

ปริญญานิพนธ์

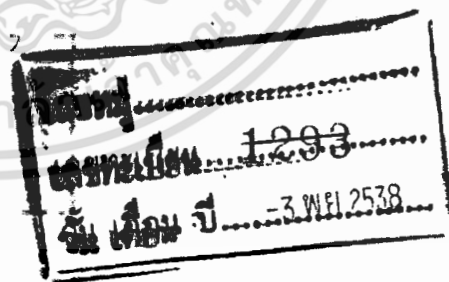
เครื่องควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอซี

AUDIO CONTROLLER THROUGH AC LINE

- 
1. นายกฤษฎา ศรีเกตุ
 2. นายนริศ โรจน์ชาญชัยกุล
 3. นายศิริพงศ์ ชันติพงศ์
 4. นายอรรถพล ฤทธิสำแดง



A021061



021061

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาควิชาวิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอซี

AUDIO CONTROLLER THROUGH AC LINE

- ชื่อนักศึกษา 1. นายกฤษฎา ศรีเกตุ รหัสประจำตัว 36031203
2. นายณริศ โรจน์ชาญชัยกุล รหัสประจำตัว 36031214
3. นายศิริพงศ์ ขันติพงศ์ รหัสประจำตัว 36031230
4. นายอรรถพล ฤทธิ์ล้ำแดง รหัสประจำตัว 36031238

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน
2. อาจารย์วรวิทย์ สมหา
3. อาจารย์โกศล ทรายชู

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน	
2. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
3. อาจารย์สมชาย ห่มนัยชาญ	
4. อาจารย์สันติ ตันตระกูล	
5. อาจารย์โกศล ทรายชู	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 20/พ.ค/38 เวลา 15.30 น.ถึงเวลา 17.30 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ลงนาม

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพนาคิน (อ.บูรพา))

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำออกนอกห้องเรียนได้ หากมีการนำออกไปใช้ถือว่าผิดกฎ

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องควบคุมสัญญาณเสียงผ่านสายเอซี

AUDIO CONTROLLER THROUGH AC LINE

ผู้จัดทำ

1. นายกฤษฎา ศรีเกตุ
2. นายณริศ โรจน์ชาญชัยกุล
3. นายศิริพงศ์ ชันติพงศ์
4. นายอรรถพล ฤทธิสำแดง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....

(อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน)

ลงนาม.....

(อาจารย์วรวิทย์ สมหา)

ลงนาม.....

(อาจารย์โกศล ตราขุ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องควบคุมสัญญาณเสียงผ่านสายไฟเอซี

AUDIO CONTROLLER THROUGH AC LINE

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการผสมสัญญาณเสียงลงในสายไฟเอซี
2. เพื่อออกแบบวงจรควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซี
3. เพื่อทดลองสร้างชุดควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซี โดยใช้เครื่อง PC เป็นตัวควบคุมการทำงาน
4. เพื่อแสดงผลการทำงานของชุดควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซี
5. เพื่อสามารถนำชุดสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีที่สร้างขึ้น ไปใช้จริงได้ ในการทำการกระจายเสียง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจ หลักการผสมสัญญาณเสียงลงในสายไฟเอซี
2. สามารถออกแบบวงจร ควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซี
3. สามารถสร้างชุด ควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีขึ้นเพื่อทดลองใช้งาน
4. สามารถนำชุดควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีขึ้นมาใช้งานจริงในการทำการกระจายเสียง
5. ให้เกิดทักษะในการแก้ไขปัญหา การควบคุมสัญญาณเสียงในการกระจายเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอช

นายกฤษฎา ศรีเกตุ
 นายณริศ โรจนชาญชัยกุล
 นายศิริพงศ์ ขันติพงศ์
 นายอรรถพล ฤทธิ์สำแดง

อาจารย์ที่ปรึกษา
 อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน
 อาจารย์วรวิทย์ สมหา
 อาจารย์โกศล ตราชู
 ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึง โครงการเกี่ยวกับการควบคุมระบบการกระจายเสียงผ่านทางสายเอช โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ PC เป็นตัวควบคุม อันประกอบด้วย เครื่องส่ง (Transmitter) ทำหน้าที่ผสมสัญญาณเสียงและสัญญาณควบคุมกับคลื่นพาห์ (Carrier) แล้วส่งผ่านไปยังสายไฟเอชของระบบไฟฟ้าในอาคาร ส่วน เครื่องรับ (Receiver) ซึ่งอาจมีได้หลายเครื่อง ต่ออยู่กับสายไฟเอชสายเดียวกัน ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องรับ แล้วแปลงกลับมาให้เป็นสัญญาณเดิม โดยมีสัญญาณดิจิทัลเป็นตัวควบคุมการปิดเปิดสัญญาณเสียง

