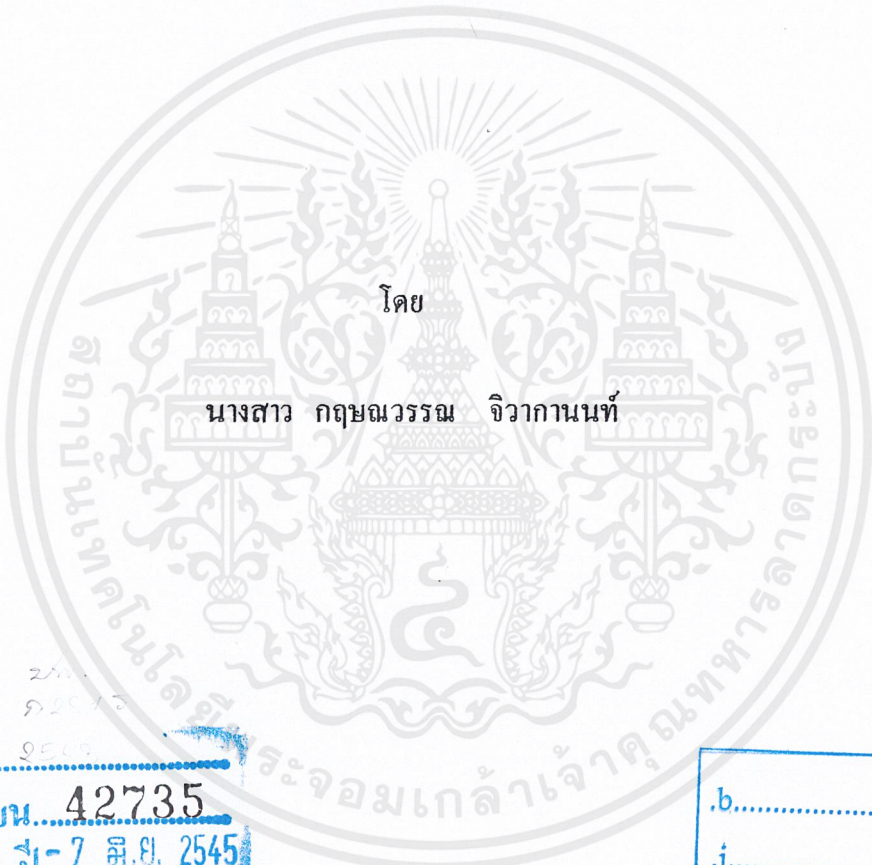


ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

A CLOSED CIRCUIT TELEVISION SYSTEM



โดย

นางสาว กฤษณวรรณ จิวากานนท์

2/11/2543
ค. 2543
๑๕๐๖

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน... 42735
วัน, เดือน, ปี... 7 ส.ย. 2543

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรทัศน์วงจรปิด
A CLOSED CIRCUIT TELEVISION SYSTEM



ปริญญาานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

(A Closed Circuit Television System)

ผู้จัดทำ

1.นางสาว

กฤษณวรรณ

จิตวานนท์

40010018



ลงชื่อ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.พลผดุง ผดุงกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

(A Closed Circuit Television System)

นางสาว กฤษณวรรณ จิวากานนท์ 40010018

โครงการนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



(ผศ.พลผดุง ผดุงกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

นางสาว กฤษณวรรณ จิวากานนท์
ผศ. พลผดุง ผดุงกุล (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ การนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบควบคุมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการเลือกช่องสัญญาณภาพจากกล้องวิดีโอ 16 เครื่อง เพื่อดึงภาพออกโทรทัศน์ 2 เครื่อง แต่ละเครื่องจะสามารถเลือกสัญญาณภาพจากกล้องใดก็ได้เป็นอิสระจากกัน และใช้การสื่อสารอนุกรมระบบมัลติโปรเซสเซอร์โดยใช้มาตรฐาน RS-485 ในการควบคุมสแตมป์มอเตอร์เพื่อควบคุมการแพนกล้องวิดีโอ ให้สามารถแพนกล้องได้ทั้งในแนวราบและแนวตั้ง ได้พร้อมกัน

A CLOSED CIRCUIT TELEVISION SYSTEM

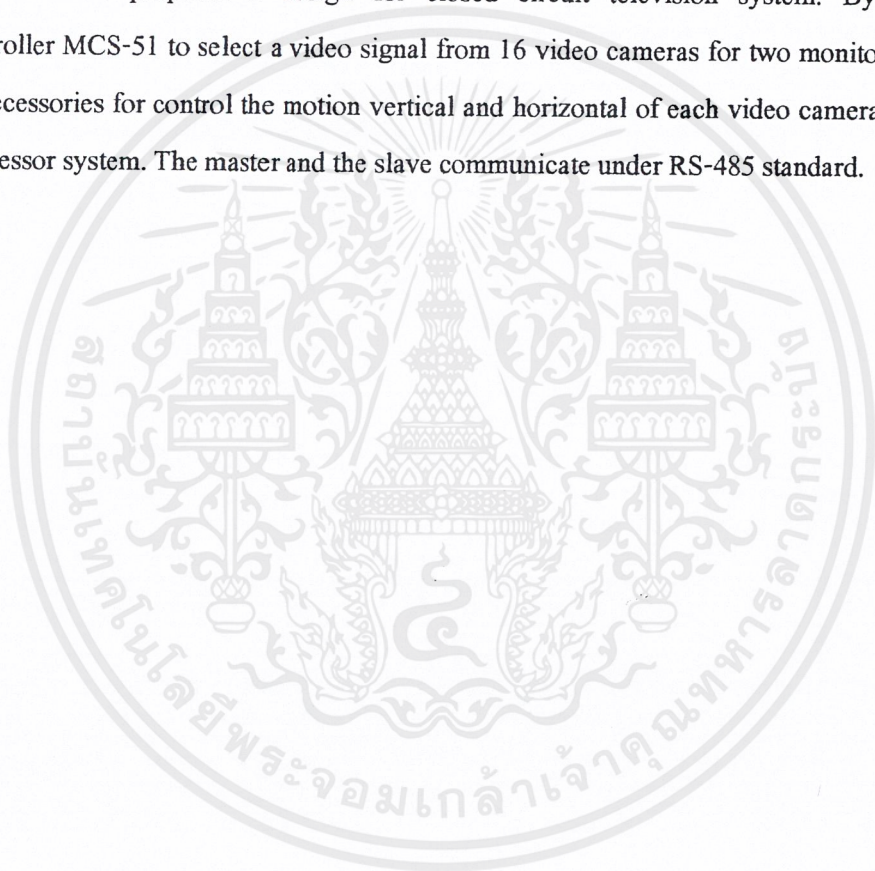
Ms. Kritsanawan Givaganont

Mr. Polphadung Phadungkul(Advisor)

2000

ABSTRACT

This thesis proposes a design for closed circuit television system. By using a microcontroller MCS-51 to select a video signal from 16 video cameras for two monitors. And is also the accessories for control the motion vertical and horizontal of each video camera by using multi-processor system. The master and the slave communicate under RS-485 standard.



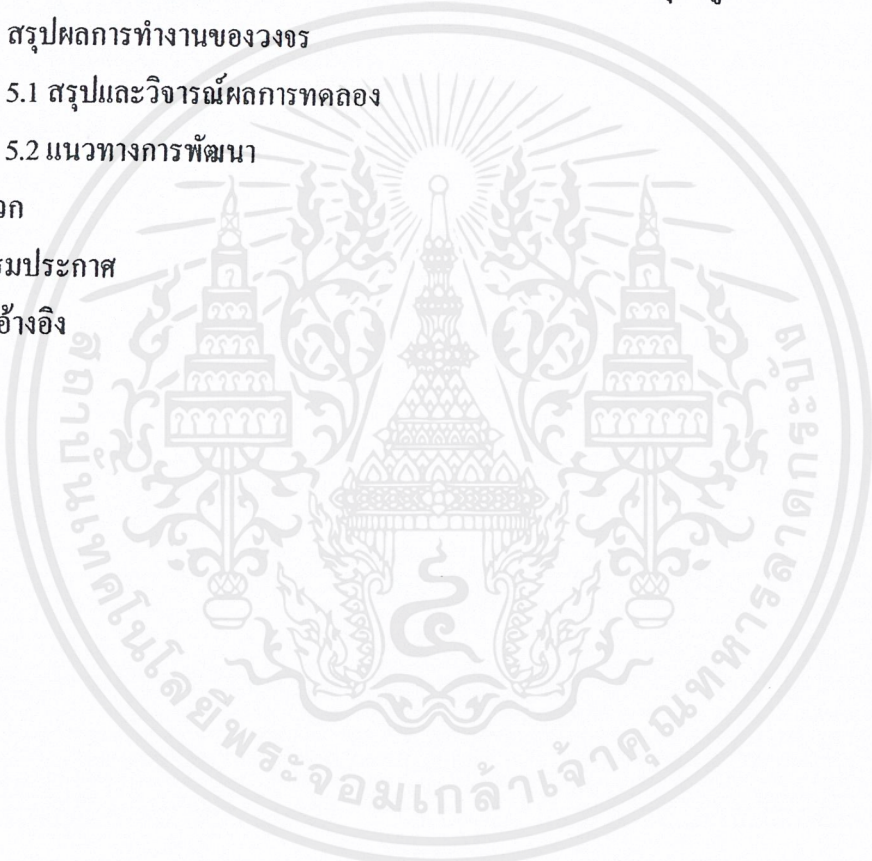
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VII
บทที่1 บทนำ	1
บทที่2 ทฤษฎี	2
2.1 สเตปปีงมอเตอร์(Stepping Motor)	2
2.2 การทำงานของสเตปมอเตอร์	2
2.2.1 หลักการทำงานของสเตปมอเตอร์โดยทั่วไป	3
2.2.2 สเตปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร	4
2.3 การคอนโทรลสเตปปีงมอเตอร์	5
2.4 วงจรขับของสเตปปีงมอเตอร์(Stepping Motor Drive Circuit)	7
2.5 การสื่อสารข้อมูลแบบอซิงโครนัส(Asynchronous)	8
2.6 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมของ MCS-51	8
2.6.1 วิธีสแตนด์บายการทำงานของพอร์ตอนุกรม SCON	10
2.6.2 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม MCS-51	11
2.7 มาตรฐาน RS-485	12
2.7.1 ลักษณะมาตรฐาน RS-485	12
2.7.2 สายสัญญาณที่ใช้กับ RS-485	12
2.8 โครงสร้างไอซีเบอร์ DS75176	14
บทที่3 แนวทางการออกแบบ	16
3.1 การออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware)	13
3.1.1 การออกแบบในส่วนของตัวแม่	17
3.1.2 ส่วนของตัวลูก	19
3.2 การออกแบบในส่วนของโปรแกรม	19
3.2.1 การโปรแกรมส่วนของตัวแม่	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

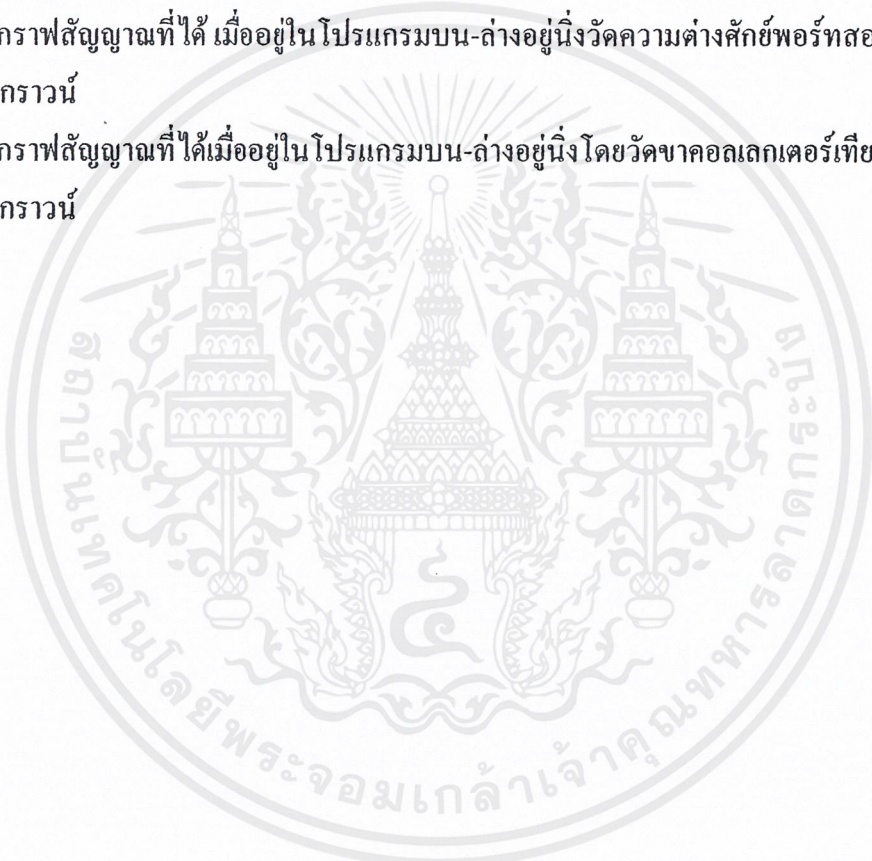
3.2.2 การโปรแกรมส่วนของตัวลูก	20
บทที่4 การทดลอง	24
4.1 ลักษณะสัญญาณภาพที่เข้าสู่ห้องรับสัญญาณ	24
4.1 ลักษณะสัญญาณภาพที่ออกมาจากอุปกรณ์เลือกสัญญาณภาพ	24
4.3 ลักษณะสัญญาณ และความถี่ที่ได้เมื่อมอเตอร์ซ้าย-ขวาเคลื่อนที่	25
4.4 ลักษณะสัญญาณ และความถี่ที่ได้เมื่อมอเตอร์บน-ล่างเคลื่อนที่	26
4.4 ลักษณะสัญญาณ และความถี่ที่ได้เมื่อมอเตอร์บน-ล่างหยุดอยู่กับที่	27
บทที่5 สรุปผลการทำงานของวงจร	28
5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	28
5.2 แนวทางการพัฒนา	28
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	



