DIG3,DIG3_5
MOV                DIG4,DIG4_5
MOV                DIG5,DIG5_5
MOV                DIG6,DIG6_5
AJMP   MAIN
DISSS4: MOV        DIG1,DIG1_10
MOV                DIG2,DIG2_10
MOV                DIG3,DIG3_10
MOV                DIG4,DIG4_10
MOV                DIG5,DIG5_10
MOV                DIG6,DIG6_10
AJMP   MAIN
;
;***********ADDRRR***********
;
ADDRRR: JB         RR1,RR11
JB                 RR5,RR12
JB                 RR10,RR13_1
DJNZ               LOOP1,RRRR
DJNZ               LOOP2,RRRR
CLR   ST_TS
RRRR: RET
RR13_1:      AJMP  RR13
RR11:        JB    RR1,$
MOV                LOOP1,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV             LOOP2,#80H
MOV             A,DIG1_1
INC             A
MOV             DIG1_1,A
CJNE            A,#0AH,RR111
MOV             DIG1_1,#00H
MOV             A,DIG2_1
INC             A
MOV             DIG2_1,A
CJNE            A,#0AH,RR111
MOV             DIG2_1,#00H
MOV             A,DIG3_1
INC             A
MOV             DIG3_1,A
CJNE            A,#0AH,RR111
MOV             DIG3_1,#00H
MOV             A,DIG4_1
INC             A
MOV             DIG4_1,A
CJNE            A,#0AH,RR111
MOV             DIG4_1,#00H
MOV             A,DIG5_1
INC             A
MOV             DIG5_1,A
CJNE            A,#0AH,RR111
MOV             DIG5_1,#00H
MOV             A,DIG6_1
INC             A
MOV             DIG6_1,A
CJNE            A,#0AH,RR111
MOV             DIG6_1,#00H
RR111:          ACALL   ADDALL
RET
;
RR12:       JB      RR5,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV             LOOP1,#00H
MOV             LOOP2,#80H
MOV             A,DIG1_5
ADD             A,#05H
MOV             DIG1_5,A
CJNE            A,#0AH,RR 121
MOV             DIG1_5,#00H
MOV             A,DIG2_5
INC             A
MOV             DIG2_5,A
CJNE            A,#0AH,RR121
MOV             DIG2_5,#00H
MOV             A,DIG3_5
INC             A
MOV             DIG3_5,A
CJNE            A,#0AH,RR121
MOV             DIG3_5,#00H
MOV             A,DIG4_5
INC             A
MOV             DIG4_5,A
CJNE            A,#0AH,RR121
MOV             DIG4_5,#00H
MOV             A,DIG5_5
INC             A
MOV             DIG5_5,A
CJNE            A,#0AH,RR121
MOV             DIG5_5,#00H
MOV             A,DIG6_5
INC             A
MOV             DIG6_5,A
CJNE            A,#0AH,RR121
MOV             DIG6_5,#00H
RR121: ACALL    ADDALL
RET
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RR13: JB        RR10,$
MOV             LOOP1,#00H
MOV             LOOP2,#80H
MOV             A,DIG2_10
INC             A
MOV             DIG2_10,A
CJNE            A,#0AH,RR131
MOV             DIG2_10,#00H
MOV             A,DIG3_10
INC             A
MOV             DIG3_10,A
CJNE            A,#0AH,RR131
MOV             DIG3_10,#00H
MOV             A,DIG4_10
INC             A
MOV             DIG4_10,A
CJNE            A,#0AH,RR131
MOV             DIG4_10,#00H
MOV             A,DIG5_10
INC             A
MOV             DIG5_10,A
CJNE            A,#0AH,RR131
MOV             DIG5_10,#00H
MOV             A,DIG6_10
INC             A
MOV             DIG6_10,A
CJNE            A,#0AH,RR131
MOV             DIG6_10,#00H
RR131: ACALL    ADDALL
RET
;
;**********ADDALL*LOOP********
;
ADDALL: MOV     A,DIG1_1
ADD             A,DIG1_5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ADD             A,DIG1_10
ACALL  H_TO_D
MOV             DIG1_A,R6
MOV             A,DIG2_1
ADD             A,R7
ADD             A,DIG2_ 5
ADD             A,DIG2_10
ACALL  H_TO_D
MOV             DIG2_A,R6
MOV             A,DIG3_1
ADD             A,R7
ADD             A,DIG3_5
ADD             A,DIG3_10
ACALL  H_TO_D
MOV             DIG3_A,R6
MOV             A,DIG4_1
ADD             A,R7
ADD             A,DIG4_5
ADD             A,DIG4_10
ACALL  H_TO_D
MOV             DIG4_A,R6
MOV             A,DIG5_1
ADD             A,R7
ADD             A,DIG5 _5
ADD             A,DIG5_10
ACALL  H_TO_D
MOV             DIG5_A,R6
MOV             A,DIG6_1
ADD             A,R7
ADD             A,DIG6_5
ADD             A,DIG6_10
ACALL  H_TO_D
MOV             DIG6_A,R6
RET
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
H_TO_D: MOV     B,A
ANL             A,#0FH
DA              A
MOV             R7,A
ANL             A,#0FH
MOV             R6,A
MOV             A,B
ANL             A,#0F0H
MOV             B,A
MOV             A,R7
ANL             A,#0F0H
ADD             A,B
SWAP            A
MOV             R7,A
RET
;
;***********SCANKEY***********
;
SCANKEY: MOV    R0,#00H
MOV             R1,#04H
MOV             A,#11101111B
MOV             P3,A
LOOPKEY: INC    R0
JNB             P3.3,END
INC             R0
JNB             P3.2,END
INC             R0
JNB             P3.1,END
INC             R0
JNB             P3.0,END
RL              A
MOV             P3,A
DJNZ            R1,LOOPKEY
RET
END: MOV        P3,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JNB             P3.3,END
JNB             P3.2,END
JNB             P3.1,END
JNB             P3.0,END
END1: MOV       A,R0
CJNE            A,#01H,END2
AJMP            EEE
END2: CJNE      A,#02H,END3
AJMP            EEE
END3: CJNE      A,#03H,END4
AJMP            EEE
END4: CJNE      A,#04H,END5
AJMP            EEE
END5: CJNE      A,#05H,END6
SETB            ST_TS
MOV             LOOP1,#00H
MOV             LOOP2,#80H
AJMP            END7
END6: CJNE      A,#06H,END7
EEE: MOV        DATABUF,R0
MOV             P3,#0FFH
CALL            DELAY
END7: RET
;
;**********MXSET SUB**********
;FIRST PARAMETER SET (MAX7219)
;
MXSET: CLR      MXCLK   ;FALLING CLOCK EDGE
CLR             MXLDB
;
MOV             R0,#0FH ;DISPLAY TEST-MORMAL(XXXXXXX0)
MOV             R1,#00H
CALL            MXBYTE
;
MOV             R0,#0CH ;SHUTDOWN-NORNAL(XXXXXXX1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV             R1,#01H
CALL            MXBYTE
;
MOV             R0,#09H ;DECODE MODE-NO DECODE(00000000)
MOV             R1,#0FFH
CALL            MXBYTE
;
MOV             R0,#0AH ;INTENSITY-MIN-MAX(00-0FH)
MOV             R1,#08H
CALL            MXBYTE
;
MOV             R0,#0BH ;SCAN LIMIT-6DIGIT(05H)
MOV             R1,#05H
CALL            MXBYTE
RET
;
;***********MXLOAD SUB***********
;LOAD DISBUF TO DISPLAY(MAC7219)
;
MXLOAD:MOV      R0,#1   ;SEND 0
MOV             R1,DIG1
CALL            MXBYTE
MOV             R0,#2   ;SEND 1
MOV             R1,DIG2
CALL            MXBYTE
MOV             R0,#3   ;SEND 2
MOV             R1,DIG3
CALL            MXBYTE
MOV             R0,#4   ;SEND 3
MOV             R1,DIG4
CALL            MXBYTE
MOV             R0,#5   ;SEND 4
MOV             R1,DIG5
CALL            MXBYTE
MOV             R0,#6   ;SEND 5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV             R1,DIG6
CALL            MXBYTE
RET
;
;***********MXBYTE SUB***********
;SEND ADDRESS,DATA TO MAX7219
;IN = R0 ADDRESS (B0-B3)
;    = R1 DATA
;
MXBYTE: MOV     R2,#8   ;SEND ADDRESS
MOV             A,R0
MXBYTE1: RLC    A
MOV             MXDAT,C
SETB            MXCLK
CLR             MXCLK
DJNZ            R2,MXBYTE1
;
MOV             R2,#8   ;SEND DATA
MOV             A,R1
MXBYTE2: RLC    A
MOV             MXDAT,C
SETB            MXCLK
CLR             MXCLK
DJNZ            R2,MXBYTE2
;
SETB   MXLDB   ;LOAD BIT
CLR             MXLDB
RET
;
;***********DELAY***********
;
DELAY: MOV      R7,#00H
DELAY1: MOV     R6,#00H
NOP
DJNZ            R6,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NOP
DJNZ            R7,DELAY1
RET
;
END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-4452; Rev 1: 5/92