AUDIO CONTROLLER THROUGH AC LINE

MR.KITSADA SRIKATE

MR.NARIS ROJCHANCHAIKUL

MR.SIRIPONG KHANTIPONG

MR.ATTAPOL RITSAMDANG

ADVISOR

MR.KITIPONG MANO

MR.WORAWIT SOMHA

MR.KOSORN TRACHU

1994

ABSTRACT

This thesis concerns control system to control the audio signal through AC. line by a PC. computer. We used consisted of transmitter which transmits the control signal , modulator between the audio signal and the digital signal whit the carrier , and the transmit it into the AC. line which had a , or many receives the connected to it. The receiver the signal from the transmitter and the change it back , to control the ON-OFF switch of the audio signal by the digital signal

กิติกรรมประกาศ

โครงการชุดนี้สามารถสำเร็จล่วงไปได้ก็ด้วยความกรุณาในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดจนให้โอกาสในการทำโครงการอย่างเต็มที่ ทั้งทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ เวลาและสถานที่จากอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ทุกท่าน

ขอขอบคุณผู้ให้กำเนิดที่ให้โอกาสในการศึกษา รุ่นพี่และเพื่อนๆ จากบริษัท ดีแคลร์ จำกัด ที่ให้คำแนะนำและเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนทุกๆ ท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยเหลือทำให้โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ระบบวิทยุเบื้องต้น	3
2.2 หลักการมอดูเลต	4
2.3 การมอดูเลตให้กับคลื่นพาหะ	5
2.3.1 การมอดูเลตทางแอมพลิจูด	5
2.3.2 การมอดูเลตทางความถี่	10
2.3.3 การมอดูเลตทางเฟส	12
2.4 ระบบการถ่ายโอนข้อมูล	14
2.4.1 ระบบการถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน	14
2.4.2 ระบบการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม	15
2.5 รหัสการส่งสัญญาณดิจิทัล	17
2.5.1 รหัส Non-Return-To-Zero (NRZ)	19
2.5.2 รหัส Alternate Mark Inversion (AMI)	19
2.5.3 รหัส Code Mark Inversion (CMI)	21
2.5.4 รหัส High Density Bipolar (HDB)	21
2.6 เอฟ เอส เค (Frequency Shift Keying : FSK)	22
2.6.1 ตัวส่งสัญญาณ FSK	17
2.6.2 ย่านความถี่ FSK	24
2.6.3 ตัวรับ FSK	25
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	26
3.1 หลักการออกแบบระบบ	26

3.1.1 ชุดส่งและควบคุมสัญญาณเสียง	26
3.1.2 ชุดรับสัญญาณควบคุมและสัญญาณเสียง	28
3.2 หลักการทำงานของวงจร	28
3.2.1 วงจรชุดส่งสัญญาณเสียง	28
3.2.2 วงจรอินเตอร์เฟสและส่งสัญญาณควบคุมจากคอมพิวเตอร์	29
3.2.3 วงจรชุดตัวส่งสัญญาณควบคุมและตัวรับสัญญาณควบคุม	38
3.2.4 หลักการทำงานของวงจรชุดรับสัญญาณควบคุม	54
3.2.5 การทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟ	60
3.2.6 วงจรชุดรับสัญญาณเสียง	63
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	65
4.1 ชุดส่งและควบคุมสัญญาณเสียง	65
4.1.1 การทดลองและผลการทดลองชุดส่งสัญญาณเสียง	65
4.1.2 การทดลองและผลการทดลองชุดส่งสัญญาณควบคุม	66
4.2 ชุดรับสัญญาณเสียงและสัญญาณควบคุม	69
4.2.1 การทดลองและผลการทดลองชุดรับสัญญาณควบคุม	69
4.2.2 การทดลองและผลการทดลองชุดรับสัญญาณเสียง	70
บทที่ 5 บทวิจารณ์ สรุป และ แนวทางในการพัฒนา	74
5.1 บทสรุป	74
5.2 ปัญหา และ แนวทางการแก้ไข	75
5.3 แนวทางในการพัฒนา	75
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก วิธีการใช้งานเครื่องควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซี	
ภาคผนวก ข วงจร รายการอุปกรณ์ และ วงจรพิมพ์	
ภาคผนวก ค โปรแกรมควบคุม	
ภาคผนวก ง รูปเครื่องต้นแบบของเครื่อง AUDIO CONTROLLER THROUGH AC LINE	
ภาคผนวก จ รูปเครื่องต้นแบบของระบบการควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอซี	
ภาคผนวก ฉ รูปเครื่องต้นแบบของระบบการควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอซี	