สารบัญรูปภาพ

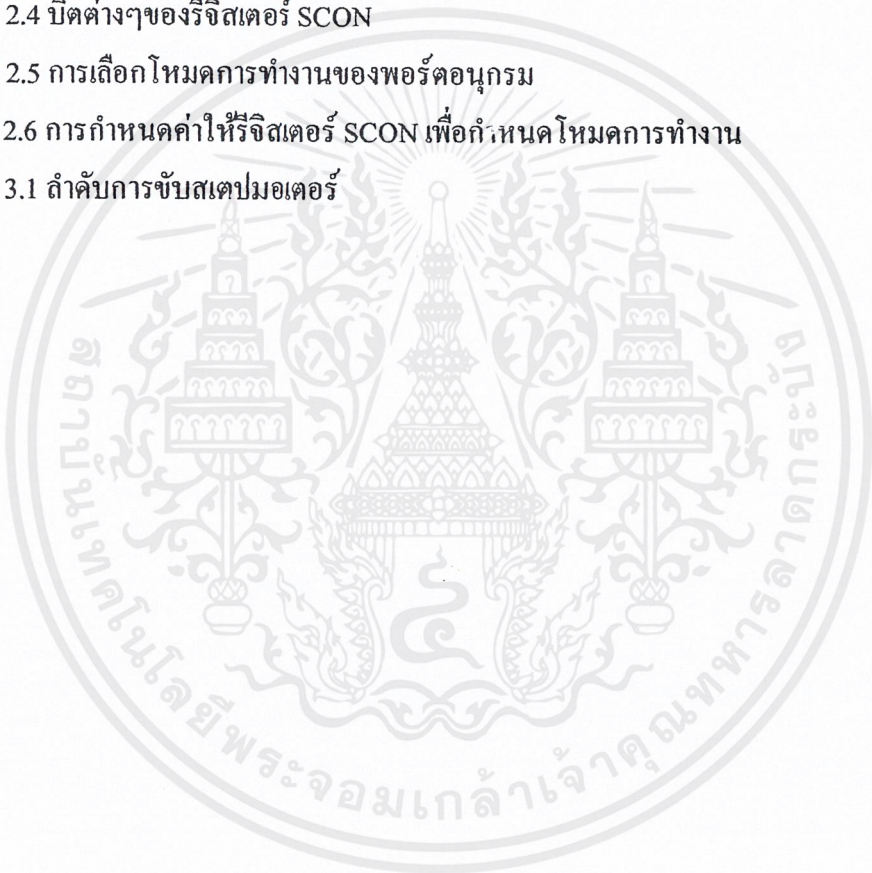
	หน้า
รูปที่2.1 ตัวคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานของสเตปมอเตอร์	2
รูปที่2.2 แสดงถึงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ	3
ก) สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากแม่เหล็กถาวร	
ข) สนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแส I	
ค) ขั้วแม่เหล็กกลับทิศทางเมื่อขดลวดถูกพันกลับทิศทางและทิศการไหลของกระแสไม่เปลี่ยนแปลง	
รูปที่2.3 แสดงแรงดึงดูดทำให้เกิทธอร์คที่หมุนอาร์มาร์เจอร์ให้ไปอยู่ที่ตำแหน่งสมดุลย์	4
รูปที่2.4 โครงสร้างของสเตปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร มี 4 เฟส และแต่ละเฟสพันด้วยขดลวดบน 2 ขั้วของสเตเตอร์มุมสเตปเท่ากับ 45°	4
รูปที่2.5 วงจรสวิตซ์ให้แต่ละเฟสนำกระแสด้วยดีซีเฟาเวอร์	5
รูปที่2.6 ลักษณะวงจรขับแบบยูนิโพลาร์อย่างง่าย	7
รูปที่2.7 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอซิงโครนัส(Asynchronous)	9
รูปที่2.8 ตัวขับ RS-485	13
รูปที่2.9 ระดับสัญญาณของ RS-485	13
รูปที่2.10 โครงสร้างภายในและตำแหน่งขาของ DS 75176	14
รูปที่2.11 การเชื่อมต่อแบบหลายจุดของ RS-485	15
รูปที่3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ	16
รูปที่3.2 ลักษณะสวิตซ์ของ CD-4066	17
รูปที่3.3 การเลือกช่องสัญญาณเข้า 16 ออก 2	18
รูปที่3.4 การต่อ 7-เซกเมนต์ เพื่อแสดงผล	18
รูปที่3.5 แสดงพัลส์ลำดับการขับสเตปมอเตอร์แบบสองเฟส	21
รูปที่ 3.6 โพลัวริตี้แสดงการทำงานของตัวแม่!	22
รูปที่ 3.7 โพลัวริตี้แสดงการทำงานของตัวลูก	23
รูปที่4.1 ลักษณะสัญญาณภาพที่ออกจากกล้องวีดีโอ	24
รูปที่4.2 ลักษณะสัญญาณภาพที่ออกมาจาก ไอซีCD4066	24
รูปที่4.3 กราฟสัญญาณที่ได้ เมื่ออยู่ในโปรแกรมหมุนซ้าย-ขวาวัดความต่างศักย์พอร์ทสองเทียบกราวน์	25

	หน้า
รูปที่4.4 กราฟสัญญาณที่ได้เมื่ออยู่ในโปรแกรมหมุนซ้าย-ขวาโดยวัดขาคอลเลกเตอร์เทียบกับ กราวน์	25
รูปที่4.5 กราฟสัญญาณที่ได้ เมื่ออยู่ใน โปรแกรมหมุนบน-ล่างวัดความต่างศักย์พอร์ทสองเทียบ กราวน์	26
รูปที่4.6 กราฟสัญญาณที่ได้เมื่ออยู่ใน โปรแกรมหมุนบน-ล่างโดยวัดขาคอลเลกเตอร์เทียบกับ กราวน์	26
รูปที่4.7 กราฟสัญญาณที่ได้ เมื่ออยู่ใน โปรแกรมบน-ล่างอยู่นิ่งวัดความต่างศักย์พอร์ทสองเทียบ กราวน์	27
รูปที่4.8 กราฟสัญญาณที่ได้เมื่ออยู่ใน โปรแกรมบน-ล่างอยู่นิ่งโดยวัดขาคอลเลกเตอร์เทียบกับ กราวน์	27



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ4เฟส ทีละ 1 เฟส	6
ตารางที่ 2.2 แสดงการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ4เฟส ทีละ 2 เฟส	6
ตารางที่ 2.3 แสดงการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ4เฟส แบบทีละ1- 2 เฟสสลับกัน (แบบ 1/2 สเตป)	6
ตารางที่ 2.4 บิตต่างๆของรีจิสเตอร์ SCON	9
ตารางที่ 2.5 การเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม	9
ตารางที่ 2.6 การกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์ SCON เพื่อกำหนดโหมดการทำงาน	10
ตารางที่ 3.1 ลำดับการขับเคลื่อนมอเตอร์	15



บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันระบบโทรทัศน์วงจรปิดเป็นระบบที่รู้จักกันดีและใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะในระบบรักษาความปลอดภัยนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง โครงการชิ้นนี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบโทรทัศน์วงจรปิด เพื่อประยุกต์ใช้กับกล้องวิดีโอที่มีอยู่จัดทำเป็นระบบโทรทัศน์วงจรปิดอย่างง่าย โดยออกแบบให้ผู้ใช้สามารถควบคุมกล้องวิดีโอจำนวน 16 ตัวจากระยะไกล สามารถเลือกแสดงสัญญาณภาพจากกล้องวิดีโอทั้ง 16 ตัวออกโทรทัศน์ 2 เครื่อง โดยแต่ละเครื่องสามารถเลือกดูภาพจากกล้องวิดีโอตัวใดก็ได้ในทั้ง 16 ตัว นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้องผ่านทางสวิทช์ที่ติดตั้งไว้ได้

โครงการนี้ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ควบคุมการเลือกช่องสัญญาณวิดีโอ ตลอดจนควบคุมการหมุนของสเตปมอเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมทิศทางการเคลื่อนไหวของฐานกล้อง โดยการใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบมัลติโพรเซสเซอร์(Multiprocessor) นั่นคือ จะมีตัวแม่ (Master) 1 ตัว ทำหน้าที่เลือกสัญญาณวิดีโอและติดต่อส่งสัญญาณควบคุมให้แก่ตัวลูก(Slave) ที่ทำหน้าที่ควบคุมฐานกล้องทั้ง 16 ตัว โดยใช้มาตรฐาน RS-485 โปรแกรมการควบคุมฐานของกล้องจะได้รับการออกแบบให้สามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งในแกนนอนและแกนตั้ง โดยสามารถควบคุมให้เคลื่อนไหวทั้งสองแกนได้พร้อม ๆ กันในระยะมุมที่ต้องการ เพื่อส่งภาพกลับมาได้ในมุมที่กว้างพอสมควรและมีกรเคลื่อนไหวที่ไม่ติดขัด

บทที่ 2

ทฤษฎี

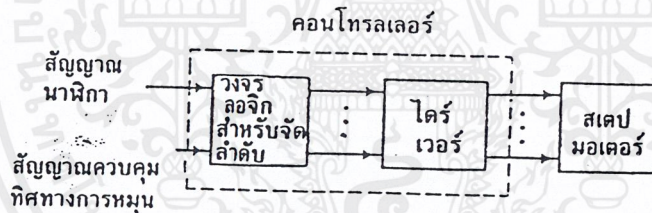
2.1 สเตปปีงมอเตอร์ (Stepping motor)

สเตปปีงมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่มีการหมุนเฟลาเป็นสเตป มีลักษณะดังนี้

- ป้อนอินพุตด้วยพัลส์ที่มีความถี่ค่าหนึ่ง
- จะสเตปไปหนึ่งสเตปในแต่ละพัลส์
- ขนาดของสเตปขึ้นอยู่กับกรอกแบบสเตปมอเตอร์

2.2 การทำงานของสเตปมอเตอร์

ขึ้นอยู่กับพัลส์ที่ป้อนให้กับขดลวด เฟสของมันในลำดับถูกต้องด้วย วงจรลอจิกสำหรับจัดลำดับ (Sequencer logic) ด้วยกระแสที่เพียงพอ โดยวงจรขับ (Driver) ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.1 ตัวคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานของสเตปมอเตอร์

จากรูปที่ 2.1 สเตปมอเตอร์จะทำงานเมื่อเราป้อน

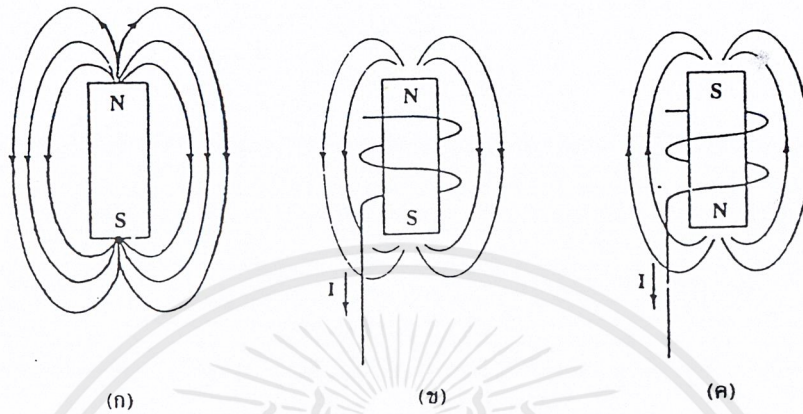
- สัญญาณพัลส์นาฬิกา (clock pulse)
- อินพุตสำหรับควบคุมทิศทางการหมุน

คอนโทรลเลอร์ของสเตปมอเตอร์จะอินเตอร์เฟสได้โดยตรงกับไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์

สเตปมอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งของโหลดได้อย่างเที่ยงตรงมากเนื่องจากแต่ละอินพุตพัลส์จะทำให้สเตปมอเตอร์เคลื่อนที่ไปหนึ่งสเตปอย่างเที่ยงตรง

2.2.1 หลักการทำงานของสเตปมอเตอร์โดยทั่วไป

รูปที่ 2.2 แสดงหลักการพื้นฐานของเส้นแรงแม่เหล็ก



รูปที่ 2.2 แสดงถึงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ

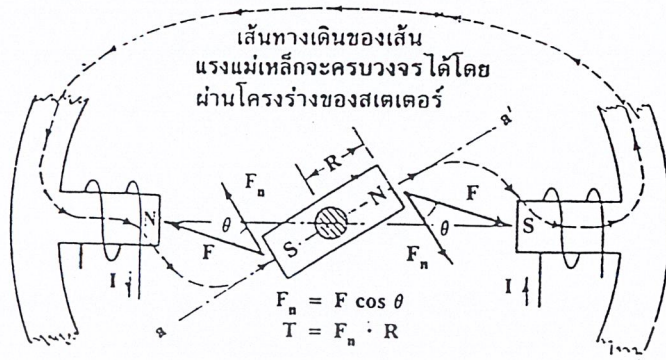
- ในรูป ก. สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากแม่เหล็กถาวร
 ข. สนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแส I
 ค. ขั้วแม่เหล็กกลับทิศทางเมื่อขดลวดถูกพันกลับทิศทางและทิศการไหลของกระแสไม่เปลี่ยนแปลง

ในรูปที่ แท่งแม่เหล็กถาวรติดอยู่บนเพลาหมุน ได้อิสรระเหมือนอาร์มาเจอร์ มีขั้วแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ขั้ว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงโลหะที่เป็นสเตเตอร์(stator)

ในรูปที่ ตำแหน่งของแกนอาร์มาเจอร์แม่เหล็กคือ a-a' ซึ่งต่างไปจากตำแหน่งแกนขั้วของแม่เหล็กไฟฟ้าเล็กน้อยเป็นมุม θ

แรงแม่เหล็กที่เกิดจากการดึงดูดของขั้วแม่เหล็กที่ต่างกันทำให้เกิดส่วนของแรงปกติ

$F_n = F \cos \theta$ (แรงนี้ตั้งฉากกับแกน a-a') ทอร์กผลรวม $T = F_n R$ (ทำให้อาร์มาเจอร์ หมุนไปทิศทาง CW (clock wise) จนกว่าแกนของอาร์มาเจอร์ a-a' จะอยู่ในแกนเดียวกับแกนขั้วของสเตเตอร์

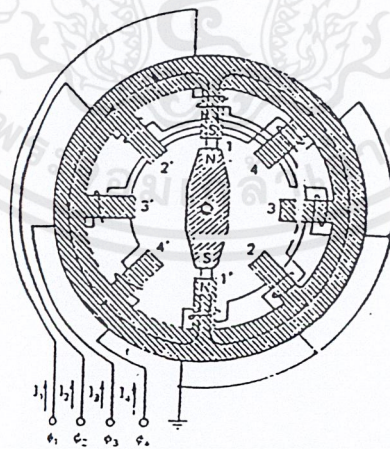


รูปที่ 2.3 แสดงแรงดึงดูดทำให้เกิดทอร์กที่หมุนอาร์มเจอร์ให้ไปอยู่ที่ตำแหน่งสมมูลย์

2.2.2 สเตปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร

โครงสร้างของสเตปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรแสดงได้ในรูปที่ 2.4 รูปที่ 2.4 เป็นสเตปมอเตอร์แบบ 4 เฟส แต่ละเฟสเป็นขดลวดอยู่บน 2 ขั้วของสเตเตอร์ ดังนั้นในการออกแบบนี้ต้องมีสเตเตอร์ 8 ขั้ว

โรเตอร์ทำจากแม่เหล็กถาวรและอยู่ในแนวของขั้วสเตเตอร์ 1 และ 1' มันหยุดอยู่ที่ตำแหน่งนี้ได้ด้วยกระแส I_1 ที่ไหลอยู่ในเฟส 1



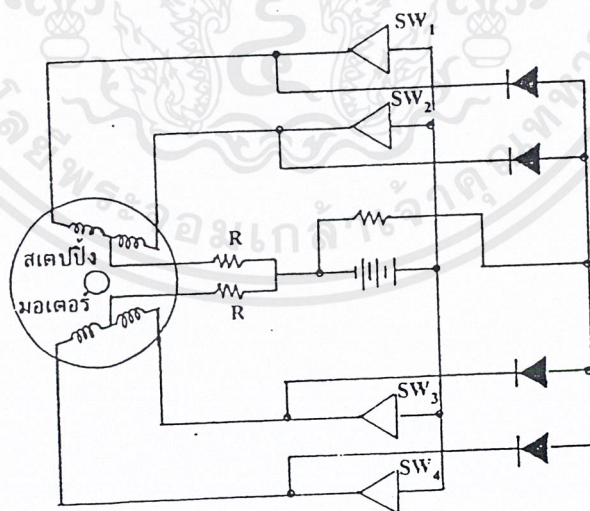
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของสเตปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร มี 4 เฟส และแต่ละเฟสพันด้วยขดลวดบน 2 ขั้วของสเตเตอร์มุมสเตปเท่ากับ 45°

ขดลวดของเฟส (1-4-3-2 ตามลำดับ) จะได้รับพลังงานด้วยกระแสพัลส์ที่สอดคล้องกัน $I_1, I_4, I_3,$ และ I_2 (กระแสแต่ละเฟสจะไหลในทิศทางที่แสดงในไดอะแกรม) แต่ละสเตปโรเตอร์จะหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา 45° ($360/8$)

เมื่อขั้วเหนือของโรเตอร์ (แม่เหล็กถาวร) หมุนไปถึงขั้วของสเตเตอร์หมายเลข 2 ลำดับการจับขดลวดเฟสของสเตปมอเตอร์คือ 1-4-3-2 จะต้องกระทำเหมือนเดิม(เพื่อให้อิมอเตอร์หมุนไปตามเข็มนาฬิกาอีก 180°) ยกเว้นเราต้องการให้หมุนกลับทิศทางใน 180° ที่เหลือด้วยการป้อนกระแสกลับทิศทางเพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำเป็นขั้วใต้ที่ขั้วสเตเตอร์ 1',4',3' และ 2' ตามลำดับ (ทิศทางกระแสดังรูปที่ 2.4

2.3 การคอนโทรลสเตปมอเตอร์

สเตปมอเตอร์เปรียบเหมือนทรานสดิวเซอร์แบบแปลงไฟฟ้าไปเป็นเชิงกลซึ่งมีอินพุตเป็นกลุ่มของไบนารีโวลต์แดง และเอาต์พุตเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ในเชิงมุมเป็นสเตป การใช้งานสเตปมอเตอร์ในแต่ละตัวนั้นสามารถกำหนดรูปแบบการทำงานได้ในหลายรูปแบบ เช่น การเลือกใช้ตารางขับเฟส การกำหนดความเร็ว ตลอดจนการกำหนดจำนวนสเตป ซึ่งสามารถควบคุมลักษณะการหมุนได้โดยลำดับการป้อนกระแสเข้าสู่แต่ละเฟส และควบคุมความเร็วโดยควบคุมความถี่ของการป้อนกระแส ลักษณะวงจร สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วงจรสวิตซ์ให้แต่ละเฟสนำกระแสด้วยดีซีเฟาเวอร์