MAXIM

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

MAX7219

General Description

The MAX7219 is a compact, serial input/output common-cathode display driver that interfaces microprocessors (µPs) to 7-segment numeric LED displays of up to 8 digits, bar-graph displays, or 64 individual LEDs. Included on-chip are a BCD code-B decoder, multiplex scan circuitry, segment and digit drivers, and an 8x8 static RAM that stores each digit. Only one external resistor is required to set the segment current for all LEDs.

A convenient 3-wire serial interface connects to all common µPs. Individual digits may be addressed and updated without rewriting the entire display. The MAX7219 also allows the user to select code-B decoding or no-decode for each digit.

The MAX7219 includes a 150µA low-power shutdown mode, analog and digital brightness control, a scan-limit register which allows the user to display from 1 to 8 digits, and a test mode which forces all LEDs on.

Applications

Bar-Graph Displays
7-Segment Displays
Industrial Controllers
Panel Meters
LED Matrix Displays

Features

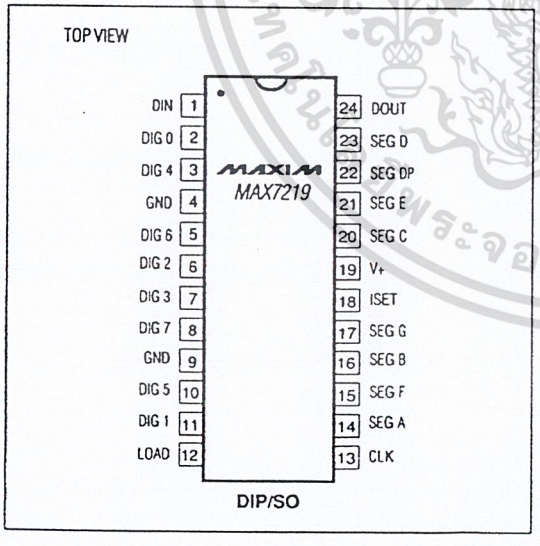
- ♦ 10MHz Serial Interface
- ♦ Individual LED Segment Control
- ♦ Decode/No-Decode Digit Selection
- ♦ 150µA Low-Power Shutdown (Data Retained)
- ♦ Digital and Analog Brightness Control
- ♦ Display Blanked on Power-Up
- ♦ 24-Pin DIP and SO Packages
- ♦ Drives Common-Cathode LED Display