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 เครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอชอี	3
รูปที่ 2.2 แผนผังแสดงภาคเครื่องส่งและเครื่องรับ	4
รูปที่ 2.3 การมอดูเลททางแอมพลิจูดโดยใช้อุปกรณ์อนาลิเนียร์	6
รูปที่ 2.4 การใช้สัญญาณเสียงที่มีขนาดมากและน้อยในการมอดูเลท	6
รูปที่ 2.5 การวัดเปอร์เซ็นต์การมอดูเลท	7
รูปที่ 2.6 แอมพลิจูดของสัญญาณที่มอดูเลท	8
รูปที่ 2.7 การโอเวอร์มอดทำให้สัญญาณทางเครื่องรับเพี้ยน	9
รูปที่ 2.8 เปรียบเทียบคลื่นเอเอ็มในเชิงความถี่และเวลา	10
รูปที่ 2.9 การมอดูเลททางความถี่	11
รูปที่ 2.10 ความแตกต่างระหว่างคลื่น PM กับ FM	13
รูปที่ 2.11 การส่งข้อมูลแบบขนาน	14
รูปที่ 2.12 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม	15
รูปที่ 2.13 รูปแบบการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	16
รูปที่ 2.14 การรับส่งสัญญาณดิจิทัล	17
รูปที่ 2.15 การเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณ NRZ และ RZ	19
รูปที่ 2.16 สัญญาณยูนิโพลาร์ และสัญญาณรหัส AMI	20
รูปที่ 2.17 รหัสยูนิโพลาร์ ไบโพลาร์ และ เพาเวอร์สเปกตรัม	20
รูปที่ 2.18 การเปลี่ยนสัญญาณไบนารีเป็นรหัส CMI	21
รูปที่ 2.19 ตัวส่งสัญญาณเอฟเอสเคแบบไบนารี	23
รูปที่ 2.20 เอฟเอสเค มอดูเลเตอร์	24
รูปที่ 2.21 เอฟเอสเค คีมอดูเลเตอร์ที่ใช้หลักการของ เฟสล็อกกลูป	25
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบการควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอชอี	27
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมวงจรชุดอินเตอร์เฟสและส่งสัญญาณควบคุม	
จากเครื่องคอมพิวเตอร์	29
รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของการ์ดอินเตอร์เฟส	30
รูปที่ 3.4 วงจรดีโคคพอร์ต	32
รูปที่ 3.5 สัญญาณต่างๆ บนสล็อตของระบบเอชอี	33
รูปที่ 3.6 วงจรแลตซ์สัญญาณ	35

รูปที่ 3.7 สัญญาณไหม้มีงไคอะแกรมของการส่งสัญญาณข้อมูลออกพอร์ท	36
รูปที่ 3.8 วงจรเชิงกลิตสล็อตเพื่อสร้างสัญญาณ TE	37
รูปที่ 3.9 บล็อกไคอะแกรมของชุดส่งสัญญาณควบคุม	38
รูปที่ 3.10 วงจรเข้ารหัส	39
รูปที่ 3.11 ขาต่างๆ ของไอซีเบอร์ MC145026	39
รูปที่ 3.12 บล็อกไคอะแกรมการเข้ารหัสของไอซีเบอร์ MC145026	40
รูปที่ 3.13 วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ในไอซีการเข้ารหัส	41
รูปที่ 3.14 สัญญาณไหม้มีงไคอะแกรมของ MC145026	42
รูปที่ 3.15 ลักษณะการเข้ารหัสของบิทข้อมูล	43
รูปที่ 3.16 วงจรภายในของชุดรับส่งกระแสคลื่นพาหะ	44
รูปที่ 3.17 วงจรบัสเพื่อขยายกำลัง	46
รูปที่ 3.18 วงจรแท่งคลื่นลักษณะต่างๆ	50
รูปที่ 3.19 ลักษณะการพันของ YMC5549	50
รูปที่ 3.20 คุณลักษณะของวงจรกรองย่านความถี่ผ่าน	51
รูปที่ 3.21 บล็อกไคอะแกรมชุดตัวรับสัญญาณควบคุม	54
รูปที่ 3.22 สัญญาณต่างๆ ของ LM1893N	55
รูปที่ 3.23 ขาของไอซีเบอร์ MC145028	56
รูปที่ 3.24 บล็อกไคอะแกรมการถอดรหัสของ MC145028	57
รูปที่ 3.25 FLOWCHART ของ MC145028	58
รูปที่ 3.26 วงจรถอดรหัสสัญญาณ	59
รูปที่ 3.27 วงจรภาคจ่ายไฟแบบคงที่	61
รูปที่ 3.28 วงจรภาคจ่ายไฟแบบไม่คงที่	61
รูปที่ 3.29 รูปคลื่นวงจรภาคจ่ายไฟแบบไม่คงที่	62
รูปที่ 3.30 วงจรชุดรับสัญญาณเสียงตามสายเอซี	64
รูปที่ 4.1 สัญญาณเสียงที่ป้อนให้อินพุตทางด้านชุดส่ง	65
รูปที่ 4.2 สัญญาณเสียงหลังจากที่มอดูเลท	66
รูปที่ 4.3 สัญญาณคลื่นพาหะที่ส่งเข้าไปในสายไฟฟ้าเอซี	67
รูปที่ 4.4 แสดงการเข้ารหัสของสัญญาณหมายเลข 12	68
รูปที่ 4.5 สัญญาณเข้ารหัสที่มอดูเลทผ่านเข้าไปยังสายไฟฟ้า เอซี	69
รูปที่ 4.6 คลื่นพาหะของสัญญาณควบคุมทางด้านชุดรับ	70