การขับสเตปมอเตอร์ แม่เหล็กถาวรแบบ 4 เฟส สามารถแสดงรูปแบบการขับได้ 3 รูปแบบ คือขับทีละ 1 เฟส ขับทีละ 2 เฟส และขับทีละ $1/2$ เฟส ดังตาราง

เฟส \ สเตป	1	2	3	4	1
ϕ_1	0	0	0	1	0
ϕ_2	1	0	0	0	1
ϕ_3	0	1	0	0	0
ϕ_4	0	0	0	0	0
ทวนเข้ามา	→				
ตามเข้ามา	←				

ตารางที่ 2.1 แสดงการจับมอเตอร์แบบ 4 เฟส ทีละ 1 เฟส

เฟส \ สเตป	1	2	3	4	1
ϕ_1	1	0	0	1	1
ϕ_2	1	1	0	0	1
ϕ_3	0	1	1	0	0
ϕ_4	0	0	1	1	0
ทวนเข้ามา					
ตามเข้ามา					

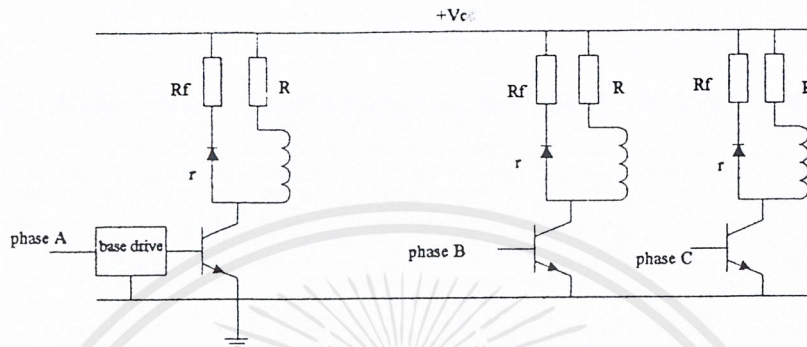
ตารางที่ 2.2 แสดงการจับมอเตอร์แบบ 4 เฟส ทีละ 2 เฟส

เฟส \ สเตป	1	2	3	4	5	6	7	8	1
ϕ_1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
ϕ_2	0	1	1	1	0	0	0	0	0
ϕ_3	0	0	0	1	1	1	0	0	0
ϕ_4	0	0	0	0	0	1	1	1	0
ทวนเข้ามา	→								
ตามเข้ามา	←								

ตารางที่ 2.3 แสดงการจับมอเตอร์แบบ 4 เฟส แบบทีละ 1-2 เฟสสลับกัน (แบบ 1/2 สเตป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วงจรขับสเตปป์มอเตอร์(Stepping motor-The drive circuit)



รูปที่ 2.6 ลักษณะวงจรขับแบบยูนิโพลาร์อย่างง่าย

วงจรขับแบบยูนิโพลาร์ (Unipolar Drive circuit) อย่างง่ายดังรูปที่มีหลักการการทำงานคือแต่ละ เฟส จะถูกกระตุ้นด้วยวงจรที่แยกกัน ซึ่งควบคุมด้วยสัญญาณควบคุมพลังงานต่ำ phase winding จะถูกกระตุ้นเมื่อทรานซิสเตอร์ saturate โดยกระแสเบสสูงๆ สามารถคำนวณหากระแส winding ได้จาก

$$V_{cc} = I (R+r)$$

โดยทั่วไป phase winding สามารถพิจารณาได้ว่าเป็น ขดลวดเหนี่ยวนำตัวเดียว ค่า time constant จะนานมาก การสร้างกระแส build-up จะช้าเกินไปเมื่อมีการใช้งานในความถี่สูงๆ สามารถแก้ไขได้โดยการใส่ forcing resistance ตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของความถี่ที่ป้อนให้ ทำให้ใช้งานได้ในระดับความเร็วที่สูงขึ้น

กระแส เฟสของขดลวดเหนี่ยวนำไม่สามารถหยุดได้ทันที ถ้ากระแสเบสของทรานซิสเตอร์หยุดลงทันที ความต่างศักย์เหนี่ยวนำที่มีค่ามากจะตกอยู่ระหว่างขาคอลเลกเตอร์และอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ บางอาจเป็นผลเสียต่อวงจรขับ สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการสร้างทางเดินกระแสขึ้นใหม่โดยการใส่ Free-wheeling circuit สำหรับกระแสเฟส เพื่อให้ไหลได้เมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ off ค่า ความต่างศักย์คร่อมขาคอลเลกเตอร์และอิมิตเตอร์ $[V_{ce(max)}]$ โดยไม่คิดความต่างศักย์ของ Free-wheeling diode คือ

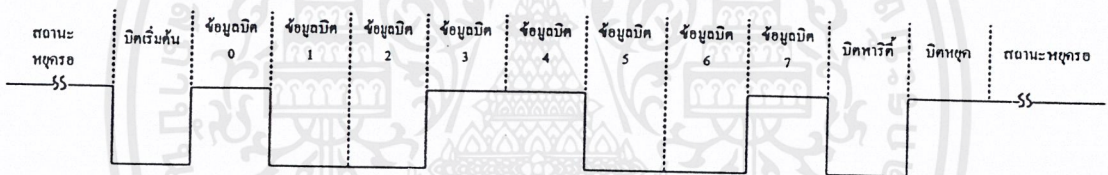
$$V_{ce(max)} = V_{cc} + R_f I$$

2.5 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส(Asynchronous)

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส คือการรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกาที่ร่วมด้วยเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous) แต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า บอเดอเรท (Baud rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. บิตเริ่มต้น จะมีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลอนุกรม จะมีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตีจะมีขนาด 1 บิต หรือไม่มี
4. บิตปิดท้ายจะมีขนาด 1,1.5 หรือ 2 บิต



รูปที่ 2.7 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

จากรูปที่ แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีข้อมูลที่จะส่งขาข้อมูล จะมีสถานะลอจิก “1” จะเรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุด การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขาข้อมูลมีลอจิก “0” ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต ซึ่งจะเรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มต้นจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อน ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่ส่งอาจมีจำนวนบิต 5,6,7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นตามด้วยบิตพาริตี ซึ่งใช้ตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตสุดท้าย ซึ่งจะให้ขาข้อมูลมีสถานะลอจิก “1” อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1,1.5 หรือ 2 บิต เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

2.6 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Port) ที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex อยู่ 1 พอร์ต การรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex คือพอร์ตอนุกรมสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน การควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมทางด้านส่งและรับข้อมูล ทำโดยการกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมชื่อ SCON

2.6.1 รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม SCON (Serial Port Control Register)

รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม SCON เป็นรีจิสเตอร์เฉพาะที่ทำหน้าที่ควบคุมโมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม และเป็นบิตที่เก็บข้อมูลบิตที่ 9 ของการรับส่งข้อมูล (บิต TB8 และ RB8) และมีแฟลคของการร้องขออินเทอร์รัพท์ของพอร์ตอนุกรมรวมอยู่ด้วย บิตต่างๆดังแสดงในตารางที่ การควบคุมการทำงานเราจะกำหนดบิตต่างๆในรีจิสเตอร์ตัวนี้ด้วยคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลหรือใช้คำสั่งการเซตหรือเคลียบิตก็ได้ เนื่องจากรีจิสเตอร์ SCON อ้างตำแหน่งแบบบิตได้

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	T1	RI

SCON : Serial Port Control Register

ตารางที่ 2.4 บิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ SCON

ความหมายของบิตต่างๆในรีจิสเตอร์ SCON เป็นดังนี้

SM0 และ SM1 : เป็นบิตกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม ซึ่งมี 4 โหมด ดังนี้

SM0	SM1	โหมด	การทำงาน	อัตราการรับส่ง
0	0	0	Shift register	$f_{osc}/12$
0	1	1	8 bit UART	Variable
1	0	2	9 bit UART	$f_{osc}/32$ หรือ $f_{osc}/32$
1	1	3	9 bit UART	Variable

ตารางที่ 2.5 การเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม

SM2 : เป็นบิตควบคุมการทำงานในลักษณะการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวเข้าด้วยกัน สำหรับการใช้งานในโหมด 2 หรือ โหมด 3 เป็นดังนี้

SM2 = 1 จะทำให้แฟลกอินเตอร์รัพท์ทางค่านรับ (RI) ไม่ถูกเซต เมื่อรับข้อมูลเข้ามาแล้วมีค่าบิตที่ 9 เป็น 0 (อยู่ในบิต R8) สำหรับการทำงานในโหมด 1 ถ้าเซต SM2 = 1 แฟลกอินเตอร์รัพท์ทางค่านรับ (แฟลก RI) จะไม่ถูกเซตหากข้อมูลที่รับเข้ามาไม่มี STOP BIT การใช้งานในโหมด 0 ต้องกำหนดให้ SM2=0

REN : เซตหรือรีเซตด้วยตัวซอฟต์แวร์ เป็นตัวควบคุมการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรมดังนี้

1 = ให้มีการรับข้อมูล

0 = ไม่ให้มีการรับข้อมูล

TB8 : เป็นบิตข้อมูลบิตที่ 9 ที่ต้องการส่งในโหมด 2 และ 3 สามารถเซตหรือเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

RB8 : เป็นบิตเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาบิตที่ 9 ในโหมด 2 หรือ 3 สำหรับการทำงานในโหมด 1 หากกำหนดให้ บิต SM2 = 0 บิต RB8 จะ เป็นค่าของ stop bit ที่รับเข้ามา สำหรับโหมด 0 ไม่มีการใช้ RB8

TI : แฟลกของการอินเตอร์รัพท์ด้านส่งข้อมูล แฟลกนี้จะถูกเซตด้วยฮาร์ดแวร์เมื่อจบการส่งข้อมูลด้วยบิตที่ 8 ในโหมด 0 หรือเมื่อเริ่มต้นส่ง stop bit ในโหมด 1, 2 หรือ 3 เราต้องเคลียร์แฟลกนี้ด้วยซอฟต์แวร์ เมื่อจบโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ของการส่งข้อมูลแล้ว

การเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม สามารถกำหนดโหมดต่างๆ ได้ดังตารางที่

mode	รีจิสเตอร์ SCON	บิต SM2 Variation
0	10H	Single processor Environment (SM2 = 0)
1	50H	
2	90h	
3	D0H	
0	N/A	Multiprocessor Environment (SM2 = 1)
1	70H	
2	B0H	
3	F0H	

ตารางที่ 2.6 การกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ SCON เพื่อเลือกโหมดการทำงาน

การส่งและรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรมจะมีรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลอยู่ 1 ตัวคือ รีจิสเตอร์ SBUF การส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำโดยการใส่ข้อมูลลงในรีจิสเตอร์ SBUF การอ่านข้อมูลจากภายนอกที่รับเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมจะอ่านจากรีจิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ SBUF เช่นกัน วงจรด้านรับจะมีบัฟเฟอร์ขนาด 1 ไบต์ ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่รับเข้ามา ประกอบอยู่ใน (การมีบัฟเฟอร์รับข้อมูลทำให้ด้านรับสามารถรับข้อมูลไบต์ที่ 2 เข้ามาได้ทันที หลังจากข้อมูลไบต์แรกเข้ามาแล้วแม้ยังไม่ถูกอ่านออกไป แต่ถ้าข้อมูลไบต์แรกยังไม่ถูกอ่านก่อนที่ข้อมูลไบต์ที่ 2 จะเข้ามาครบ ข้อมูลไบต์ที่สองจะถูกยกเลิก

2.6.2 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมของ MCS-51

การทำงานของพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 โหมด คือ โหมด 0, 1, 2 และ 3 แต่ละโหมด มีการทำงานดังต่อไปนี้

โหมด 0

ข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรมรับเข้ามาทางขา RDX และข้อมูล 8 บิตส่งออกแบบอนุกรมทางขา TDY การรับและส่งข้อมูลจะเริ่มจากบิตต่ำ (LSB) ก่อน อัตราการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) จะเป็น 1/12 เท่า ของสัญญาณนาฬิกา

โหมด 1

ใช้การรับและส่งข้อมูลแบบ 10 บิต ซึ่งมีข้อมูลอนุกรม 10 บิตเข้ามาทางขา RDX และข้อมูลขนาด 10 บิตส่งออกแบบอนุกรมทางขา TDY โดยข้อมูล 10 บิตประกอบด้วย 1 Start bit (ค่า 0), 8 บิตข้อมูล (การรับ/ส่งจะเริ่มจากบิตต่ำก่อน) และ 1 Stop bit (ค่า 1) ด้านรับข้อมูลจะนำค่า Stop bit ที่รับเข้ามาไปเก็บในบิต RB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON อัตราการรับส่งข้อมูลในโหมดนี้สามารถกำหนดได้ตามต้องการ

โหมด 2

ใช้การรับส่งข้อมูลขนาด 11 บิต ข้อมูลแบบอนุกรมรับเข้ามาทางขา RDX และส่งออกไปทางขา TDY ซึ่งข้อมูล 11 บิต ประกอบด้วย 1 Start bit (ค่า 0), 8 บิตข้อมูล (การรับ/ส่งเริ่มจากบิตก่อน), 1 บิตข้อมูลซึ่งกำหนดค่าได้ และ 1 Stop bit (ค่า 1) สำหรับด้านส่งข้อมูลบิตที่ 9 จะกำหนดไว้ใน TB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON ซึ่งเราสามารถกำหนดเป็น 1 หรือ 0 ก็ได้ ในการใช้งานเราอาจใช้บิตข้อมูลที่ 9 เป็นบิตตรวจสอบ (Parity bit) ได้โดยการนำค่าในแฟล็ก P มากำหนดให้กับ TB8 เมื่อข้อมูล 8 มาจาก แอ็คคิวเมเตอร์ ซึ่งจะทำให้เราได้รับการตรวจสอบการส่งข้อมูลแบบพาริตีคู่ ในกรณีของการรับข้อมูลจะนำข้อมูลบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเก็บในบิต RB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON ส่วน Stop bit จะไม่มีการนำมาเก็บ อัตราการรับและส่งข้อมูลในโหมดนี้จะเลือกใช้ความเร็วได้ 2 ค่า คือ 1/32 หรือ 1/64 เท่า ของสัญญาณนาฬิกา

โหมด 3

การทำงานในโหมด 3 จะมีลักษณะคล้ายกับโหมด 2 แต่ในโหมด 3 เราสามารถกำหนดอัตราการรับและส่งข้อมูลได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 มาตรฐาน RS-485

2.7.1 ลักษณะมาตรฐาน RS-485

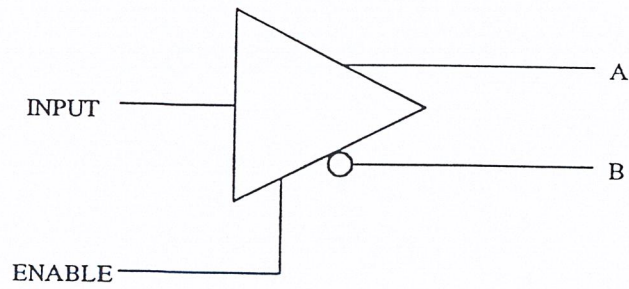
การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบ RS-422 ซึ่งข้อกำหนดและคุณสมบัติของสัญญาณจะเหมือนกับ RS-422 ทั้งหมด แต่การรับส่งแบบนี้มีข้อดีกว่าแบบ RS-422 คือใช้สัญญาณในการรับส่งเพียงคู่เดียวเท่านั้น แต่ RS-422 ใช้สายส่งทั้งหมด 4 เส้น หรือ 2 คู่ คือ คู่หนึ่งใช้สำหรับรับ อีกคู่หนึ่งใช้สำหรับส่ง ซึ่งจะเป็นแบบ Full duplex ส่วนการรับส่งแบบ RS-485 นี้ใช้การรับส่งแบบ Half duplex สามารถทำหน้าที่ได้ทั้งรับและส่งข้อมูลโดยใช้สายสัญญาณคู่เดิมเพียงคู่เดียว แต่ในการรับหรือส่งข้อมูลนั้นต้องทำกันแบบผลัดกันรับส่ง ไม่สามารถทำหน้าที่พร้อมกันทั้งสองอย่างในเวลาเดียวกันได้