Ordering Information

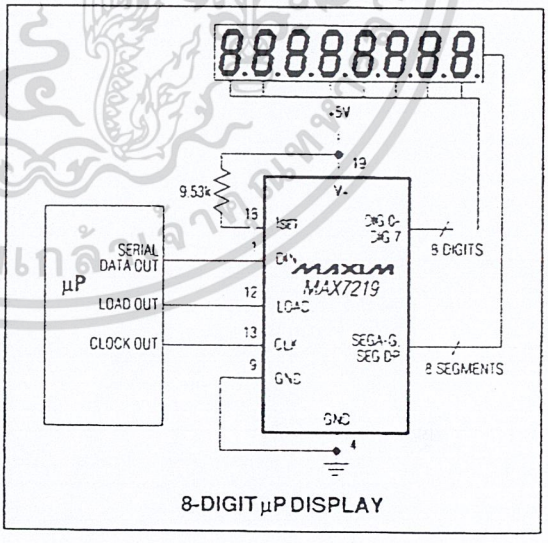
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7219CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX7219C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX7219ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX7219ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP

* *Contact factory for dice specifications.*

Pin Configuration



Typical Application Circuit



Call toll free 1-800-998-8800 for free samples or literature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+ Voltage 7V
DIG0-DIG7 Sink Current 500mA
SEG A-G, DP Source Current 100mA
Input Voltage (any pin) ..... V+ + 0.3V to -0.3V
Continuous Power Dissipation (T_A = +85°C)
Narrow Plastic DIP 0.87W
Wide SO 0.76W
CERDIP 1.1W

Operating Temperature Ranges
MAX7219C _ G ..... 0°C to +70°C
MAX7219E _ G ..... -40°C to +85°C
Storage Temperature Range ..... -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10 sec) ..... +300°C

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V+ = 5V ±10%, R_{SET} = 9.53kΩ ±1%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

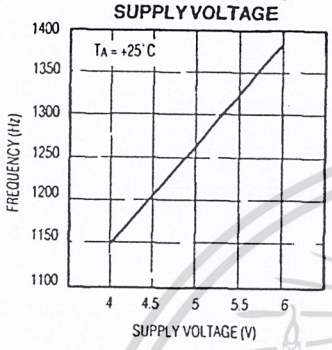
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		4.0		6.0	V
Shutdown Supply Current	I_Q	DIN,CLK and LOAD = GND or V+, shutdown register set to 0, T_A = +25°C			150	µA
Operating Supply Current	I_{OP}	R_{SET} = infinity			8	mA
		All segments and decimal points on I_{SEGO} = -40mA		330		mA
Display Scan Rate	f_{OSC}	V+ = 5V, 8 digits scanned	500	1300	2000	Hz
Digit Drive Sink Current	I_{DIGI}	T_A = +25°C, V+ = 5V, V_{OUT} = 0.65V	320			mA
Segment Drive Current Source	I_{SEGO}	T_A = +25°C, V+ = 5V, V_{OUT} = V+ - 1V	-30	-37	-40	mA
Segment Drive Current Matching				3.0		%
Digit Drive Source Current	I_{DIGO}	Digit off, V_{OUT} = V+ - 0.3V	-2			mA
Segment Drive Current Sink	I_{SEGI}	Segment off, V_{OUT} = 0.3V	5			mA
LOGIC INPUTS						
Input Current	I	DIN, CLK and LOAD V_{IN} = 0V V_{IN} = V+			-1 1	µA
Logic 1 Input Voltage	V_{IH}		3.5			V
Logic 0 Input Voltage	V_{IL}				0.8	V
Hysteresis Voltage		DIN, CLK, and LOAD		1.0		V
Output High Voltage	V_{OH}	DOUT I_{OUT} = -1mA, I_{OUT} -1µA	V+ - 0	V+		V
Output Low Voltage	V_{OL}	DOUT, I_{OUT} = 1.6mA			0.4	V
Data-Hold Time DATAIN to Clock	t_{IDH}		0	-5		ns
Data-Setup Time DATAIN To Clock	t_{IDS}		25			ns
Clock-to-Serial Output Prop Delay	t_{OPD}	C_{LOAD} = 50pF			25	ns
Clock Low Time	t_{CKL}		50			ns
Clock High Time	t_{CKH}		50			ns
Data-to-Segment Prop Delay (Note 1)	t_{DSPD}	C_{LOAD} = 50pF	0		2.25	ms
Load-Rising Edge to Next Clock Rising Edge	t_{LDCK}		50			ns
Clock-to-Load Rising Edge Setup Time	t_{CKLD}		0			ns
Load Low Time	t_{LDL}		50			ns
Load High Time	t_{LDH}		50			ns

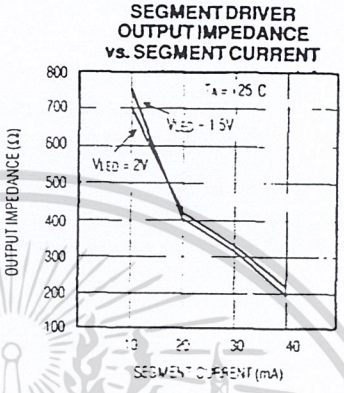
Note 1: Guaranteed by design.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Typical Operating Characteristics





Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	DIN	Serial Data Input. Data is loaded into an internal 16-bit shift register on the rising edge of CLK.
2, 3, 5-8, 10, 11	DIG0-7	8 digit drive lines that sink current from the display.
4, 9	GND	Ground (both GND pins must be connected)
12	LOAD	Load Data Input. On LOAD's rising edge, the last 16 bits of serial input data are latched.
13	CLK	Clock Input. 10MHz maximum rate. On CLK's rising edge, data is shifted into the internal shift register. On CLK's falling edge, data is clocked out of DOUT.
14-17, 20-23	SEG A-G, DP	7-segment drive and decimal point lines that source current to the display.
18	ISET	Connect to V+ through a resistor (R_{SET}) to set the peak segment current (Refer to "*Selecting R_{SET} Resistor*" section).
19	V+	Supply Voltage
24	DOUT	Serial Data Output. The data into DIN is valid at DOUT 16.5 clock cycles later.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Block Diagram

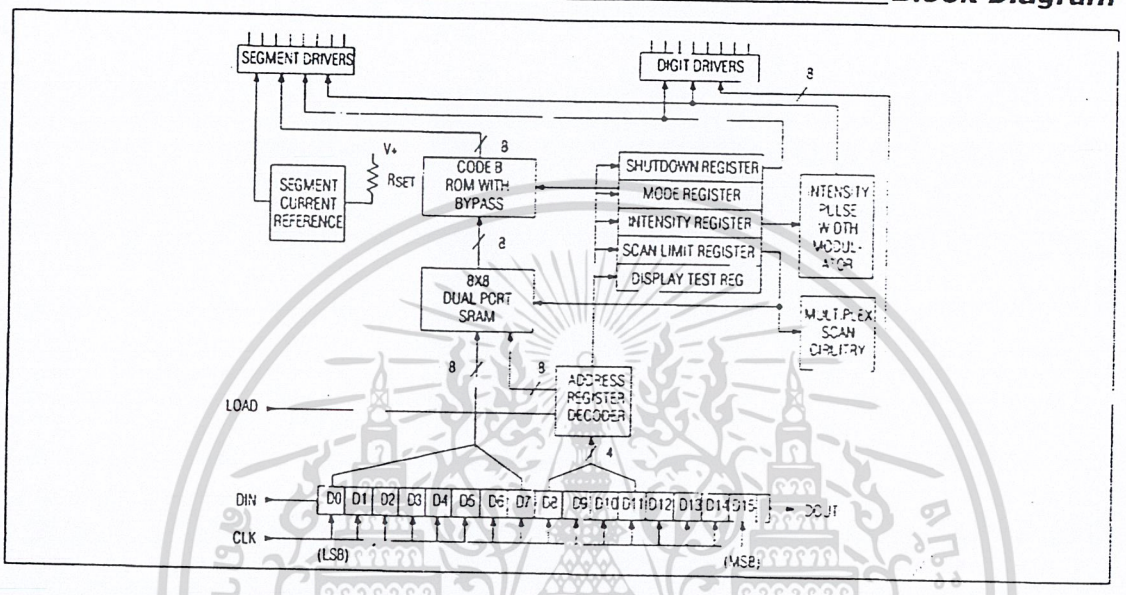


TABLE 1. SERIAL DATA FORMAT (16 BITS)

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS			MSB	DATA							LSB

X = "don't care" bit

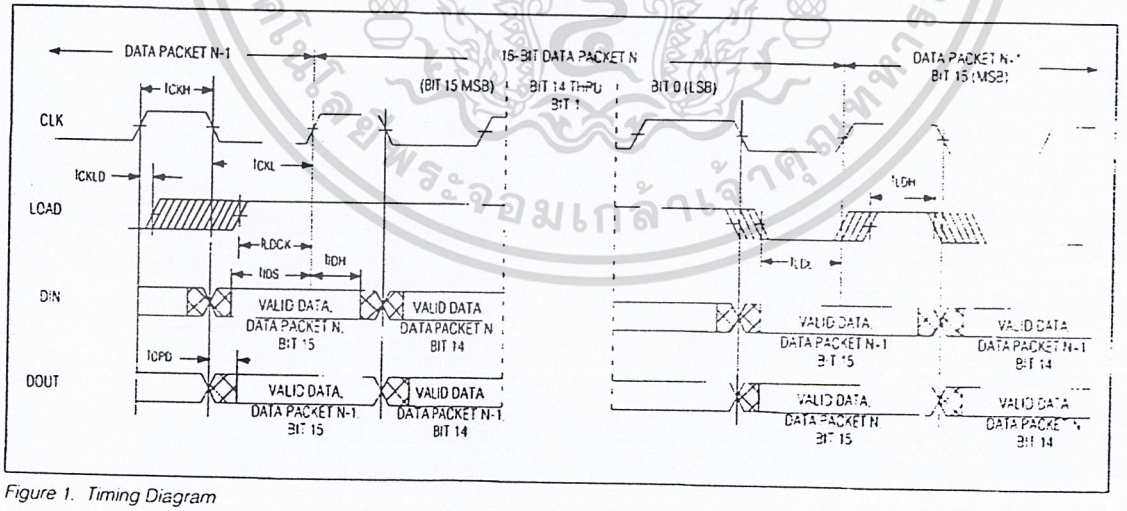


Figure 1. Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Detailed Description

Serial Addressing Modes

Serial data at DIN, sent in 16-bit packets, is shifted into the internal 16-bit shift register with each rising edge of CLK. The data is then latched into either the digit or control registers on the rising edge of LOAD. LOAD must go high concurrently with or after the 16th rising clock edge, but before the next rising clock edge or data will be lost. Data at DIN is propagated through the shift register and appears at DOUT 16.5 clock cycles later. Data is clocked out on the falling edge of CLK. Data bits are labeled D0-D15 (Table 1). D8-D11 contain the register address, D0-D7 contain the data, and D12-D15 are "don't care" bits. The first bit received is D15, the most significant bit (MSB).