รูปที่ 4.7 สัญญาณควบคุมทางด้านรับหลังจากคีมอดูเลท	71
รูปที่ 4.8 สัญญาณ (VT) ที่ขาไอซี MC145028	71
รูปที่ 4.9 สัญญาณคลื่นพาหะของเสียงหลังจากการคับปิ้งผ่านสายไฟฟ้าเอซี	72
รูปที่ 4.10 สัญญาณเสียงหลังการคีมอดูเลท	73
รูปที่ 4.11 สัญญาณเสียงก่อนออกลำโพง	73



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะของไลน์โค้ดคั้งแบบต่างๆ	22
ตารางที่ 3.1 I/O map ของ IBM PC	31
ตารางที่ 3.2 การดีโคัดพอร์ท	34
ตารางที่ 3.3 ตารางชาร์ทสำหรับเขียนค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรແທงค์	53



บทที่ 1

บทนำ

การติดต่อสื่อสารมีความสำคัญมากในยุคปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาก้าวหน้าขึ้นไปมากมีการคิดค้นและพัฒนาเทคนิคใหม่ ๆ เพื่อให้การรับส่งข่าวสารข้อมูลนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกรวดเร็วซึ่งในระบบการกระจายเสียงภายในอาคารนี้ก็ถือได้ว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างหนึ่ง โดยที่ทุกๆอาคารจำเป็นที่จะต้องมีเพราะว่าในอาคารที่มีการควบคุมการกระจายเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้ได้รับข่าวสารได้อย่างถูกต้อง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับระบบควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอชอี ซึ่งใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC Computer) เป็นตัวควบคุมระบบ โดยสัญญาณเสียงที่ถูกผสมสัญญาณลงไปในความถี่ของคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับของสายเอชอี ซึ่งจะถูกรับการทำงานโดยสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางสายไฟเอชอีด้วยเหมือนกัน จึงทำให้ง่ายต่อการควบคุมตำแหน่งการกระจายเสียง เป็นการประหยัดงบประมาณและสะดวกในการติดตั้งเพราะเราไม่จำเป็นต้องเดินสายลำโพงเป็นระยะทางไกลๆ เพียงแค่นำชุดรับสัญญาณเสียงนี้ไปทำการติดตั้งที่จุดไหนก็ได้ภายในสายไฟฟ้าไลน์เดียวกันก็สามารถรับสัญญาณเสียงที่ส่งมาได้ โดยที่ทางชุดรับอาจจะมิได้หลายตัวแต่ชุดส่งมีเพียงตัวเดียว

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งออกได้เป็น 5 บทเพื่อสะดวกต่อการทำการศึกษาและทำความเข้าใจ ซึ่งในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

บทที่ 1 บทนำ ในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของปริญญานิพนธ์อย่างกว้างๆ เพื่อให้ผู้ศึกษาได้ทราบถึงลักษณะโดยทั่วไปและส่วนประกอบของเนื้อหาสาระสำคัญภายในหนังสือปริญญานิพนธ์นี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาทางทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องนำมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ตลอดจนผลงานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำปริญญานิพนธ์นี้

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง จะอธิบายถึงหลักการและการทำงานต่างๆ ของวงจรในแต่ละส่วนที่นำมาใช้ประกอบในการออกแบบจัดทำโครงงาน ประกอบไปด้วยวงจรที่ออกแบบในแต่ละส่วนและหลักการทำงานของวงจรอย่างละเอียด