เนื่องจากการสื่อสารแบบนี้ จะใช้สายสัญญาณเพียง 1 คู่ ในการทำหน้าที่ทั้งรับและส่ง และยังสามารถต่ออุปกรณ์ร่วมกันได้มากถึง 32 ตัวพร้อมกันในเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงมีการจัดลำดับการรับส่งข้อมูลที่ดี จึงจะสามารถรับส่งกันได้อย่างมีประสิทธิภาพตามต้องการ ได้ จึงส่งผลทำให้การรับส่งแบบนี้มีความสลับซับซ้อนมากขึ้น เพราะต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อคอยกำหนดทิศทางรวมทั้งจัดแบ่งการควบคุม ลำดับการสื่อสารภายในสายส่งให้กับอุปกรณ์แต่ละตัวที่ต่ออยู่ว่าจะให้อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่เป็นตัวรับ ซึ่งจะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้มีการส่งข้อมูลออกมาในสัญญาณได้เพียงครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น เพราะหากมีการส่งข้อมูลออกมาในสายสัญญาณพร้อมกันในเวลาเดียวกันมากกว่า 1 ตัวแล้วจะทำให้ฝ่ายรับไม่สามารถรับข้อมูลที่ถูกต้องได้และเกิดความผิดพลาดขึ้น ดังนั้นระบบ RS-485 นี้ จะต้องมีการออกแบบและวางแผนไว้ล่วงหน้าทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบ

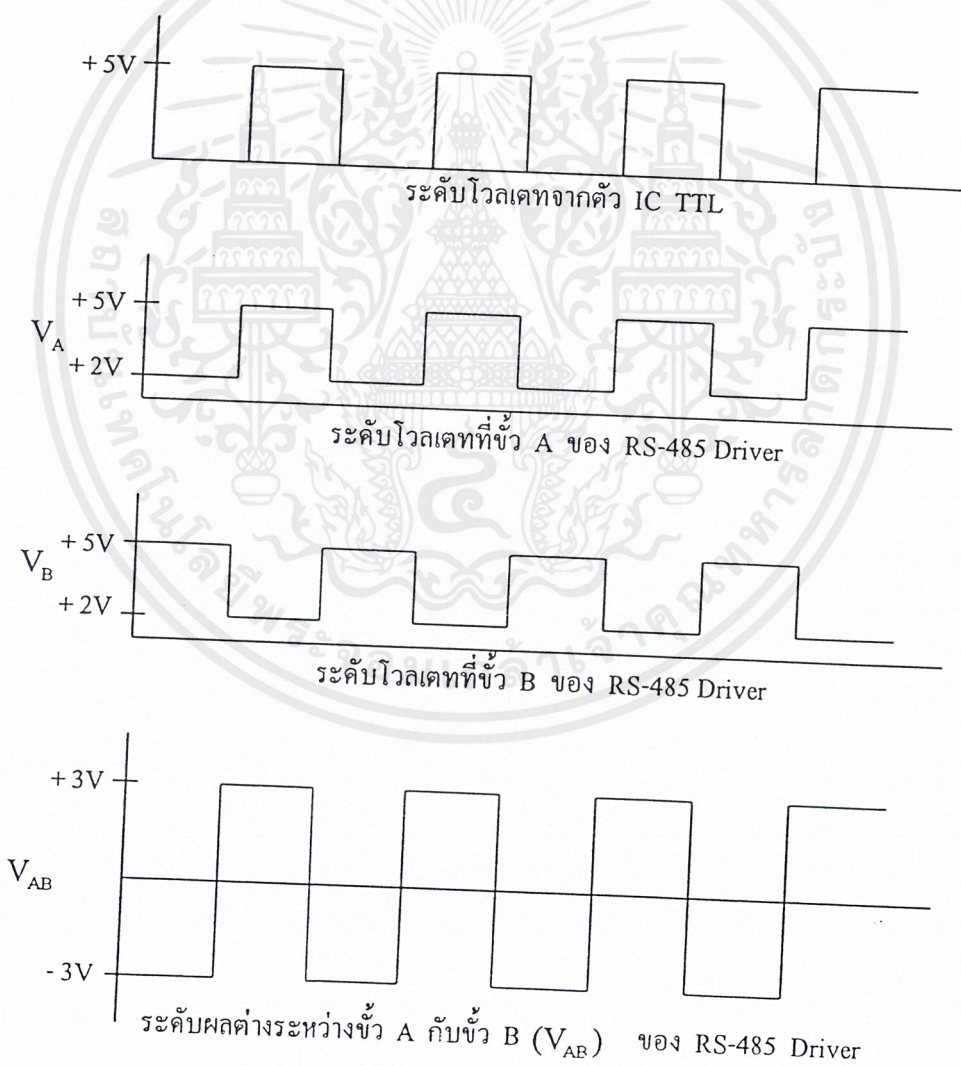
2.7.2 สายสัญญาณที่ใช้กับ RS-485

สายสัญญาณที่จะนำมาใช้ในการรับส่งข้อมูลด้วยระบบขั้วแบบ RS-485 นั้นต้องเป็นสายที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับงานด้านสื่อสาร โดยเฉพาะ เช่น สายสัญญาณแบบ UTP (Unshielded Twist Pair) ซึ่งเป็นสายคู่ตีเกลียวแบบไม่มีชีลด์ เหมาะสำหรับใช้งานภายในอาคารซึ่งไม่มีแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนแผ่กระจายออกมาในรัศมีที่สายพาดผ่านไม่มากนัก แต่ถ้าเส้นทางที่สายพาดผ่านนั้นมีระดับของสัญญาณรบกวนมากต้องใช้สายแบบ STP (Shielded Twist Pair) ซึ่งเป็นสายคู่ตีเกลียวแบบมีชีลด์

การนำไปต่อใช้งานต้องต่อให้ถูกคัวย เช่น สัญญาณ Tx จะมีอยู่ด้วยกันสองเส้นคือ Tx+ และ Tx- ซึ่งทั้งสองเส้นนี้ต้องต่อกับสายที่ตีเกลียวอยู่ภายในคู่เดียวกัน จะแยกคู่กันไม่ได้ เพราะจะทำให้เกิดการไม่สมดุลของสัญญาณทั้งคู่ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 2.8 ตัวขับ RS-485



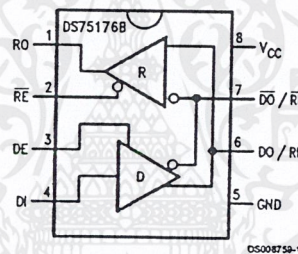
รูปที่ 2.9 ระดับสัญญาณของ RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 โครงสร้างไอซี เบอร์ DS75176

DS75176 เป็น ไอซีที่ทำหน้าที่ขับแรงดัน ไฟฟ้าจากระดับแรงดันของไอซีประเภท TTL หรือ CMOS เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าตามมาตรฐาน RS-485 โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EIA RS-485 และ RS-422
- มีช่วงของการหน่วงเวลาในการขับ 22 นาโนวินาที
- ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า +5 โวลต์ แหล่งเดียว
- มีส่วนป้องกันอุณหภูมิ
- มีความต้านทานในที่เอาท์พุทสูง โดยที่ตัวขับเป็นความต้านทาน (TRI-STATE) หรือในสถานะไม่ทำงาน
- ตัวขับ 1 ตัว สามารถเชื่อมต่อกับตัวรับได้ 32 ตัว



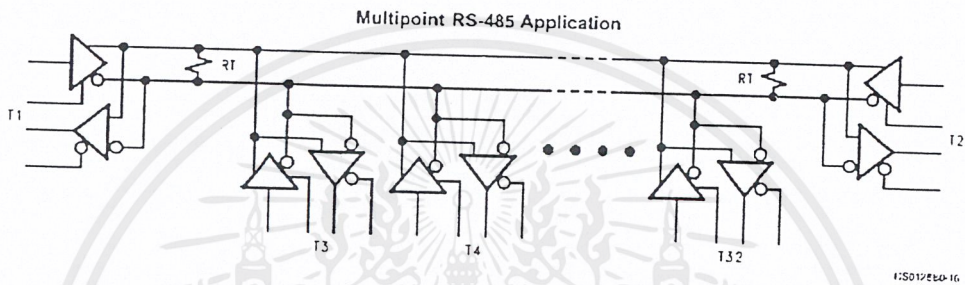
รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในและตำแหน่งขาของ DS75176

จากรูปที่ การใช้งานของขาต่างๆเป็นดังนี้

- ขา 1 (Receiver Output :RO) เป็นขาเอาท์พุท ของสัญญาณที่รับได้โดยที่เมื่อ $A > B$ ประมาณ 200 มิลลิโวลต์ จะได้รับลอจิกเป็น “1” เมื่อ $A < B$ ก็จะได้รับลอจิกเป็น “0” และเมื่อ A และ B ไม่ได้ทำการเชื่อมต่อหรือเป็นวงจรเปิดจะได้รับระดับลอจิกเป็น “1”
- ขา 2 (Receiver Output Enable : RE) ในการรับสัญญาณอินพุททางขา 1 (RO) ที่ขานี้จะต้องเป็นลอจิก “0” ถ้าเป็นลอจิก “1” จะทำให้ขา 1 (RO) มีสภาพเป็นความต้านทาน
- ขา 3 (Driver Output Enable :DE) เมื่อต้องการส่งข้อมูลที่ขานี้ต้องเป็นลอจิก “1” และจะอยู่ในสภาพความต้านทานเมื่อขานี้เป็นลอจิก “0”
- ขา 4 (Driver Input :DI) เป็นขาอินพุทสำหรับการขับหรือส่ง
- ขา 5 (Ground :GND)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา 6 (A) เอาท์พุทของการขับแบบไม่กลับเฟส (Non-Inverting Driver) และเป็นอินพุทของการรับแบบไม่กลับเฟส (Non-Inverting Receiver)
- ขา 7 (B) เอาท์พุทของการขับแบบกลับเฟส (Inverting Driver) และเป็นอินพุทของการรับแบบกลับเฟส (Inverting Receiver)
- ขา 8 (Power Supply : Vcc) ขารับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง



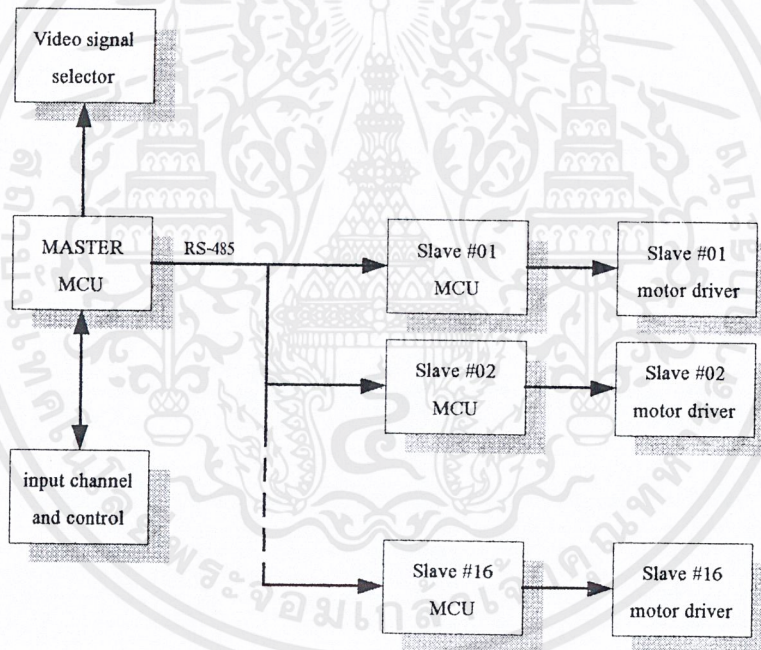
รูปที่ 2.11 การเชื่อมต่อแบบหลายจุดของ RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

แนวทางการออกแบบ

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดตามโครงงานนี้ สามารถแบ่งส่วนหลักๆ ได้เป็นสองส่วน คือ ส่วนของตัวแม่(Master) ทำหน้าที่ควบคุมการเลือกช่องสัญญาณภาพที่จะปรากฏขึ้นบนจอโทรทัศน์ รับคำสั่งการควบคุมฐานของกล้องวิดีโอแต่ละตัว ตลอดจนเลือกส่งคำสั่งในการควบคุมให้แก่ตัวลูกในแต่ละตัว และส่วนของตัวลูก(Slave) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้องวิดีโอแต่ละตัว ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ทั้งสองส่วนติดต่อกันโดยใช้มาตรฐาน RS-485



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

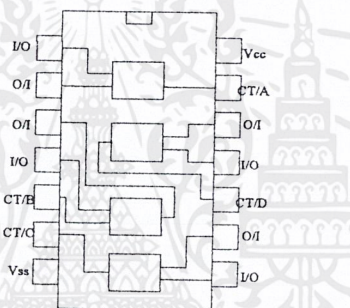
จากรูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบ ตัวแม่จะทำการรับข้อมูลจากผู้ใช้ว่าต้องการติดต่อกับกล้องวิดีโอตัวใด ส่งออกโทรทัศน์เครื่องใด แล้วจะทำการประมวลผลและเลือกช่องสัญญาณวิดีโอที่ผู้ใช้ต้องการ หลังจากนั้นจะทำการรับคำสั่งควบคุมแล้วทำการติดต่อไปยังตัวลูกที่ถูกเลือกใ้ช้อยู่

3.1 การออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์ (hardware)

3.1.1 การออกแบบส่วนของตัวแม่

ส่วนของตัวแม่จะทำหน้าที่รับคำสั่งจากตัวคีย์บอร์ดอินพุท เพื่อประมวลผลและแสดงค่าว่าขณะนี้ผู้ใช้ต้องการติดต่อกับกล่องตัวใด ส่วนของตัวแม่จะทำการเลือกแสดงสัญญาณภาพจากกล่องตัวที่ผู้ใช้ได้เลือกเอาไว้ขึ้นมายังโทรทัศน์เครื่องที่ต้องการ แล้วจึงทำการติดต่อส่งคำสั่งในการควบคุมให้แก่ตัวลูกซึ่งควบคุมฐานกล่องวิดีโอตัวนั้นต่อไป การพิจารณาการออกแบบส่วนของตัวแม่สามารถอธิบายได้ดังนี้

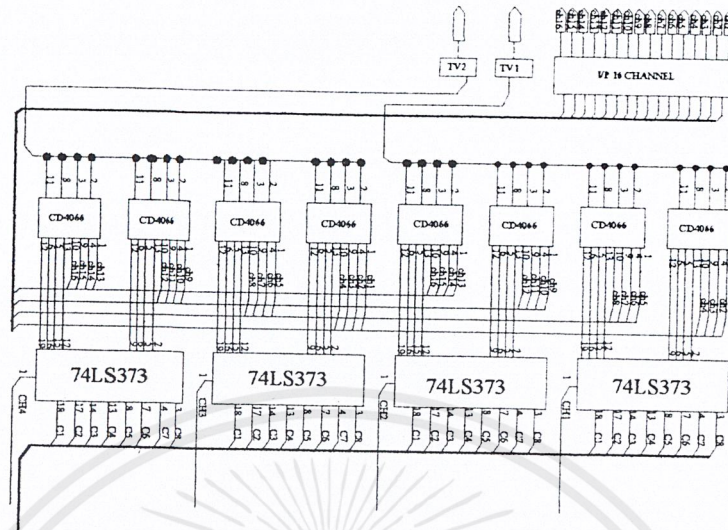
ส่วนเลือกช่องสัญญาณภาพเพื่อนำมาแสดงผลนั้นใช้ไอซีเบอร์ CD4066 อนุภาคสวิทช์ ซึ่งราคาไม่แพง และหาได้ทั่วไป CD4066 มีลักษณะการทำงานภายในดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะสวิทช์ของ CD4066

CD4066 สามารถใช้เลือกช่องสัญญาณได้แบบ เข้า 4 ช่อง ออก 4 ช่อง มีสัญญาณควบคุมเป็นอิสระจากกัน จากความต้องการให้ สามารถเลือกช่องสัญญาณให้ได้ 16 ช่อง แล้วออกมาทางช่องเดียว จึงต้องใช้ CD4066 จำนวน 4 ตัว แล้วทำการ ถัดวงจรขาออกทั้ง 16 ขาเข้าหากัน โดยนำไอซี 74LS373 ซึ่งทำหน้าที่เป็นแลตช์ (Latch) มาใช้ จำนวน 2 ตัวที่ใช้อินพุตร่วมกัน แล้วทำการเลือกควบคุมการทำงานของแลตช์ทีละตัว สำหรับการควบคุมให้ออกโทรทัศน์ 1 เครื่อง

จากความต้องการให้สามารถเลือกเอาที่พุดออกโทรทัศน์ 2 เครื่อง ต้องใช้สัญญาณภาพอินพุท 16 สัญญาณร่วมกัน 2 ชุด โดยแยกถัดวงจรขาออก 2 ชุด ซึ่งสามารถออกแบบได้ดังรูปที่ 3.3