Digit and Control Registers

Table 2 lists the 14 addressable digit and control registers. The digit registers are realized with an on-chip, 8x8 dual-port SRAM. They are addressed directly so that individual digits can be updated and retain data as long as V+ typically exceeds 2V. The control registers consist of: decode mode, display intensity, scan limit (number of scanned digits), shutdown, and display test (all LEDs on). A no-operation (no-op) register is also included, which allows data to be passed from DIN to DOUT when devices are cascaded without changing the display or affecting any control registers.

Shutdown Mode

When the MAX7219 is in shutdown mode, the scan oscillator is halted, all segment current sources are pulled to ground, and all digit drivers are pulled to V+, thereby blanking the display. Data in the digit and control registers remains unaltered. Shutdown can be used to save power or as an alarm to flash the display by successively entering and leaving the shutdown mode. For minimum supply current in shutdown mode, logic inputs should be at ground or V+ (CMOS logic levels).

Typically, it takes less than 250µs for the MAX7219 to leave shutdown mode. Note that the display driver can still be programmed while in shutdown mode, and that shutdown mode can be overridden by the display-test function.

Table 2. Register Address Map

REGISTER	ADDRESS D15-D12	D11	D10	D9	D8	HEX CODE
NO-OP	X	0	0	0	0	X0
DIGIT 0	X	0	0	0	1	X1
DIGIT 1	X	0	0	1	0	X2
DIGIT 2	X	0	0	1	1	X3
DIGIT 3	X	0	1	0	0	X4
DIGIT 4	X	0	1	0	1	X5
DIGIT 5	X	0	1	1	0	X6
DIGIT 6	X	0	1	1	1	X7
DIGIT 7	X	1	0	0	0	X8
DECODE MODE	X	1	0	0	1	X9
INTENSITY	X	1	0	1	0	XA
SCAN LIMIT	X	1	0	1	1	XB
SHUTDOWN	X	1	1	0	0	XC
DISPLAY TEST	X	1	1	1	1	XF

Table 3. Shutdown Register Format (Address (Hex) = XC)

	ADDR CODE (HEX)	REGISTER DATA D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SHUTDOWN MODE	XC	X	X	X	X	X	X	X	0
NORMAL OPERATION	XC	X	X	X	X	X	X	X	1

Initial Power-Up

On initial power-up, all control registers are reset, the display is blanked, and the MAX7219 enters shutdown mode. Therefore the user must program the display driver prior to display use since it will initially be set to scan one digit, it will not decode data in the data registers, and the intensity register will be set to its minimum value.

Decode-Mode Register

The decode-mode register sets BCD code B (0-9, E, H, L, P, and –) or no-decode operation for each digit. Each bit in the register corresponds to one digit. A logic high selects code B decoding while a logic low bypasses the decoder. Examples of the decode mode control-register format are shown in Table 4.

Table 4. Decode-Mode Register Examples (Address (Hex) = X9)

	REGISTER DATA D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	(HEX CODE)
NO DECODE FOR DIGITS 7-0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
CODE B DECODE FOR DIGIT 0 NO DECODE FOR DIGITS 7-1	0	0	0	0	0	0	0	1	01
CODE B DECODE FOR DIGITS 3-0 NO DECODE FOR DIGITS 7-4	0	0	0	0	1	1	1	1	0F
CODE B DECODE FOR DIGITS 7-0	1	1	1	1	1	1	1	1	FF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Table 5. Code B Font

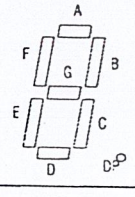
7-SEGMENT CHARACTER	REGISTER DATA							ON SEGMENTS = 1						
	D7*	D6-D4	D3	D2	D1	D0	DP*	A	B	C	D	E	F	G
0		X	0	0	0	0		1	1	1	1	1	1	0
1		X	0	0	0	1		0	1	1	0	0	0	0
2		X	0	0	1	0		1	1	0	1	1	0	1
3		X	0	0	1	1		1	1	1	1	0	0	1
4		X	0	1	0	0		0	1	1	0	0	1	1
5		X	0	1	0	1		1	0	1	1	0	1	1
6		X	0	1	1	0		1	0	1	1	1	1	1
7		X	0	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0
8		X	1	0	0	0		1	1	1	1	1	1	1
9		X	1	0	0	1		1	1	1	1	0	1	1
-		X	1	0	1	0		0	0	0	0	0	0	1
E		X	1	0	1	1		1	0	0	1	1	1	1
H		X	1	1	0	0		0	1	1	0	1	1	1
L		X	1	1	0	1		0	0	0	1	1	1	0
P		X	1	1	1	0		1	1	0	0	1	1	1
blank		X	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0

* The decimal point is set by bit D7 = 1

When the code B decode mode is used, the decoder looks only at the lower nibble of the data in the digit registers (D3-D0), disregarding bits D4-D6. D7, which sets the decimal point (SEG DP), is independent of the decoder and is positive logic (D7=1 turns the decimal point on). The code-B font is listed in Table 5.

When no-decode is selected, data bits D7-D0 correspond to the segment lines of the MAX7219. Table 6 shows the one-to-one pairing of each data bit to the appropriate segment line.

Table 6. No-decode Mode Data Bits and Corresponding Segment Lines



STANDARD 7-SEGMENT LED

	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CORRESPONDING SEGMENT LINE	DP	A	B	C	D	E	F	G

Intensity Control and Interdigit Blanking

The MAX7219 allows the display brightness to be controlled with an external resistor (R_{SET}) connected between V+ and ISET, and digitally using the intensity register. The peak current sourced from the segment drivers will nominaliy be 100 times the current entering ISET. This resistor can either be fixed, or variable to allow brightness adjustment from the front panel. Its minimum value should be 9.53kΩ, which typically sets the segment current at 37mA.