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง จะกล่าวถึงการทดลองนำวงจรในแต่ละส่วนของ
โครงการที่ได้จัดทำขึ้นเรียบร้อยแล้ว มาทำการวัดผลในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดเพื่อที่จะนำค่า
ต่างๆ ที่ได้จากการทดลองไปตรวจสอบอ้างอิงกับทฤษฎีที่ได้ทำการออกแบบไว้

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป ได้สรุปผลและเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดจนแนวทางแก้ไข
พร้อมกับเสนอแนวทางการพัฒนาของโครงการนี้ไว้

ในภาคผนวกได้ให้รายละเอียดของรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ
โครงการนี้ที่หาได้ยากโดยทั่วไป

นอกจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ปริิฎฐานิพนธ์ชุดนี้ยังได้จัดทำคู่มือการใช้งานขึ้น ซึ่งเป็น
เอกสารประกอบกับการใช้เครื่องอีกด้วย



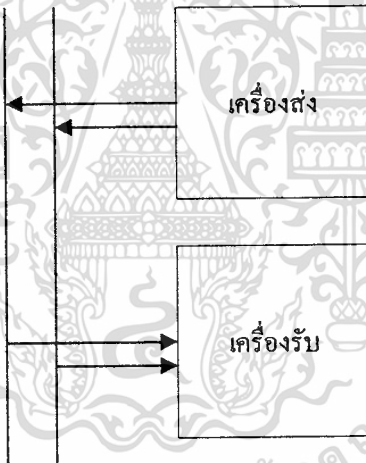
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

ระบบการสื่อสารภายในอาคารระบบนี้เป็นระบบหนึ่งในอีกหลายๆ แบบที่ใช้กันอยู่มากในปัจจุบัน โดยที่เราจะลดความยุ่งยากในการติดตั้งการเดินสายนำสัญญาณจากที่หนึ่ง ไปยังอีกที่หนึ่ง โดยที่เราทำการส่งสัญญาณเสียงไปกับสายไฟฟ้า 220 โวลต์แทน

เนื่องจากสัญญาณเสียงไม่สามารถส่งเข้าไปในสายไฟฟ้า 220 โวลต์ได้โดยตรง ดังนั้นเราต้องทำการมอดูเลทคลื่นเสียงเข้ากับคลื่นวิทยุที่มีความถี่ต่ำ แล้วจึงทำการส่งไปตามสายไฟฟ้าส่วนทางด้านตัวรับจะนำความถี่คลื่นวิทยุมาทำการดีมอดูเลท ก็จะได้เป็นความถี่คลื่นเสียงกลับคืนตามที่เราส่งมาซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.1

สายไฟ AC.

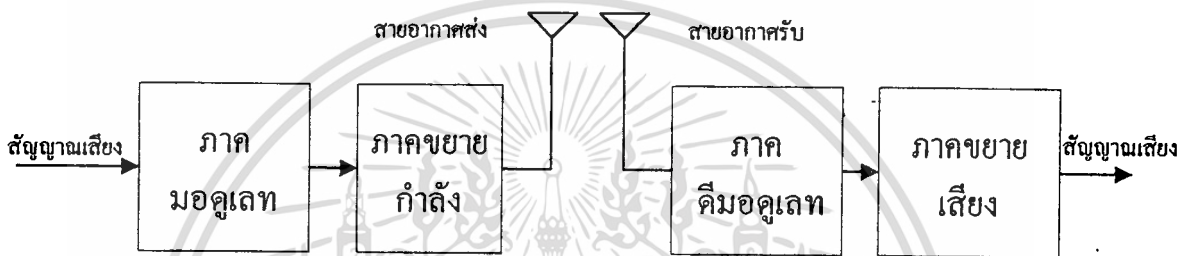


รูปที่ 2.1 เครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอซี

2.1 ระบบวิทยุเบื้องต้น

ระบบวิทยุโดยทั่วๆ ไปมักจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกับรูปที่ 2.2 ในที่นี้เราได้แสดงไว้เฉพาะการติดต่อทางเดียวจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับเท่านั้น จะเห็นได้ว่าประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ เครื่องส่ง เครื่องรับ สายอากาศ และสัญญาณข่าวสารต่างๆ (เช่น เสียงพูดจากไมโครโฟน) จะถูกป้อนเข้าอินพุตทำให้เกิดเอาต์พุตเป็นคลื่นที่ได้รับการมอดูเลท แล้วแผ่กระจายออกจากสายอากาศ