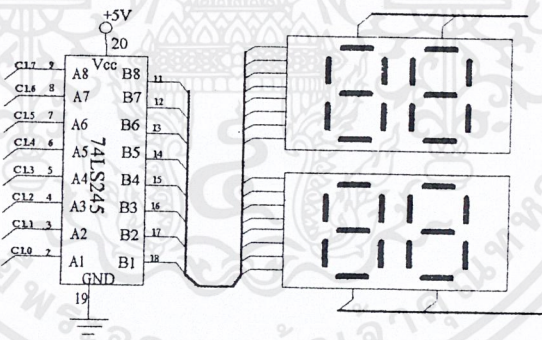


รูปที่ 3.3 การเลือกช่องสัญญาณ เข้า 16 ออก 2

ส่วนแสดงผลได้ใช้ 7-เซกเมนต์ (Seven-Segment) 4 ตัว เพื่อแสดงผลเลข 2 ชุด ชุดละ 2 หลัก โดยใช้ไอซี 74244 ทำหน้าที่บัฟเฟอร์(Buffer) ขยายกระแสให้แก่ 7-เซกเมนต์แต่ละตัว ดังรูปที่

3.4

รูปที่ 3.4 การต่อ 7-เซกเมนต์เพื่อแสดงผล



การควบคุมการแสดงผลของ 7-เซกเมนต์แต่ละตัว จะใช้วิธีลัดกันแสดงผลทีละตัวด้วยความเร็วทำให้เห็นเป็นภาพติดตา

อินพุตบิตจากผู้ใช้ที่ต้องการคือ 4 บิตสำหรับผู้ใช้เลือกควบคุมการเคลื่อนไหว บนล่าง ซ้าย ขวา ของฐานกลิ้ง 2 บิตสำหรับเลือกกลิ้งโทรทัศน์ที่กำลังทำงานอยู่หากใช้ อินพุต 10 บิตสำหรับ กดค่า 0-9 เพื่อเลือกกลิ้งตัวที่ต้องการติดต่อ

3.1.2 ส่วนของตัวลูก

ส่วนของตัวลูกจะทำการการรรับคำสั่งเรียกจากตัวแม่ หากมีการเรียกการติดต่อถึงตนเองก็จะทำการรับคำสั่งสัญญาณควบคุมที่ตัวแม่ส่งออกมา แล้วปฏิบัติตามสัญญาณนั้น หากไม่มีการส่งออกมา ก็จะอยู่ในสถานะรรับคำสั่งเฉยๆ

การทำงานของตัวลูกจะใช้สเตปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรแบบ 4 เฟสเพื่อใช้ในการควบคุมฐานกลิ้งวิดีโอ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 สร้างสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมลำดับการจ่ายกระแสในเฟสต่างๆ เพื่อกำหนดความเร็วการหมุน ทิศทางและมุมของการหมุน ตลอดจนแรงทอร์กของมอเตอร์ ฐานของกลิ้งวิดีโอจะสามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งในแนวราบ และแนวตั้ง ซึ่งออกแบบโดยการใช้สเตปมอเตอร์จำนวน 2 ตัว เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวทั้งสองแกนพร้อมกัน โดยมอเตอร์ตัวหนึ่งทำการควบคุมการเคลื่อนไหวในแนวราบ และอีกตัวหนึ่งทำการเคลื่อนไหวในแนวตั้ง การควบคุมมอเตอร์ทั้งสองตัวนี้กระทำโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างสัญญาณพัลส์ออกมาเพื่อควบคุมการจ่ายกระแสตามที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากต้องการให้ฐานของกลิ้งสามารถรับน้ำหนักของกลิ้งวิดีโอได้เพียงพอ การขับกระแสในมอเตอร์แต่ละตัวจะใช้การขับแบบครึ่งละ 2 เฟส เพื่อเพิ่มแรงทอร์กในการหมุนของมอเตอร์ และได้มีการออกแบบให้ขับกระแสแบบย้าเฟสเพื่อรักษาระดับของฐานในแนวตั้ง ทั้งหมดนี้จะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

3.2 การออกแบบในส่วนของโปรแกรม

3.2.1 การโปรแกรมส่วนของตัวแม่

จากที่กล่าวมาในการออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์จะเห็นว่าขณะนี้ต้องการบิตเพื่อการประมวลผลทั้งหมด 39 บิต ไมโครคอนโทรลเลอร์มี 3 พอร์ตสามารถแสดงผลได้ เพียง 24 บิต เมื่อรวมอินพุตด้วยไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้นจึงใช้ไอซี 8255 เพื่อขยายพอร์ตการใช้งาน ดังนั้นการใช้งานจึงต้องใช้ 8255 จำนวน 2 ตัว จึงจะเพียงพอต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังทำให้สะดวกในการออกแบบโปรแกรมอีกด้วย

การทำงานของโปรแกรมตัวแม่จะออกแบบให้ใช้งาน ไอซี 8255 แต่ละพอร์ต แบบอินพุต-เอาต์พุตธรรมดา พอร์ต A ของ 8255 ตัวแรกจะทำหน้าที่เป็นอินพุตพอร์ต รับข้อมูลทิศทางควบคุม กลิ้งวิดีโอ จอภาพที่ต้องการควบคุม และการกดเลข 0 และ 1 พอร์ต B ของ 8255 ตัวแรกจะทำหน้าที่เป็นอินพุตพอร์ต รับข้อมูลการกดเลข 2-9 พอร์ต C ของ 8255 ตัวแรกจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุม 7 เซกเมนต์ ของทุกตัว พอร์ต B ของ 8255 ตัวที่สองจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ แลตซ์ ทั้งสี่ตัวที่ทำหน้าที่เลือกช่องสัญญาณออกของ CD4066 และควบคุมการทำงานของ 7 เซกเมนต์ทั้งสี่ตัวด้วย พอร์ต C ของ 8255 ตัวที่สองจะทำหน้าที่เลือกช่องสัญญาณออกของ CD4066 แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโปรแกรมจะเป็นไปตามรูปที่ โดย เริ่มแรกเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นเสร็จแล้วจะทำการตรวจสอบว่าขณะนี้ได้มีการเลือกทำงานกับโทรทัศน์เครื่องใด แล้วจะรอรับคำสั่งว่ามีการกดปุ่มหมายเลข 0 หรือ 1 หรือไม่ หากมีการกดปุ่ม 0 จะเป็นการปิดการทำงานกับโทรทัศน์เครื่องนั้น กล่าวคือ จะไม่มีการส่งสัญญาณภาพหรือสามารถควบคุมตัวกล้องใดๆได้ หากมีการกด 1 จะทำการตรวจสอบว่ามีการกดเลขหมายต่อมาหรือไม่ ถ้ามีการกดเลขหมายอื่นต่อมาแสดงว่าเลขที่ของกล้องแสดงผลเป็นเลข 2 หลัก หากในเวลาที่กำหนดไม่มีการกดอีกแสดงว่าต้องการติดต่อกับกล้องหมายเลข 1 หากไม่มีการกดปุ่มใดๆเลย จะทำการตรวจสอบว่ามีการกดปุ่ม 2-9 หรือไม่ หากมีก็จะทำการติดต่อกับกล้องตัวนั้น หากไม่มีจะทำการติดต่อกับกล้องตัวเดิมที่ทำงานอยู่แล้วรอตรวจสอบอินพุตใหม่ ซึ่งจะให้ผลเหมือนกันหากการกดเลข 2 หลักนั้นมากกว่า 16

ต่อมาจะทำการอ่านค่าจากคำสั่งกำหนดทิศทาง แล้วทำการส่งคำสั่งนั้น ไปยังตัวลูกที่มีการติดต่อกันอยู่แล้วจะทำการอ่านค่าและส่งวนอยู่เช่นนี้จนกว่าจะมีการเลือกช่องสัญญาณอื่นหรือทำการกด 0 เพื่อปิดการทำงาน การส่งสัญญาณจะส่งสัญญาณผ่านพอร์ตอนุกรมโดยใช้ไอซี 75176 ส่งด้วยมาตรฐาน RS-485 ตามที่กล่าวมาแล้ว โดยส่งด้วยอัตราเร็ว 9600 บอด (baud rate : 9600 bps)

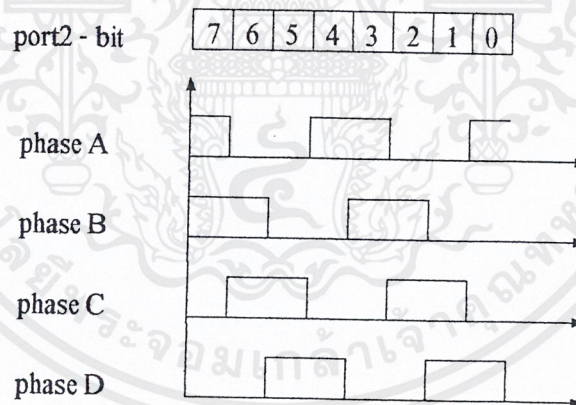
3.2.2 การโปรแกรมส่วนของตัวลูก

ส่วนของตัวลูกหลังจากเซตค่าต่างๆแล้วจะทำการรอรับคำสั่งที่ส่งมาจากส่วนของตัวแม่ทางพอร์ตอนุกรมด้วยมาตรฐาน RS-485 ด้วยอัตราเร็วเช่นเดียวกัน แล้วทำการตรวจสอบว่ามีการกดคำสั่งการเคลื่อนไหวในทิศทางใด แล้วทำการส่งคำสั่งควบคุมมาทางพอร์ตสองของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของมอเตอร์ทั้งสองตัว สปีดบนของพอร์ตสองจะควบคุมมอเตอร์ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง สปีดล่างของพอร์ตสองจะควบคุมมอเตอร์ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวนอน เนื่องจากฐานที่ใช้ไม่ได้ทำการติดตั้งเซนเซอร์ จึงจะทำการตรวจสอบว่าขณะนี้กล้องได้เคลื่อนไหวไปยังมุมสิ้นสุดที่กำหนดแล้วหรือยัง หากสิ้นสุดแล้วก็จะไม่ทำการสั่งให้มอเตอร์หมุนอีก แต่หากยังก็จะสั่งให้มอเตอร์หมุนไปยังทิศทางที่ต้องการ แล้วจะกลับไปทำการอ่านและปฏิบัติตามคำสั่งซึ่งส่งมาจากตัวแม่อยู่เช่นนี้ จนกว่าจะไม่มีคำสั่งจากตัวแม่ส่งมาถึงตน ก็จะมีการจ่ายไฟย้ำเฟสของมอเตอร์ที่หมุนตามแนวตั้งรอเอาไว้ เพื่อกันไม่ให้กล้องตกลงมาตามน้ำหนักของตัวเองเมื่อมอเตอร์ไม่ทำงาน การทำงานของโปรแกรมทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังโฟลว์ชาร์ตรูปที่

การขับสเตปมอเตอร์แม่เหล็กถาวรสี่เฟสแบบครึ่งสองเฟส สามารถแสดงลำดับการขับได้
ดังตารางที่3.1

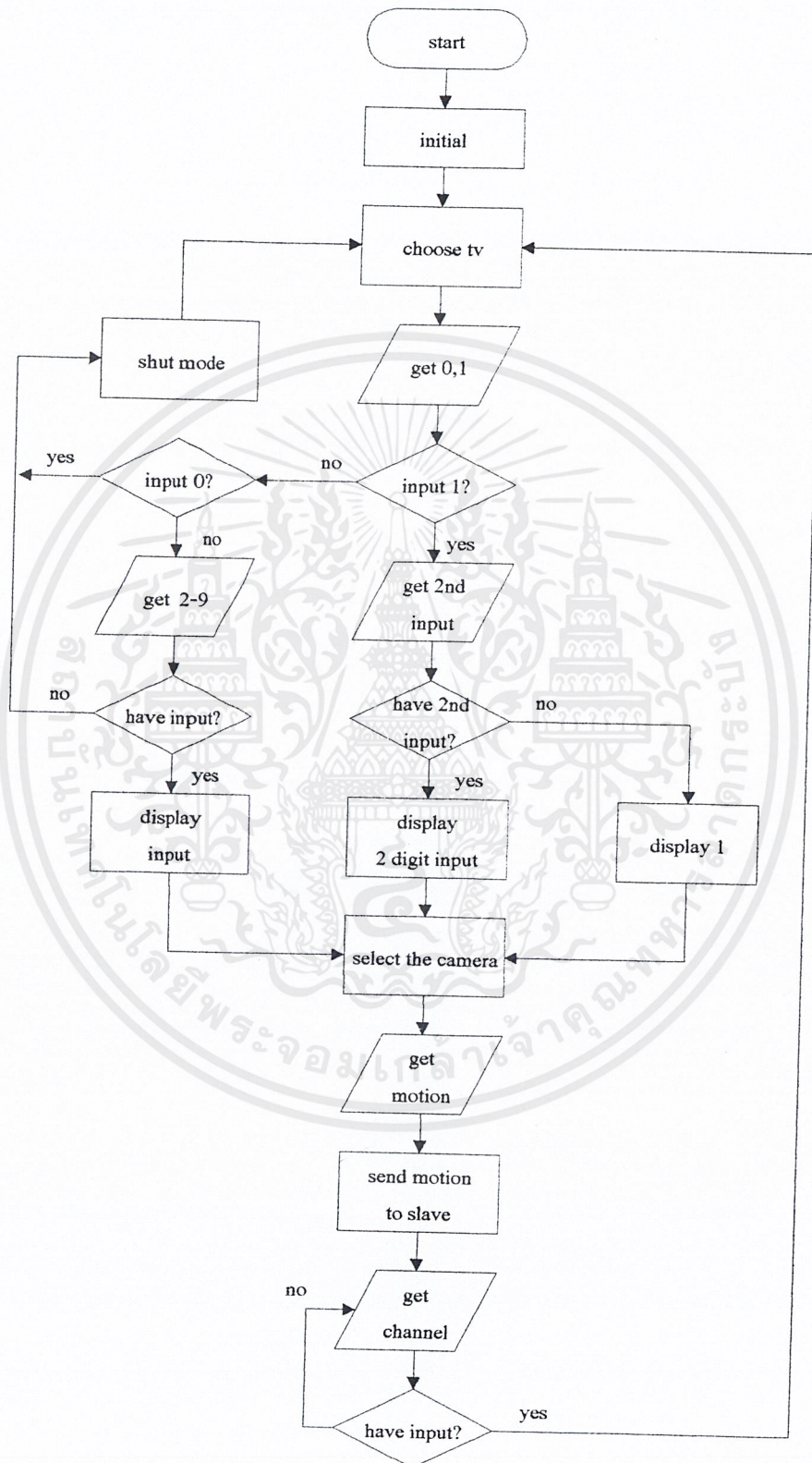
เฟส \ สเตป	1	2	3	4	1
ϕ_1	1	0	0	1	1
ϕ_2	1	1	0	0	1
ϕ_3	0	1	1	0	0
ϕ_4	0	0	1	1	0
ทวนเข้ามา					
ตามเข้ามา					