Digital control of segment current is provided by an internal pulse-width modulated DAC, which is loaded from the lower nibble of the intensity register. The DAC scales the average segment current in 16 steps from a maximum of 31/32, down to 1/32 of the peak current set by R_{SET}. The intensity register format is listed in Table 7. Maximum brightness occurs with a duty cycle of 31/32 because the interdigit blanking time is set to 1/32 of a cycle. Interdigit blanking time can be increased by decreasing the duty cycle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 7. Intensity Register Format (Address (Hex) = XA)

DUTY CYCLE	REGISTER DATA D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	(HEX CODE)
1/32 (min on)	X	X	X	X	0	0	0	0	X0
3/32	X	X	X	X	0	0	0	1	X1
5/32	X	X	X	X	0	0	1	0	X2
7/32	X	X	X	X	0	0	1	1	X3
9/32	X	X	X	X	0	1	0	0	X4
11/32	X	X	X	X	0	1	0	1	X5
13/32	X	X	X	X	0	1	1	0	X6
15/32	X	X	X	X	0	1	1	1	X7
17/32	X	X	X	X	1	0	0	0	X8
19/32	X	X	X	X	1	0	0	1	X9
21/32	X	X	X	X	1	0	1	0	XA
23/32	X	X	X	X	1	0	1	1	XB
25/32	X	X	X	X	1	1	0	0	XC
27/32	X	X	X	X	1	1	0	1	XD
29/32	X	X	X	X	1	1	1	0	XE
31/32 (max on)	X	X	X	X	1	1	1	1	XF

Scan-Limit Register

The scan-limit register sets how many digits are displayed, from 1 to 8. They are displayed in a multiplexed manner with a typical display scan rate of 1300Hz with 8 digits displayed. If fewer digits are displayed, the scan rate is $8f_{OSC}/N$, where N is the number of digits scanned. Since the number of scanned digits affects the display brightness, the scan-limit register should not be used to blank portions of the display (such as leading zero suppression). The scan-limit register format is listed in Table 8.

If the scan-limit register is set for three digits or less, individual digit drivers will dissipate excessive amounts of power. Consequently, the value of the R_{SET} resistor must be adjusted according to the number of digits displayed, to limit individual digit driver power dissipation. Table 9 lists the number of digits displayed and the corresponding maximum recommended segment current when the internal digit drivers are used.

Display-Test Register

The display-test register operates in two modes: normal and display test. Display-test mode turns all LEDs on by overriding – but not altering – all controls and digit registers (including the shutdown register). In display-test mode, 8 digits are scanned and the duty cycle is 31/32. Table 9 lists the display-test register format.

Table 8. Scan-Limit Register Format (Address (Hex) = XB)

	REGISTER DATA D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	(HEX CODE)
*DISPLAY DIGIT 0 ONLY	X	X	X	X	X	0	0	0	X0
*DISPLAY DIGITS 0 & 1	X	X	X	X	X	0	0	1	X1
*DISPLAY DIGITS 0 1 2	X	X	X	X	X	0	1	0	X2
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3	X	X	X	X	X	0	1	1	X3
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3 4	X	X	X	X	X	1	0	0	X4
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3 4 5	X	X	X	X	X	1	0	1	X5
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3 4 5 6	X	X	X	X	X	1	1	0	X6
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3 4 5 6 7	X	X	X	X	X	1	1	1	X7

* See "*Scan-Limit Register*" text for application.

Table 9. Maximum Segment Current for 1, 2 or 3 Digit Displays

NUMBER OF DIGITS DISPLAYED	MAXIMUM SEGMENT CURRENT
1	10mA
2	20mA
3	30mA

Table 10. Display-Test Register Format (Address (Hex) = XF)

	REGISTER DATA D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
NORMAL OPERATION	X	X	X	X	X	X	X	0
DISPLAY TEST MODE	X	X	X	X	X	X	X	1

Note: The MAX7219 remains in display-test mode (all LEDs on) until the display-test register is reconfigured for normal operation.

No-Op Register

The no-op register is used when cascading MAX7219s. Connect all devices' LOAD inputs together and connect DOUT to DIN on adjacent MAX7219s. DOUT is a CMOS logic level output that easily drives DIN of a successively cascaded MAX7219. Refer to the "*Serial Addressing Modes*" section for detailed information on serial input/output timing. For example, if four MAX7219s are cascaded, then to write to the fourth chip, send the desired 16-bit word, followed by three no-op codes (hex XOXX, see Table 2). When load goes high, data is latched in all devices. The first three chips receive no-op commands, and the fourth receives the intended data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Applications Information

Supply Bypassing and Wiring

To minimize power-supply ripple due to the peak digit driver currents, connect a 10µF electrolytic and a 0.1µF ceramic capacitor between V+ and GND as close to the device as possible. The MAX7219 should be placed in close proximity to the LED display, and connections should be kept as short as possible to minimize the effects of wiring inductance and electromagnetic interference. Also, both GND pins must be connected to ground.

Selecting R_{SET} Resistor and Using External Drivers

The current per segment is approximately 100 times the current in ISET. To select RSET, see Table 11. The MAX7219's maximum allowable segment current is 40mA. For an LED forward voltage drop of 2.5V, RSET must be greater than 9.53k. For segment current levels above the MAX7219 limits, external drivers will be needed. In this application, the MAX7219 serves as only a controller for other high-current drivers or transistors. Therefore, to conserve power in the MAX7219, use RSET = 47k when using external current sources as segment drivers.