ทางด้านส่งไปยังด้านรับ ส่วนทางเครื่องรับเมื่อรับสัญญาณได้จะถูกแปลงโดยเครื่องรับ เพื่อให้สัญญาณข่าวสารกลับคืนออกมา เช่น เป็นเสียงพูดออกทางลำโพง ที่เครื่องส่งสัญญาณข่าวสารและสัญญาณพาหะความถี่สูงจะถูกส่งไปยังวงจรมอดูเลตซึ่งทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณข่าวสารลงบนสัญญาณพาหะความถี่สูง สัญญาณพาหะที่ถูกมอดูเลตแล้วจะต้องไปผ่านการขยายให้มีกำลังมากขึ้น แล้วป้อนให้แก่สายอากาศส่ง เพื่อสามารถส่งไปได้ไกลโดยที่เครื่องรับสามารถรับได้ชัดเจน คลื่นจากเครื่องส่งนี้จะแผ่กระจายออกจากสายอากาศส่งโดยมีทิศทางมุ่งไปยังเครื่องรับ



รูปที่ 2.2 แผนผังภาคเครื่องส่งและเครื่องรับ

ที่เครื่องรับ คลื่นที่ส่งมาจะสามารถรับได้โดยสายอากาศรับ เครื่องรับจะเลือกรับเฉพาะสัญญาณที่ต้องการเท่านั้น แล้วขยายให้คลื่นนั้นมีกำลังแรงขึ้นเพื่อที่จะป้องกันให้วงจรคีมอดูเลตทำหน้าที่แปลงคลื่นพาหะที่ถูกมอดูเลตกลับมากขึ้นเพื่อให้สัญญาณข่าวสารที่ต้องการตามเดิม

ข้อสังเกตในระบบวิทยุก็คือ ถ้ามีเครื่องส่งหลายๆ เครื่องอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันมากแล้วเราจำเป็นจะต้อง ใช้ความถี่เครื่องส่งซ้ำกันก็ต่อเมื่อเครื่องส่งในแต่ละเครื่องอยู่ห่างไกลกันมากและไม่ทำให้เกิดการรบกวน เพราะคลื่นวิทยุจะมีความแรงลดลงที่ระยะห่างไกลจากเครื่องส่งมากขึ้น

2.2 หลักการมอดูเลต

ในกระบวนการมอดูเลตนั้น เราใช้คลื่นรูปไซน์ที่มีความถี่สูงเป็นพาหะ แล้วเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางอย่างของพาหะด้วยสัญญาณข่าวสารอันได้แก่ สัญญาณอะนาล็อก (หรือเสียงพูด) สัญญาณภาพ หรือข่าวสารอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคลื่นพาหะแบบนี้เราเรียกว่า การมอดูเลตคลื่นรูปไซน์ที่เราใช้เป็นพาหะนั้น เราสามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์แทนได้ดังนี้

$$E = A \sin [\omega t + \theta]$$

ในที่นี้ E คือ ค่าแรงดัน (หรือกระแส) ของคลื่นพาหะใดๆ

A คือ แอมพลิจูด (หรือขนาด) สูงสุดของคลื่นพาหะ

ω คือ ความถี่เชิงมุม $= 2$

t คือ เวลา

θ คือ เฟส หรือมุมทางไฟฟ้า

f คือความถี่

จากสมการข้างต้นนี้จะเห็นได้ว่า คุณสมบัติประจำตัวของคลื่นรูปไซน์ (Sine) ที่สำคัญมีอยู่ 3 ประการซึ่งเราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือมอดูเลตได้ คือแอมพลิจูด (A) ความถี่เชิงมุม (ω) หรือความถี่ (f) และเฟส (θ)

2.3 การมอดูเลตให้กับคลื่นพาหะแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. มอดูเลตทางแอมพลิจูด (Amplitude Modulation เรียกย่อว่า AM)
2. มอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation เรียกย่อว่า FM)
3. มอดูเลตทางเฟส (Phase Modulation เรียกย่อว่า PM)

ในทางปฏิบัติสัญญาณ FM กับสัญญาณ PM จะมีคล้ายคลึงกันมากในบางที่เราเรียกรวมๆ ทั้ง FM และ PM ว่า การมอดูเลตแบบเชิงมุม (Angle Modulation) กล่าวโดยสรุป การมอดูเลตแบ่งออกเป็นจริงๆ 2 แบบใหญ่ๆ คือ AM กับ FM (หรือ PM)