ตารางที่3.1 ลำดับการขับสเตปมอเตอร์



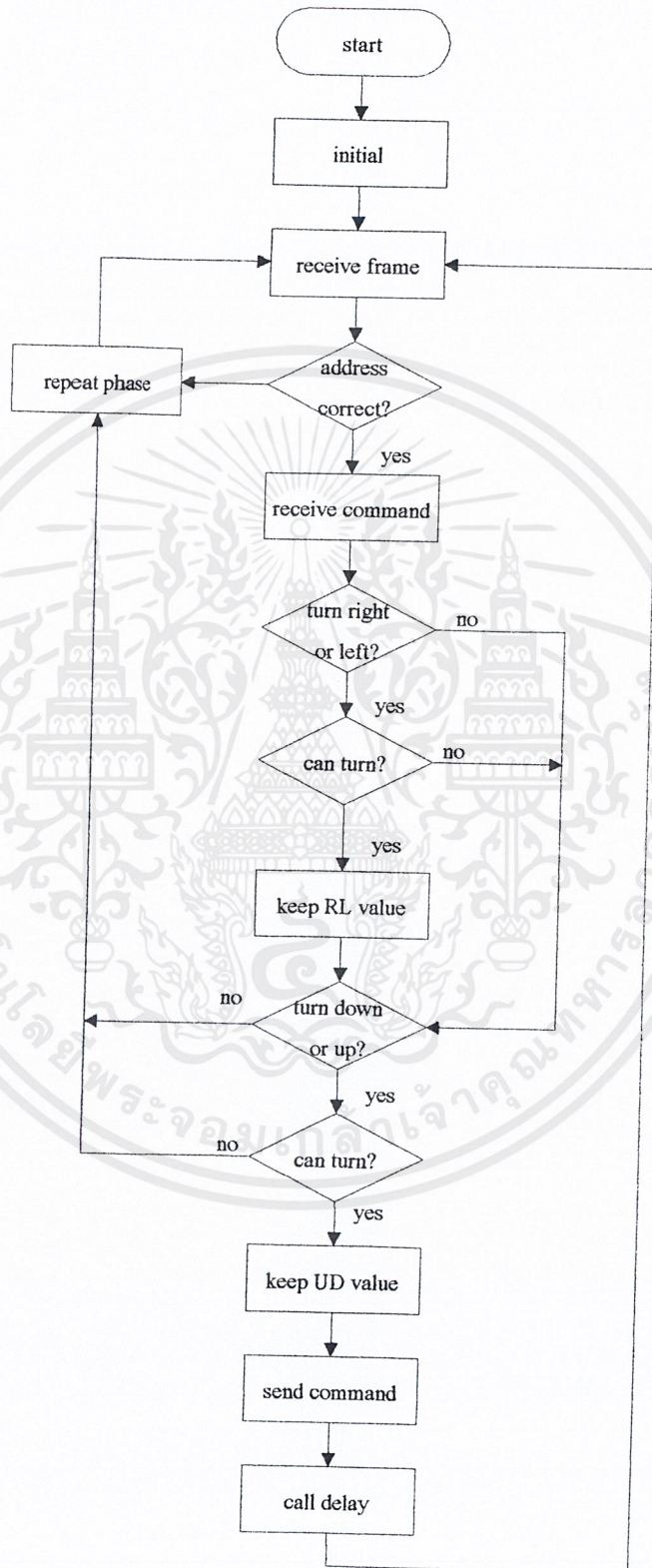
รูปที่3.5 แสดงพัลส์ลำดับการขับสเตปมอเตอร์แบบสองเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของตัวแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 โฟลวชาร์ท แสดงการทำงานของตัวลูก

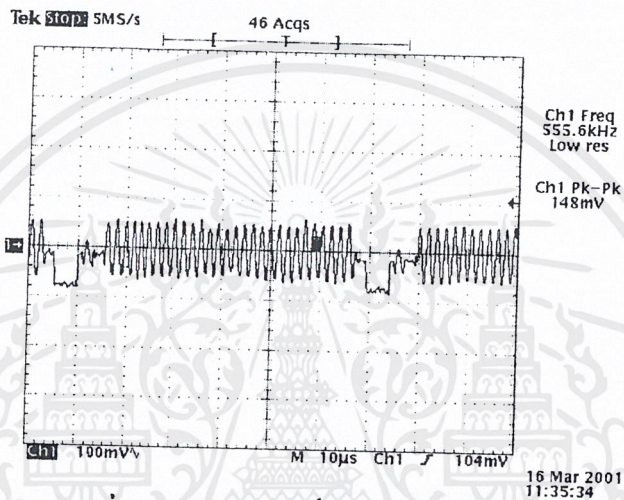
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 ลักษณะสัญญาณภาพที่เข้าสู่ช่องรับสัญญาณ

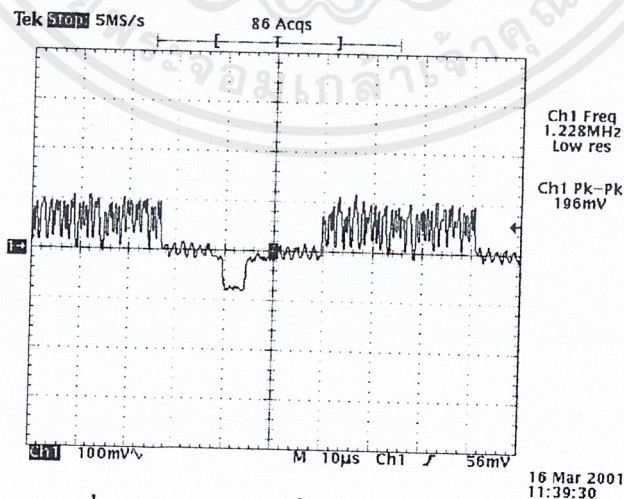
ใช้สครอแรง ออสซิลโลสโคป (Storage Oscilloscope) เก็บภาพสัญญาณที่ส่งออกมาจากกล้องวิดีโอ ก่อนเข้าสู่ไอซี CD4066 โดยวัดความต่างศักย์เทียบกับกราวด์



รูปที่ 4.1 สัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ

4.2 ลักษณะสัญญาณภาพที่ออกมาจากอุปกรณ์เลือกสัญญาณภาพ

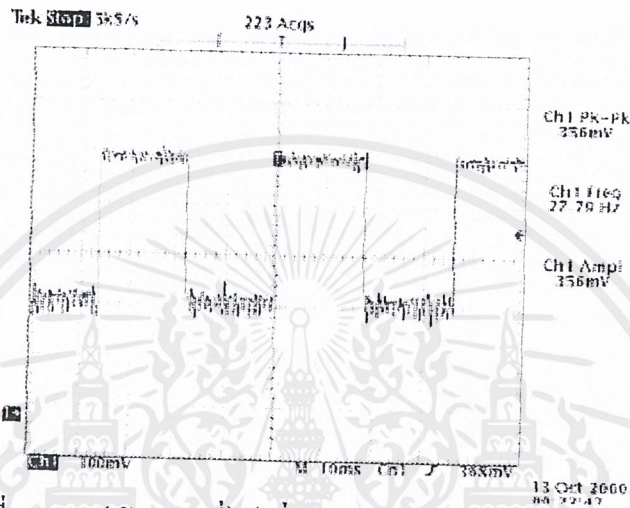
ใช้สครอแรง ออสซิลโลสโคป เก็บภาพสัญญาณที่ส่งออกมาจากไอซี CD4066 เพื่อส่งออกสู่โทรทัศน์ โดยวัดความต่างศักย์เทียบกับกราวด์



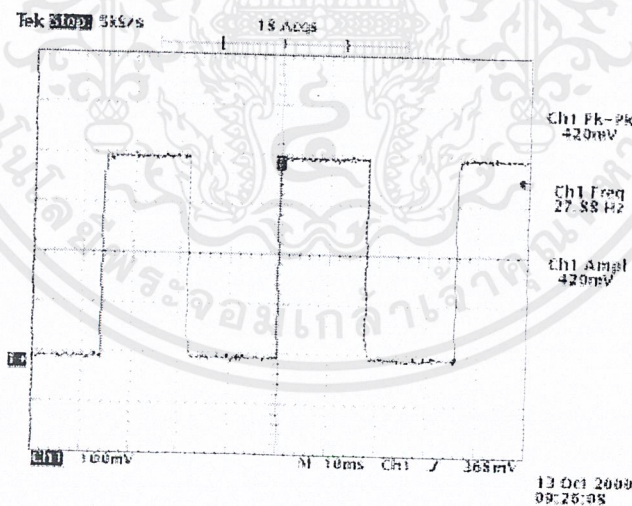
รูปที่ 4.2 สัญญาณภาพที่ออกมาจาก ไอซี CD4066

4.3 ลักษณะสัญญาณ และความถี่ที่ได้เมื่อมอเตอร์ซ้าย-ขวาเคลื่อนที่

ใช้สตรอแรก ออสซิลโลสโคป (Storage Oscilloscope) เก็บภาพสัญญาณที่ออกจากพอร์ทสองเมื่ออยู่ในช่วงโปรแกรมมอเตอร์ซ้าย-ขวาเคลื่อนที่ วัดที่ตำแหน่งพอร์ทสอง และตำแหน่งขาคอแลกเตอร์กับกราวด์



รูปที่ 4.3 กราฟสัญญาณที่ได้ เมื่ออยู่ใน โปรแกรมหมุนซ้าย-ขวา วัดความต่างศักย์พอร์ทสองเทียบกับกราวด์

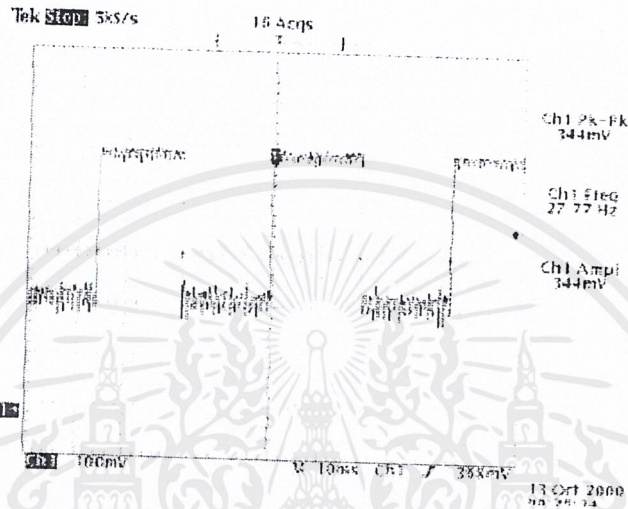


รูปที่ 4.4 กราฟสัญญาณที่ได้เมื่ออยู่ใน โปรแกรมหมุนซ้าย-ขวา โดยวัดขาคอแลกเตอร์เทียบกับกราวด์

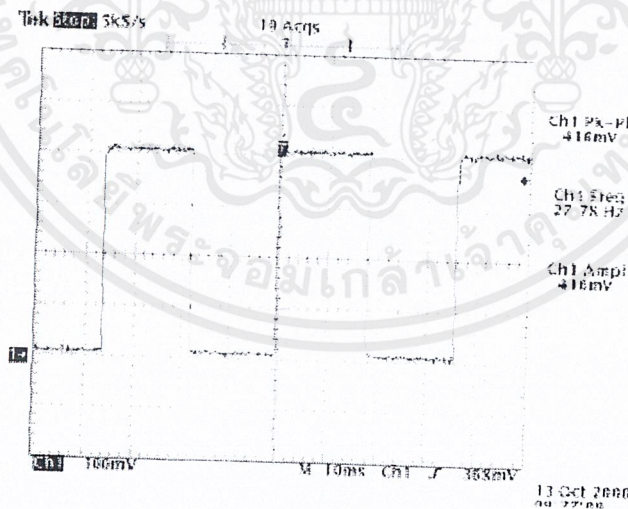
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ลักษณะสัญญาณ และความถี่ที่ได้เมื่อมอเตอร์บน-ล่างเคลื่อนที่

ใช้สโครเจอร์ ออสซิลโลสโคป (Storage Oscilloscope) เก็บภาพสัญญาณที่ออกจากพอร์ที่สองเมื่ออยู่ในช่วงโปรแกรมมอเตอร์บน-ล่างเคลื่อนที่ วัดที่ตำแหน่งพอร์ที่สอง และตำแหน่งขาคอแลกเตอร์กับกราวด์



รูปที่ 4.5 กราฟสัญญาณที่ได้ เมื่ออยู่ในโปรแกรมหมุนบนล่าง วัดความต่างศักย์พอร์ที่สองเทียบกับกราวด์

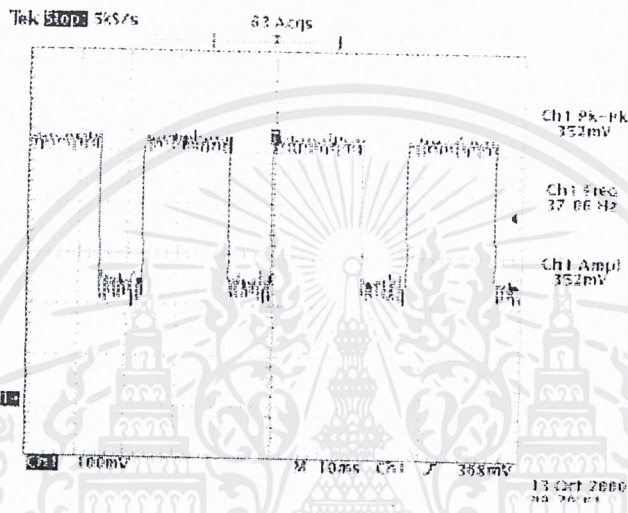


รูปที่ 4.6 กราฟสัญญาณที่ได้เมื่ออยู่ในโปรแกรมหมุนบน-ล่าง โดยวัดขาคอแลกเตอร์เทียบกับกราวด์

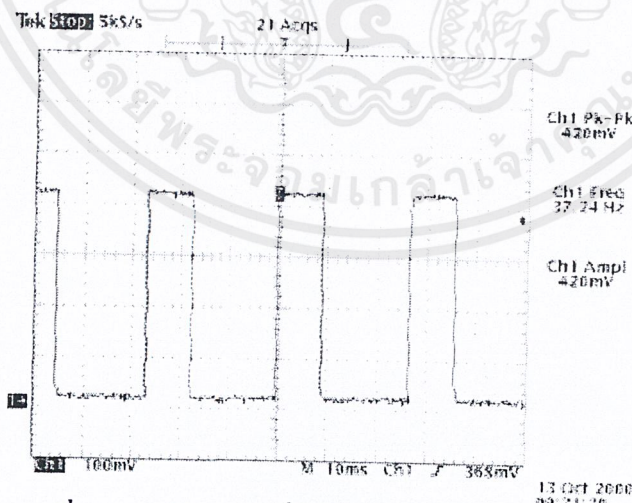
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ลักษณะสัญญาณ และความถี่ที่ได้เมื่อมอเตอร์บน-ล่างหยุดอยู่กับที่

ใช้สกรอเจอร์ ออสซิลโลสโคป (Storage Oscilloscope) เก็บภาพสัญญาณที่ออกจากพอร์ทสองเมื่ออยู่ในช่วงโปรแกรมมอเตอร์บน-ล่างหยุดอยู่กับที่ ซึ่งจะต้องมีไฟเลี้ยงอยู่เสมอไม่ให้ตำแหน่งตกลง วัดที่ตำแหน่งพอร์ทสอง และตำแหน่งขาคอดเลกเตอร์กับกราวด์



รูปที่ 4.7 กราฟสัญญาณที่ได้ เมื่ออยู่ในโปรแกรมบน-ล่างอยู่นิ่ง วัดความต่างศักย์พอร์ทสองเทียบกับกราวด์



รูปที่ 4.8 กราฟสัญญาณที่ได้เมื่ออยู่ในโปรแกรมบน-ล่างอยู่นิ่ง โดยวัดขาคอดเลกเตอร์เทียบกับกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทำงานของวงจร

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดลองโครงงานนี้ ผลการทดลองส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ สัญญาณภาพที่ได้ค่อนข้างคมชัดและโปรแกรมสามารถควบคุมการเลือกช่องได้เป็นอย่างดีไม่ผิดพลาด ตัวแม่และตัวลูกสามารถสื่อสารกันได้ดีสามารถควบคุมมอเตอร์จากระยะไกลได้ดีตามที่ออกแบบเอาไว้ การเคลื่อนไหวของตัวฐานค่อนข้างติดขัดและเคลื่อนตัวได้หยาบอันเกิดจากข้อจำกัดทางฮาร์ดแวร์ แต่การตอบสนองต่อคำสั่งควบคุมเป็นไปด้วยดีตามต้องการ