The example in Figure 2 uses the MAX7219's segment drivers, a MAX333 single-pole double-throw analog switch, and external transistors to drive 4.0" AND4107SCL common-cathode displays. The 5.6V zener diode has been added in series with the decimal point LED because the decimal point LED forward voltage is typically 4.2V, while for all other segments the LED forward voltage is typically 8V. Note that since external transistors are used to sink current (DIG 0 and DIG 1 are used as logic switches), peak segment currents of 40mA are allowed even though only two digits are displayed. In applications where the MAX7219's digit drivers are used to sink current and fewer than four digits are displayed, see Table 9 which specifies the maximum allowable segment current. RSET must be selected accordingly (see Table 11).

Refer to the "Power Dissipation" section to calculate acceptable limits for ambient temperature, segment current, and the LED forward-voltage drop.

Table 11. RSET vs. Segment Current and LED Forward Voltage

	V_{LED} (V)				
I_{SEG} (mA)	1.5	2	2.5	3	3.5
40	11.3	10.4	9.8	8.9	7.8
30	16.3	15	14	12.9	11.4
20	26.2	24.6	22.8	20.9	18.6
10	60.1	56	51.7	47	41.9

Table 12. Package Thermal Resistance Data

PACKAGE	THERMAL RESISTANCE (θ_{JA})
24 Narrow DIP	+75°C/W
24 Wide SO	+85°C/W
24 CERDIP	+60°C/W
Maximum Junction Temperature (T_J) = +150°C	
Maximum Ambient Temperature (T_A) = +85°C	

Computing Power Dissipation

The upper limit for power dissipation (PD) for the MAX7219 is determined from the following equation:

$$PD = (V+ \times 8mA) + (V+ - V_{LED})(DUTY \times I_{SEG} \times N)$$

where:

V+ = Supply Voltage

DUTY = Duty Cycle set by intensity register

N = number of segments driven (worst case is 8)

V_{LED} = LED forward voltage

I_{SEG} = Segment Current set by RSET

Dissipation Example:

I_{SEG} = 40mA, N = 8, DUTY = 31/32, V_{LED} = 1.8V at 40mA, V+ = 5.25V

$$PD = 5.25V(8mA) + (5.25V - 1.8V)(31/32 \times 40mA \times 8)$$
$$= 1.11W$$

Thus, for a CERDIP package (θ_{JA} = +60C°/W from table 12), the maximum allowed ambient temperature T_A is given by:

$$T_J max = T_A + PD \times \theta_{JA}$$
$$+150°C = T_A + 1.11W \times +60°C/W$$
$$T_A = +83.4°C$$

Cascading Drivers

The example in Figure 3 drives 16 digits using a 3-wire µP interface. If the number of digits is not a multiple of 8, set both drivers' scan-limit registers to the same number so one display will not appear brighter than the other. For example, if 12 digits are needed, use 6 digits per display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