2.3.1 การมอดูเลตทางแอมพลิจูด

การมอดูเลตแบบ AM นั้นเราใช้สัญญาณข่าวสาร สมมติว่าให้สัญญาณเสียงมามอดูเลตกับสัญญาณพาหะเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติทางแอมพลิจูด (หรือขนาด) ของพาหะในรูปที่ 2.3 เราใช้สัญญาณพาหะ (ก) ผสมกับสัญญาณเสียง (ข) ลงในวงจรนอนลิเนียร์ (Nonlinear) เช่น ใช้ไดโอดหรือทรานซิสเตอร์โดยให้มีจุดทำงานอยู่ในบริเวณที่ไม่เป็นลิเนียร์ ในอุปกรณ์ประเภทนอนลิเนียร์จะทำให้เกิดสัญญาณ AM ดังรูปที่ 2.3 (ค) ซึ่งจะสังเกตได้ว่าสัญญาณพาหะที่ถูกมอดูเลตแล้วมีขนาดแอมพลิจูดเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงที่ปนอยู่ในสัญญาณ AM จะปรากฏเป็นกรอบคลื่น (Envelope) บนและล่างดังรูปที่ 2.4 (ก) เป็นสัญญาณเสียงที่มีแอมพลิจูดขนาดหนึ่ง

ในที่นี้ E คือ ค่าแรงดัน (หรือกระแส) ของคลื่นพาหะใดๆ

A คือ แอมพลิจูด (หรือขนาด) สูงสุดของคลื่นพาหะ

ω คือ ความถี่เชิงมุม $= 2$

t คือ เวลา

θ คือ เฟส หรือมุมทางไฟฟ้า

f คือความถี่

จากสมการข้างต้นนี้จะเห็นได้ว่า คุณสมบัติประจำตัวของคลื่นรูปไซน์ (Sine) ที่สำคัญๆ มีอยู่ 3 ประการซึ่งเราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือมอดูเลตได้ คือแอมพลิจูด (A) ความถี่เชิงมุม (ω) หรือความถี่ (f) และเฟส (θ)

2.3 การมอดูเลตให้กับคลื่นพาหะแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

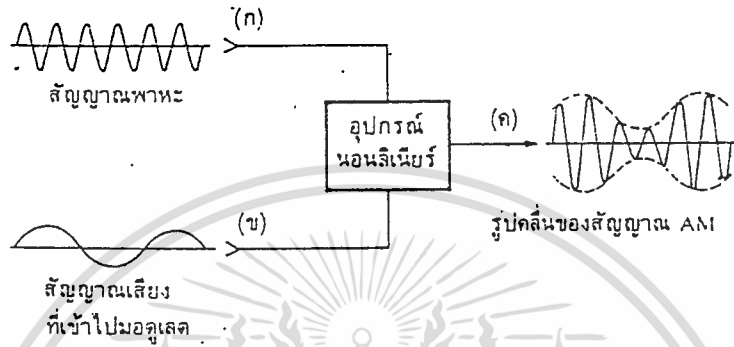
1. มอดูเลตทางแอมพลิจูด (Amplitude Modulation เรียกย่อว่า AM)
2. มอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation เรียกย่อว่า FM)
3. มอดูเลตทางเฟส (Phase Modulation เรียกย่อว่า PM)

ในทางปฏิบัติสัญญาณ FM กับสัญญาณ PM จะมีคล้ายคลึงกันมากในบางที่เราเรียกรวมๆ ทั้ง FM และ PM ว่า การมอดูเลตแบบเชิงมุม (Angle Modulation) กล่าวโดยสรุป การมอดูเลตแบ่งออกเป็นจริงๆ 2 แบบใหญ่ๆ คือ AM กับ FM (หรือ PM)