5.2 แนวทางการพัฒนา

สามารถสรุปข้อดีและแนวทางการพัฒนาได้ดังนี้

1. ส่วนของตัวแม่สามารถเลือกช่องสัญญาณภาพที่ส่งออกมาได้ถูกต้อง สัญญาณภาพที่ได้มีความคมชัดอยู่ในระดับดีพอสมควรแม้จะไม่คมชัดมาก เนื่องจากข้อจำกัดทางความถี่ของ ไอซี CD4066 ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนใช้ไอซีอนาล็อกสวิทช์ตัวอื่น แต่อย่างไรก็ตาม คุณภาพของภาพอยู่ในระดับดีอยู่แล้วจึงควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ในการเลือกใช้ด้วย
2. เนื่องจากความจำเป็นที่ต้องขยายพอร์ตด้วย ไอซี 8255 ถึง 2 ตัวทำให้มีพอร์ตเหลือสามารถขยายโปรแกรมให้เลือกติดต่อดีวีดีโอได้จนถึง 32 ช่องสัญญาณ ซึ่งมากที่สุดเท่าที่ ไอซี75176 1 ตัวสามารถส่งสัญญาณแบบมัลติโปรเซสเซอร์ได้
3. เนื่องจากการต่ออินพุตคีย์บอร์ดเป็นการต่อโดยตรง หากเปลี่ยนมาใช้ไอซีที่ทำหน้า เซ้ารหัสแป้นพิมพ์ (keyboard Encoder) จะสามารถประหยัดขาอินพุตที่ต้องใช้ได้มากขึ้น ทำให้สามารถขยายโปรแกรมให้เลือกสัญญาณช่องวีดีโอได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะเซ้ารหัสแป้นพิมพ์แล้วก็ยังไม่สามารถลดจำนวนการใช้ 8255 ลงไปได้ เนื่องจากขาสัญญาณที่ต้องใช้ยังคงมากจนเกินไป จึงสามารถทำได้เพียงขยายโปรแกรมเลือกสัญญาณวีดีโอได้เท่านั้น
4. เนื่องจากตัวฐานกลิ้งมีการทรอบเพียงเอาไว้ น้อย ค่าของความถี่ในการทดลองนี้แม้ว่าจะทำให้กลิ้งเคลื่อนตัวได้ช้าแต่ทำให้กลิ้งเคลื่อนตัวได้หยาบด้วย และเนื่องจากความถี่ที่ใช้ควบคุมตัวเอง ทำให้การจ่ายไฟฮับเฟสเพื่อถ่วงการเคลื่อนไหวลขณะกลิ้งหยุดไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เนื่องจากความถี่ช้าจนเกินไป แก้ไขได้โดยการออกแบบตัวฐานที่ถี่ขึ้น ทรอบเฟืองให้มากขึ้นเพื่อให้สามารถควบคุมกลิ้งได้ในความถี่ที่เร็วขึ้น อันจะทำให้การเคลื่อนไหวนุ่มนวลขึ้นด้วย
5. เนื่องจากตัวฐานของกลิ้งไม่มีการติดเซนเซอร์เอาไว้ ทำให้การหมุนของกลิ้งต้องเปรียบเทียบกับค่ามุมสูงสุดที่กำหนดเอาไว้ ส่งผลให้ไม่สามารถตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้นของกลิ้งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำให้การเขียนโปรแกรมยุ่งยากซับซ้อนยิ่งขึ้น ซึ่งแก้ไขได้โดยการติดตั้งเซนเซอร์ในระยะที่เหมาะสม ทำให้กำหนดตำแหน่งได้ง่าย และสามารถตั้งตำแหน่งเริ่มต้นได้

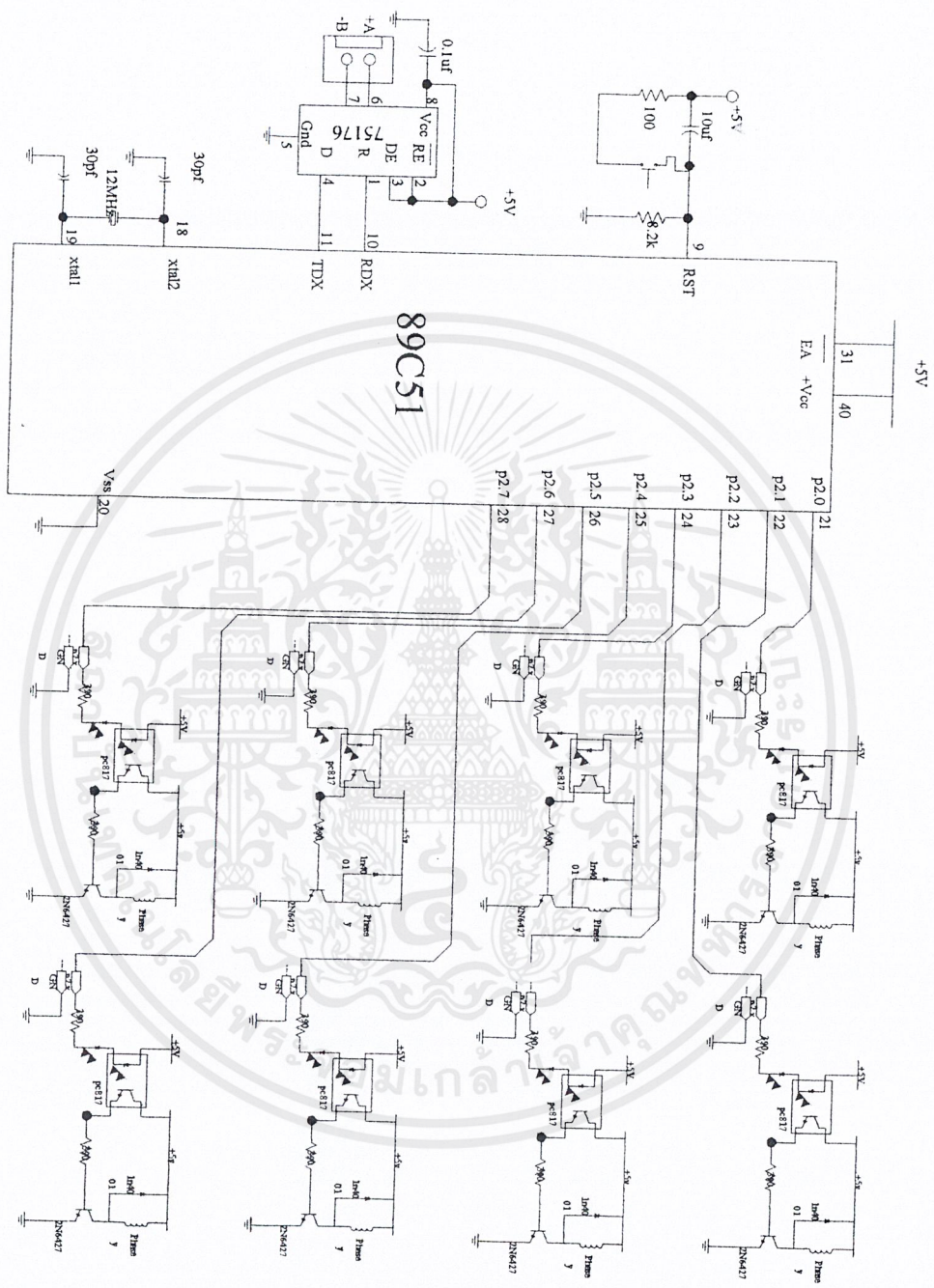
6. ตัวโปรแกรมทั่วไปยังคงมีจุดอ่อนคือหากมีการกดปุ่มเลือกช่องสัญญาณใดสัญญาณหนึ่งคาเอาไว้ หรือกดคู้คาเอาไว้ กล้องตัวที่ทำงานอยู่ นั้นจะหยุดทำงานโดยสิ้นเชิง ไม่มีการจ่ายไฟฮ้าเฟส ตัวกล้องอาจลดตำแหน่งลงมาได้ ซึ่งเป็นความผิดพลาดในส่วนของโปรแกรม

7. ส่วนของการเลือกช่องสัญญาณยังมีข้อบกพร่อง กล่าวคือ เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ต่ำเกินไป ทำให้ใช้งานได้ดีเฉพาะกับโทรทัศน์บางเครื่องที่มีการป้องกันการไหลของอิมพีแดนซ์ไว้เท่านั้น นอกจากนี้สัญญาณภาพอาจมีความแรงไม่พอหากส่งมาจากระยะทางไกล เนื่องจากส่งสัญญาณออกมาจาก CD4066 โดยตรง สามารถปรับปรุงได้โดยการใส่บัฟเฟอร์และส่วนขยายสัญญาณภาพลงไปด้วย





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

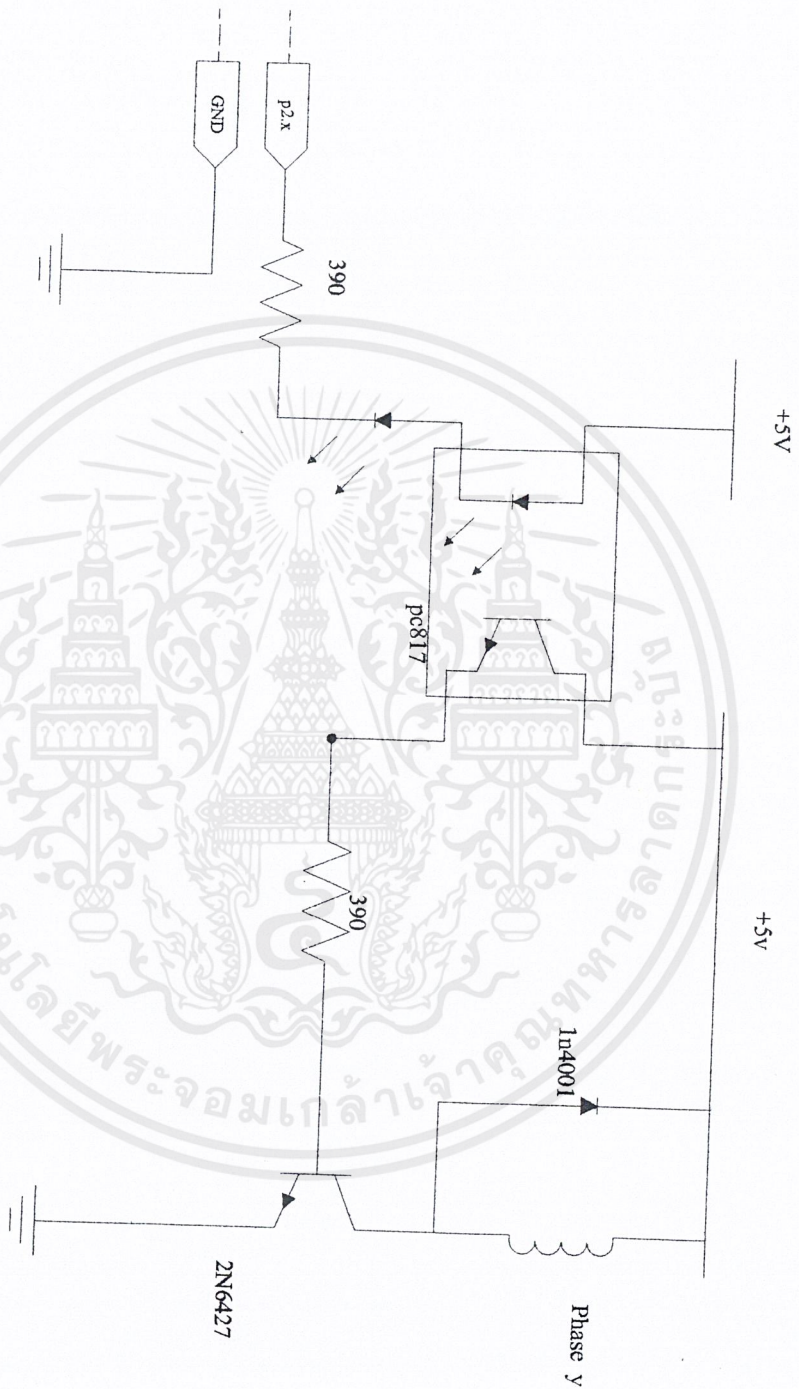


89C51

รูปแสดงวงจรรวมของตัวถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงวงจรขมอต่อรีโมตคัลเซส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

org          0000h
cw1         equ          0fc03h
cw2         equ          0fa03h
pa1         equ          0fc00h
pa2         equ          0fa00h          ;udlr tv1 tv2 0 1
pb1         equ          0fc01h          ;ic1 ic2 ic3 ic4 L1 L2 L3 L4
pb2         equ          0fa01h          ;9,8,7,6,5,4,3,2
pc1         equ          0fc02h          ;ch1 ch2 ch3 ch4 ch5 ch6 ch7 ch8
pc2         equ          0fa02h          ;g,f,e,d,c,b,a,-
zero        equ          80h
one         equ          0eeh
two         equ          14h
three       equ          4ch
four        equ          6ah
five        equ          49h
six         equ          01h
seven       equ          0ech
eight       equ          00h
nine        equ          40h
chan        equ          78h
inp         equ          70h
tv1         equ          68h
tv2         equ          60h
;*****
;***set***
mov         scon,#0e0h
mov         tmod,#20h
mov         th1,#0fdh
setb        tr1
mov         a,#0ffh
mov         r7,a
mov         r6,a
mov         r5,a
mov         r4,a
mov         dptr,#cw1
mov         a,#80h
movx        @dptr,a
mov         dptr,#cw2
mov         a,#92h
movx        @dptr,a
mov         a,#0ffh
mov         dptr,#pb2
movx        @dptr,a
mov         dptr,#pa2
movx        @dptr,a
mov         a,#00h
mov         inp,a
mov         tv1,a
mov         tv2,a
mov         dptr,#pc1
movx        @dptr,a
mov         dptr,#pb1
movx        @dptr,a
mov         r3,#00h
mov         r2,#0f0h
acall       sndla
;***begin***
begin:      acall       senmo          ;refresh send motion
            acall       senled        ;refresh led
            acall       getip

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

anl      a,#0ch          ;checktv
jb       0e2h,tiv2       ;tv2
jb       0e3h,start1    ;tv1
tiv2:    ajmp           begin          ;no tv go back
prsl:    ljmp           start2         ;jump
prsl:    acall          senled
prsl:    acall          getchan
prsl:    jnz            prsl           ;check if still press
prsl:    acall          del
mo1:     acall          senmo           ;send motion control until
mo1:     acall          senled         ;have i/p
mo1:     acall          getip
mo1:     anl           a,#03h
mo1:     jnz            gbak1
mo1:     acall          getchan
mo1:     jnz            gbak1
mo1:     ajmp           mo1
gbak1:   ajmp           begin          ;just jump
prssl:   acall          senled
prssl:   acall          getip
prssl:   anl           a,#03h         ;check & send motion
prssl:   jnz            prssl         ;(for 0,1)
prssl:   acall          del
mo2:     acall          senmo
mo2:     acall          senled
mo2:     acall          getip
mo2:     anl           a,#03h
mo2:     jnz            gbak2
mo2:     acall          getchan
mo2:     jnz            gbak2
mo2:     ajmp           mo2
gbak2:   ajmp           begin          ;just jump
shtt:    acall          shut1
shtt:    ajmp           begin
start1:  acall          getip
start1:  anl           a,#02h         ;check if press 0
start1:  jnz            shtt          ;then clear
start1:  mov           a,inp
start1:  jnb           0e0h,norm1     ;not press1? go norm
start1:  acall          getchan       ;not only 1?
start1:  jnz            begin         ;yes,begin
start1:  ajmp           chkin1        ;go next
norm1:   acall          getchan
norm1:   jz            begin         ;not press,back
norm1:   mov           r5,#0ffh
norm1:   ajmp           step1         ;go on next step
chkin1:  mov           r5,#0ffh
chkin1:  mov           r4,#one        ;send 1 out
chkin1:  acall          senled
chkin1:  acall          getip
chkin1:  anl           a,#01h         ;check if still press 1
chkin1:  jnz            chkin1
chkin1:  acall          bdel          ;wait for 2nd input
chkin1:  acall          getip
chkin1:  anl           a,#03h         ;press 0,1 ?
chkin1:  jz            sec1          ;no, find sec
chkin1:  cjne         a,#03h,nexchk1 ;not press both,next
chkin1:  ajmp           begin
nexchk1: acall          getchan       ;press2-9?
nexchk1: jnz            gbak2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov     r5,#one
mov     a,inp
jb     0e1h,rei1           ;press0?
acall  senled             ;send 11
acall  clr1a1
mov     r3,#20h           ;select out
mov     r2,#40h
acall  sndla
mov     tv1,#11h         ;control motion
ajmp   prss1
rei1:  mov     r4,#zero
acall  senled
acall  clr1a1
mov     r3,#40h
mov     r2,#40h
acall  sndla
mov     tv1,#10h
ajmp   prss1
secl:  acall  getchan
jz     bakk
mov     r5,#one
jb     0e0h,ni1           ;next2
jb     0e1h,san1         ;next3
jb     0e2h,shi1        ;next4
jb     0e3h,koh1        ;next5
jb     0e4h,rok1        ;next6
bakk:  mov     r5,#0ffh
acall  clr1a1
mov     r3,#80h
mov     r2,#80h
acall  sndla
mov     tv1,#01h
ajmp   prss1
ni1:   cjne   a,#01h,bak3
mov     r4,#two
acall  senled
acall  clr1a1
mov     r3,#10h
mov     r2,#40h
acall  sndla
mov     tv1,#12h
ajmp   prs1             ;send 12
san1:  cjne   a,#02h,bak3
mov     r4,#three
acall  senled
acall  clr1a1
mov     r3,#08h
mov     r2,#40h
acall  sndla
mov     tv1,#13h
ajmp   prs1             ;send 13
shi1:  cjne   a,#04h,bak3
mov     r4,#four
acall  senled
acall  clr1a1
mov     r3,#04h
mov     r2,#40h
acall  sndla
mov     tv1,14h
ajmp   prs1             ;send 14