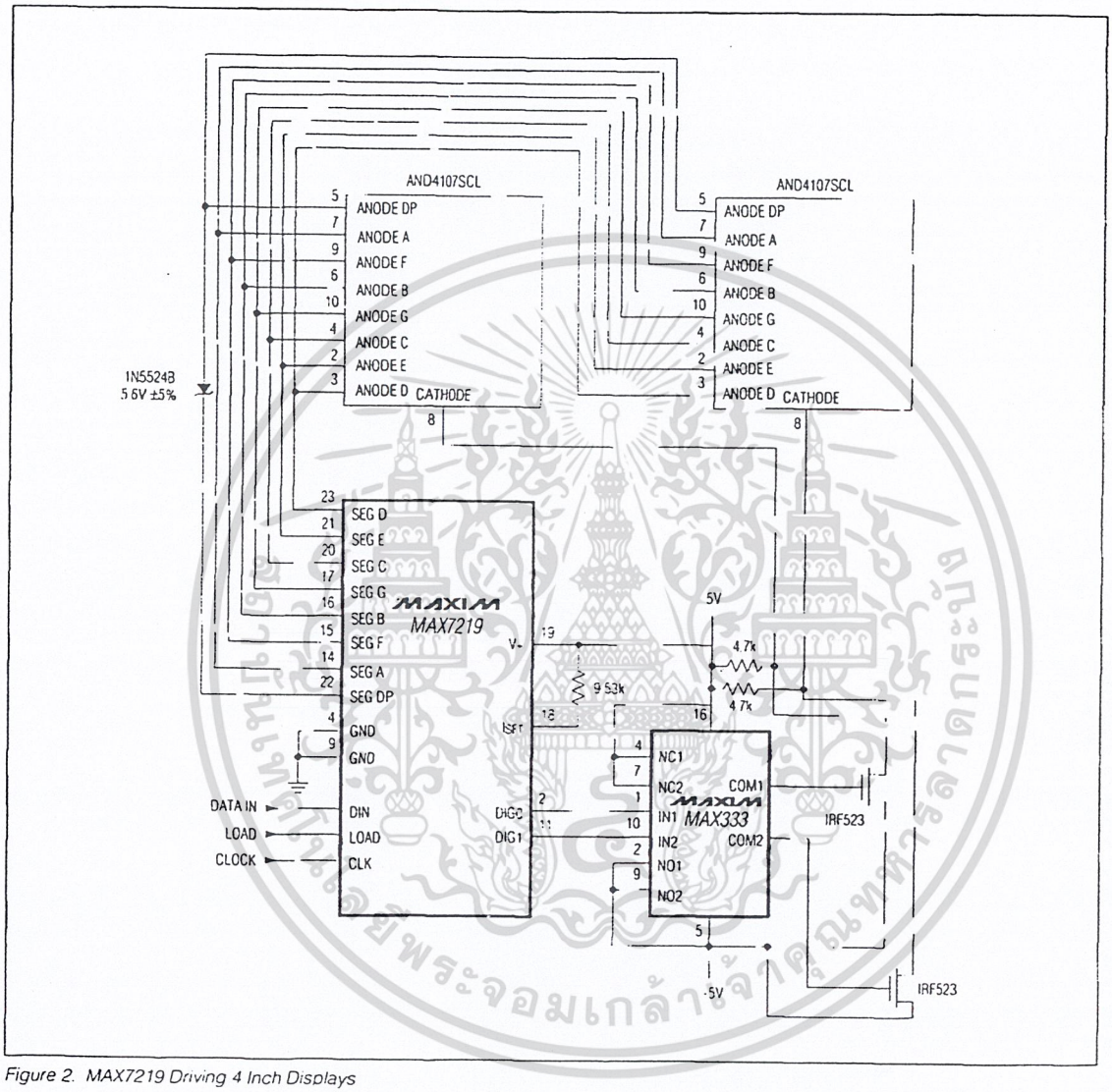


Figure 2. MAX7219 Driving 4 Inch Displays

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

with both scan-limit registers set for 6 digits so that both displays have a 1/6 duty cycle per digit. If 11 digits are needed, set both scan-limit registers for 6 digits and leave one digit driver unconnected. If one display is set for 6 digits and the other for 5 digits, the second display will appear brighter because its duty cycle per digit will be 1/5 while the first display's will be 1/6. Refer to the "No Op Register" section for additional information.

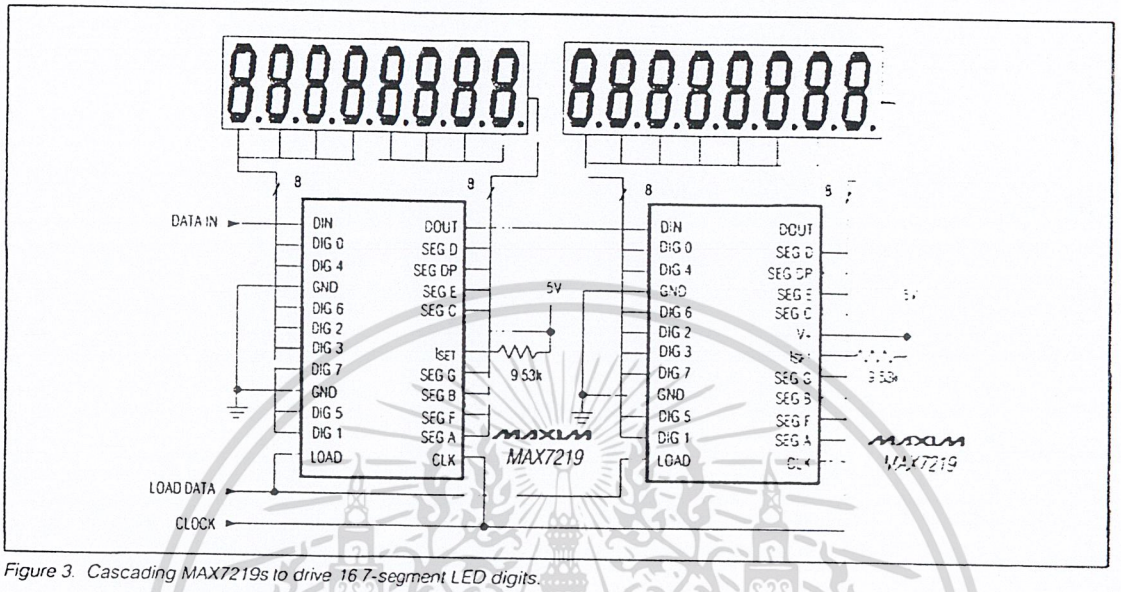
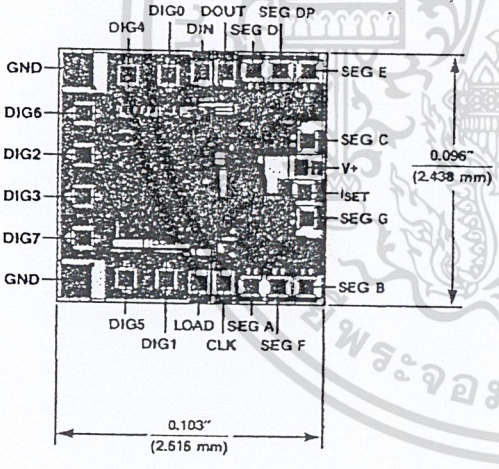


Figure 3. Cascading MAX7219s to drive 16 7-segment LED digits.

Chip Topography



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ อาจารย์พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำแนะนำพร้อมทั้งคำปรึกษา ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขจนรายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่งสอนมาตั้งแต่ต้นจนทำให้ผู้จัดทำโครงงานมีโอกาสเขียนรายงานฉบับนี้ได้สำเร็จ

นายกวิศ เกษตรภิบาล

นางสาวศิริมา เยาวยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. อุดม จีนประดับ, “ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 256 หน้า , 2541
2. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตย์พงษ์, “ วงจรพั้ลส์และสวิตชิ่ง ”, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 360 หน้า , 2539
3. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), ” รวมโครงงานอิเล็กทรอนิกส์เล่ม 6 ”, 152 หน้า , 2536
4. McGraw-Hill ,” Theory and Problems Of Digital Principles Second Edition ” Roger L. Tokheim, M.S. 323 p. , 1988 .
5. บริษัท อินโนโวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด,” เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างง่ายด้วยเบสิกแสตมป์ 2SX ”, 379 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้