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

koh1:  cjne    a,#08h,bak3
        mov     r4,#five
        acall   senled
        acall   clr1a1
        mov     r3,#02h
        mov     r2,#40h
        acall   sndla
        mov     tv1,#15h
        ajmp    prs1                ;send 15
rok1:  cjne    a,#10h,bak3
        mov     r4,#six
        acall   senled
        acall   clr1a1
        mov     r3,#01h
        mov     r2,#40h
        acall   sndla
        mov     tv1,#16h
        ajmp    prs1                ;send 16
bak3:  ajmp    prs1
step1: mov     a,chan
        jb     0e0h,nin1            ;next2
        jb     0e1h,sann1           ;next3
        jb     0e2h,shin1          ;next4
        jb     0e3h,kohn1          ;next5
        jb     0e4h,rokn1          ;next6
        jb     0e5h,chin1          ;next7
        jb     0e6h,haj            ;next8
        cjne   a,#80h,bak3
        mov     r4,#nine
        acall   senled
        acall   clr1a1
        mov     r3,#80h
        mov     r2,#40h
        acall   sndla
        mov     tv1,#09h
        ajmp    prs1
nin1:  cjne    a,#01h,bak3
        mov     r4,#two
        acall   senled
        acall   clr1a1
        mov     r3,#40h
        mov     r2,#80h
        acall   sndla
        mov     tv1,#02h
        ajmp    prs1
sann1: cjne    a,#02h,bak3
        mov     r4,#three
        acall   senled
        acall   clr1a1
        mov     r3,#20h
        mov     r2,#80h
        acall   sndla
        mov     tv1,#03h
        ajmp    prs1
shin1: cjne    a,#04h,bak3
        mov     r4,#four
        acall   senled
        acall   clr1a1
        mov     r3,#10h
        mov     r2,#80h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

acall    sndla
mov      tv1,#04h
ajmp     prs1
kohn1:  cjne   a,#08h,bak3
mov      r4,#five
acall    senled
acall    clr1a1
mov      r3,#08h
mov      r2,#80h
acall    sndla
mov      tv1,#05h
ajmp     prs1
rokn1:  cjne   a,#10h,bak3
mov      r4,#six
acall    senled
acall    clr1a1
mov      r3,#04h
mov      r2,#80h
acall    sndla
mov      tv1,#06h
ajmp     prs1
haj:    ajmp   hajn1
chin1:  cjne   a,#20h,bak2
mov      r4,#seven
acall    senled
acall    clr1a1
mov      r3,#02h
mov      r2,#80h
acall    sndla
mov      tv1,#07h
ajmp     prs1
hajn1:  cjne   a,#40h,bak2
mov      r4,#eight
acall    senled
acall    clr1a1
mov      r3,#01h
mov      r2,#80h
acall    sndla
mov      tv1,#08h
ajmp     prs1
getchan:mov    dptr,#pb2
movx    a,@dptr
cpl     a
mov     chan,a
ret
getip:  mov     dptr,#pa2
movx    a,@dptr
cpl     a
mov     inp,a
ret
del:    mov     r0,#0ffh
wat:    djnz   r0,wat
ret
senled: mov     dptr,#pc2           ;led r4-r6;
mov     a,r4
movx    @dptr,a
mov     dptr,#pb1
mov     a,#04h
movx    @dptr,a
acall   del

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov     dptr,#pc2
mov     a,r5
movx    @dptr,a
mov     dptr,#pb1
mov     a,#08h
movx    @dptr,a
acall   del
mov     dptr,#pc2
mov     a,r6
movx    @dptr,a
mov     dptr,#pb1
mov     a,#01h
movx    @dptr,a
acall   del
mov     dptr,#pc2
mov     a,r7
movx    @dptr,a
mov     dptr,#pb1
mov     a,#02h
movx    @dptr,a
acall   del
mov     a,#00h
movx    @dptr,a
ret
bak2:   ajmp    prs1
sht:    acall   shut2
        ajmp    begin
start2: acall   getip
        anl    a,#02h
        jnz    sht
        mov    a,inp
        jnb    0e0h,norm2
        acall  getchan
        jnz    bak2
norm2:  ajmp    chkin2
        acall  getchan
        jz     bak
        mov    r7,#0ffh
        ajmp  step2
bak:    ljmp    begin
chkin2: mov    r7,#0ffh
        mov    r6,#one
        acall  senled
        acall  getip
        anl    a,#01h
        jnz    chkin2
        acall  bdel
        acall  getip
        anl    a,#03h
        jz     sec2
        cjne  a,#03h,nexchk2
        ajmp  begin
nexchk2:call  getchan
        jnz    bak
        mov    a,inp
        mov    r7,#one
        jb     0e1h,rei2
        acall  senled
        acall  clr1a2
        mov    r3,#20h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov     r2,#10h
acall   sndla
mov     tv2,#11h
ajmp    prss2
rei2:   mov     r6,#zero
        acall   senled
        acall   clr1a2
        mov     r3,#40h
        mov     r2,#10h
        acall   sndla
        mov     tv2,#10h
        ajmp    prss2
sec2:   acall   getchan
        jz      bakk2
        mov     r7,#one
        jb     0e0h,ni2           ;next2
        jb     0e1h,san2         ;next3
        jb     0e2h,shi2        ;next4
        jb     0e3h,koh2        ;next5
        jb     0e4h,rok2        ;next6
bakk2:  mov     r7,#0ffh
        acall   clr1a2
        mov     r3,#80h
        mov     r2,#20h
        acall   sndla
        mov     tv2,#01h
        ajmp    prss2
ni2:    cjne   a,#01h,prs2
        mov     r6,#two
        acall   senled
        acall   clr1a2
        mov     r3,#10h
        mov     r2,#10h
        acall   sndla
        mov     tv2,#12h
        ajmp    prs2             ;send 12
san2:   cjne   a,#02h,prs2
        mov     r6,#three
        acall   senled
        acall   clr1a2
        mov     r3,#08h
        mov     r2,#10h
        acall   sndla
        mov     tv2,#13h
        ajmp    prs2             ;send 13
shi2:   cjne   a,#04h,prs2
        mov     r6,#four
        acall   senled
        acall   clr1a2
        mov     r3,#04h
        mov     r2,#10h
        acall   sndla
        mov     tv2,#14h
        ajmp    prs2             ;send 14
koh2:   cjne   a,#08h,prs2
        mov     r6,#five
        acall   senled
        acall   clr1a2
        mov     r3,#02h
        mov     r2,#10h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    acall    sndla
    mov     tv2,#15h
    ajmp   prs2                ;send 15
rok2:    cjne   a,#10h,prs2
    mov     r6,#six
    acall   senled
    acall   clr1a2
    mov     r3,#01h
    mov     r2,#10h
    acall   sndla
    mov     tv2,#16h
    ajmp   prs2                ;send 16
prs2:    acall   senled
    acall   getchan
    jnz    prs2
    acall   del
mo3:     acall   senmo
    acall   senled
    acall   getip
    anl    a,#03h
    jnz    gbak3
    acall   getchan
    jnz    gbak3
    ajmp   mo3
gbak3:   ajmp   begin
prs2:    acall   senled
    acall   getip
    anl    a,#03h
    jnz    prs2
mo4:     acall   del
    acall   senmo
    acall   senled
    acall   getip
    anl    a,#03h
    jnz    gbak4
    acall   getchan
    jnz    gbak4
    ajmp   mo4
gbak4:   ajmp   begin
step2:   mov     a,chan
    jb     0e0h,nin2           ;next2
    jb     0e1h,sann2         ;next3
    jb     0e2h,shin2         ;next4
    jb     0e3h,kohn2         ;next5
    jb     0e4h,rokn2         ;next6
    jb     0e5h,chin2         ;next7
    jb     0e6h,han2          ;next8
    cjne   a,#80h,prs2
    mov     r6,#nine
    acall   senled
    acall   clr1a2
    mov     r3,#80h
    mov     r2,#10h
    acall   sndla
    mov     tv2,#09h
    ajmp   prs2
nin2:    cjne   a,#01h,prs2
    mov     r6,#two
    acall   senled
    acall   clr1a2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mov     r3,#40h
mov     r2,#20h
acall  sndla
mov     tv2,#02h
ajmp   prs2
sann2: cjne  a,#02h,prs2
mov     r6,#three
acall  senled
acall  clr1a2
mov     r3,#20h
mov     r2,#20h
acall  sndla
mov     tv2,#03h
ajmp   prs2
han2:  ajmp  hajn2
shin2: cjne  a,#04h,bak4
mov     r6,#four
acall  senled
acall  clr1a2
mov     r3,#10h
mov     r2,#20h
acall  sndla
mov     tv2,#04h
ajmp   prs2
kohn2: cjne  a,#08h,bak4
mov     r6,#five
acall  senled
acall  clr1a2
mov     r3,#08h
mov     r2,#20h
acall  sndla
mov     tv2,#05h
ajmp   prs2
rokn2: cjne  a,#10h,bak4
mov     r6,#six
acall  senled
acall  clr1a2
mov     r3,#04h
mov     r2,#20h
acall  sndla
mov     tv2,#06h
ajmp   prs2
chin2: cjne  a,#20h,bak4
mov     r6,#seven
acall  senled
acall  clr1a2
mov     r3,#02h
mov     r2,#20h
acall  sndla
mov     tv2,#07h
ajmp   prs2
hajn2: cjne  a,#40h,bak4
mov     r6,#eight
acall  senled
acall  clr1a2
mov     r3,#01h
mov     r2,#20h
acall  sndla
mov     tv2,#08h
ajmp   prs2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

bak4:  ajmp    prs2
bdel:  mov     r1,#05fh
watt:  call    del
       call    getip                ;wait for 2nd input
       anl    a,#03h
       cjne   a,#00h, got
       call   getchan
       cjne   a,#00h, got
       call   senled
       djnz   r1,watt

got:    ret
senmo:  acall   getip
       jb     0e2h,t2
       mov    a,tv1                ;send motion
       ajmp   goon
t2:     mov    a,tv2
goon:   setb   tb8
       mov    sbuf,a
       jnb   ti,$
       clr   tb8
       clr   ti
       mov   a,inp
       mov   sbuf,a
       jnb   ti,$
       clr   ti
sndla:  mov    dptr,#pbl
       mov    a,#00h
       movx  @dptr,a
       mov    dptr,#pbl
       mov    a,r2
       movx  @dptr,a
       mov    dptr,#pcl                ;select chan
       mov    a,r3
       movx  @dptr,a
       mov    dptr,#pbl
       mov    a,#00h
       movx  @dptr,a
       ret
clr1a1: mov    r2,#0c0h
       mov    r3,#00h
       acall  sndla
       ret
clr1a2: mov    r2,#30h
       mov    r3,#00h
       acall  sndla
       ret
shut1:  mov    r4,#0ffh
       mov    r5,#0ffh
       acall  senled
       mov    r3,#00h
       mov    r2,#0c0h
       acall  sndla
       mov    tv1,#00h
       acall  senmo
       ret
shut2:  mov    r6,#0ffh
       mov    r7,#0ffh
       acall  senled
       mov    r3,#00h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
mov    r2,#030h
acall  sndla
mov    tv2,#00h
acall  senmo
ret
end
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

org      0000h
mov      sp,#30h
mov      78h,#00h
mov      70h,#33h
mov      58h,#33h
mov      48h,#10h
mov      r0,#00h
mov      r1,#00h
mov      r2,#00h
mov      r3,#00h
mov      r4,#33h ;ud
mov      r5,#00h ;mix
mov      68h,#03h
mov      scon,#0f0h
mov      tmod,#20h
mov      th1,#0fdh
clr      rb8
setb     tr1
clr      ri
mov      a,#0ffh
mov      p2,a
step1:  mov      50h,#00h
setb     sm2
jnb      ri,$
mov      a,sbuf
clr      ri
cjne     a,#01h,nprs2
clr      sm2
jnb      ri,$
mov      a,sbuf
mov      50h,a
clr      ri
mov      a,50h
anl      a,#00110000b
jz       nprs
cjne     a,#00110000b,check1
ajmp     nprs
nprs:   mov      78h,#00h
ajmp     step2
nprs2:  djnz    48h,step1
ajmp     stay
check1: cjne     a,#00100000b,right
ajmp     left
right:  mov      a,r0
cjne     a,#28h,nex0
ajmp     step2
nex0:   mov      a,58h
rl       a
mov      58h,a
mov      78h,a
inc      r0
dec      r1
ajmp     step2
left:   mov      a,r1
cjne     a,#28h,nex1
jnz     step2
nex1:   mov      a,58h
rr       a
mov      58h,a
mov      78h,a

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

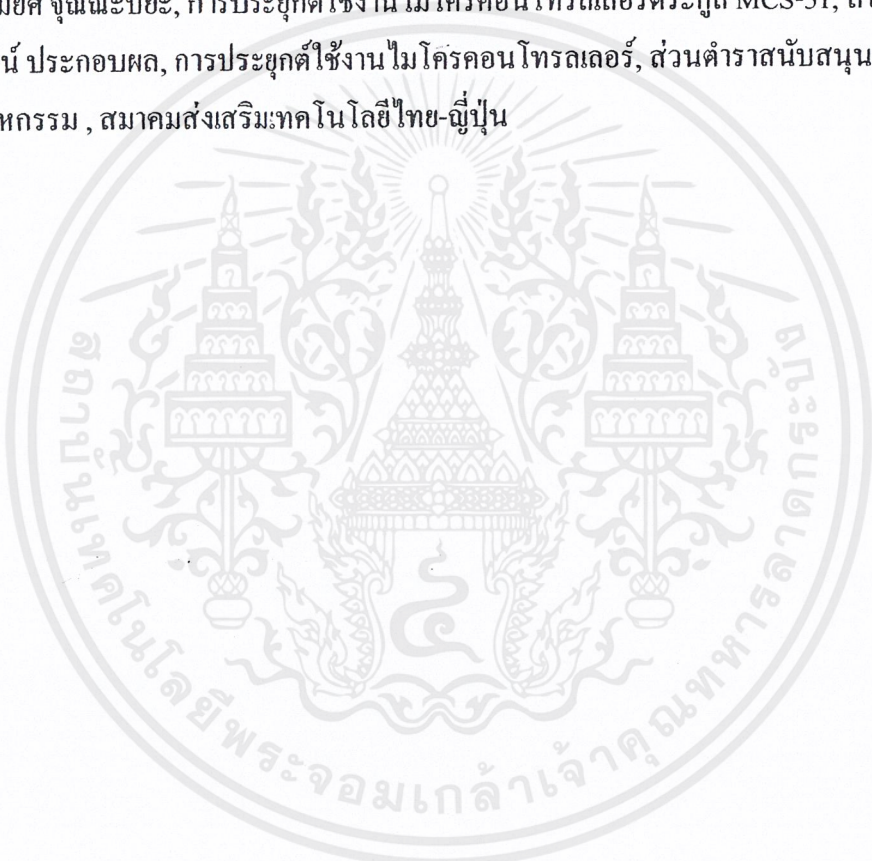
        inc    r1
        dec    r0
        ajmp   step2
step2:  mov    a,50h
        anl   a,#11000000b
        jz    stay
        cjne  a,#11000000b,check2
        ajmp  stay
check2: cjne  a,#10000000b,down
        ajmp  up
down:   mov    a,r2
        cjne  a,#19h,nex2
        ajmp  stay
nex2:   mov    a,70h
        rl   a
        mov   70h,a
        mov   r4,a
        inc   r2
        dec   r3
        ajmp  send1
up:     mov    a,r3
        cjne  a,#19h,nex3
        ajmp  stay
nex3:   mov    a,70h
        rr   a
        mov   70h,a
        mov   r4,a
        inc   r3
        dec   r2
        ajmp  send1
send1:  mov    a,r4
        anl   a,#0f0h
        mov   r5,a
send2:  mov    a,78h
        anl   a,#0fh
        orl  a,r5
        cpl  a
        mov   p2,a
        acall delay
        ajmp  step1
stay:   mov    48h,#10h
        mov   r5,#00h
        djnz 68h,send2
        mov   68h,#03h
        ajmp  send1
delay:  mov    r7,#0ffh
        mov   r6,#0ffh
delay1: djnz  r7,delay1
        djnz  r6,delay1
        ret
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. PP. Acanley Peter Peregrinus LTD, Stepping Motors : a guide to modern theory and practice, IEEE Control Engineering series 19.
2. โยธิน เปรมปราณีรัชต์, ระบบเซอร์โวและอิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลมอเตอร์, ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม, สจล.
3. รศ. สมยศ จุณณะปิยะ, การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, สจล.
4. ชีร์วัฒน์ ประกอบผล, การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์, ส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้