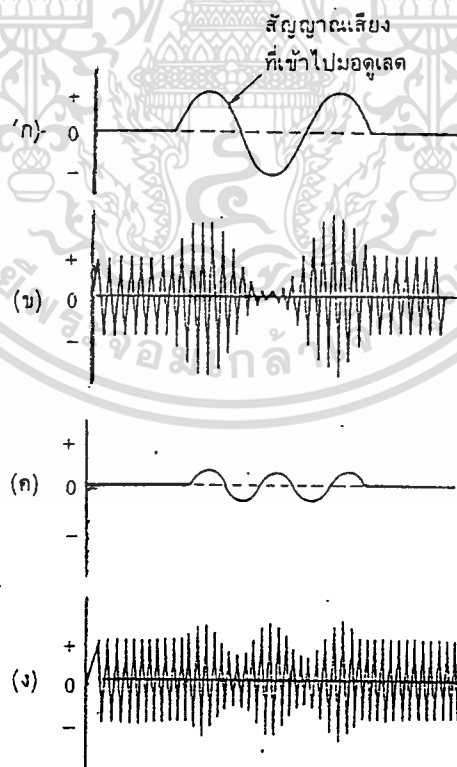
2.3.1 การมอดูเลตทางแอมพลิจูด

การมอดูเลตแบบ AM นั้นเราใช้สัญญาณข่าวสาร สมมติว่าให้สัญญาณเสียงมามอดูเลตกับสัญญาณพาหะเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติทางแอมพลิจูด (หรือขนาด) ของพาหะในรูปที่ 2.3 เราใช้สัญญาณพาหะ (ก) ผสมกับสัญญาณเสียง (ข) ลงในวงจรนอนลิเนียร์ (Nonlinear) เช่น ใช้ไดโอด หรือทรานซิสเตอร์โดยให้มีจุดทำงานอยู่ในบริเวณที่ไม่เป็นลิเนียร์ ในอุปกรณ์ประเภทนอนลิเนียร์ จะทำให้เกิดสัญญาณ AM ดังรูปที่ 2.3 (ค) ซึ่งจะสังเกตได้ว่าสัญญาณพาหะที่ถูกมอดูเลตแล้วมีขนาดแอมพลิจูดเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงที่ปนอยู่ในสัญญาณ AM จะปรากฏเป็นกรอบคลื่น (Envelope) บนและล่างดังรูปที่ 2.4 (ก) เป็นสัญญาณเสียงที่มีแอมพลิจูดขนาดหนึ่ง

โดยใน รูปที่ 2.4 (ข) คือสัญญาณ AM ที่มีสัญญาณเสียงในรูปที่ 2.4 (ก) มอดูเลทในทางตรงข้าม ถ้าสัญญาณเสียงมีแอมพลิจูดเล็กดังรูปที่ 2.4 (ค) ดังนั้นสัญญาณ AM ที่เกิดขึ้นก็จะทำให้มีกรอบ (การเปลี่ยนแปลงทางแอมพลิจูด) เล็กด้วย ดังรูปที่ 2.4 (ง)



รูปที่ 2.8 การมอดูเลททางแอมพลิจูดโดยใช้อุปกรณ์นอนลิเนียร์



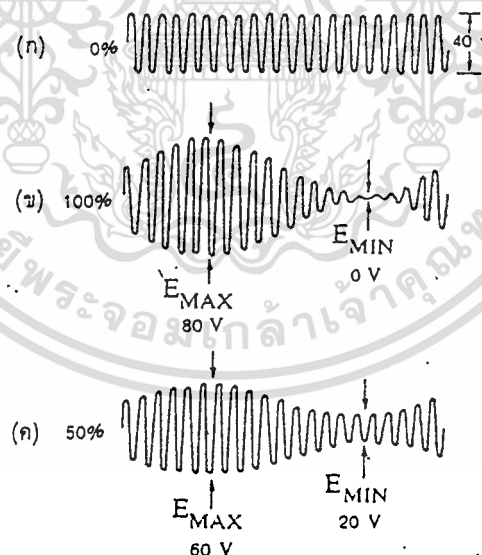
รูปที่ 2.4 การใช้สัญญาณเสียงที่มีขนาดมากและน้อยในการมอดูเลท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ของการมอดูเลท ในรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าปริมาณการมอดูเลทของสัญญาณลงบน พาทะไม่เท่ากันนั้น สังเกตได้ว่าแอมพลิจูดของคลื่นพาทะเปลี่ยนแปลงมากในรูปที่ 2.4 (ข) และ เปลี่ยนแปลงน้อยในรูปที่ 2.4 (ง) ปริมาณการมอดูเลทนี้นิยามวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ (บางที่เราเรียกแฟก-เตอร์การมอดูเลท มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1) รูปที่ 2.5 พาทะที่ยังไม่มีการมอดูเลท เรียกว่ามีเปอร์เซ็นต์ ข้องการมอดูเลทเท่ากับศูนย์ (0 เปอร์เซ็นต์) ในรูปที่ 2.5 (ก) สมมติว่าพาทะมีแอมพลิจูดโดยเฉลี่ย เดิมยังคงเป็น 40 Vp-p ในรูปที่ 2.5 (ข) พาทะถูกมอดูเลทด้วยสัญญาณเสียงเดิมที่ 100 เปอร์เซ็นต์ แอมพลิจูดของพาทะจะตกลงมาถึงศูนย์และแอมพลิจูดขอดบวกถึงขอดลบของพาทะจะให้ได้สูงสุด 80 Vp-p อย่างไรก็ตามค่าแอมพลิจูดโดยเฉลี่ยของพาทะยังคงเป็น 40 Vp-p เท่าเดิม

ในรูปที่ 2.5 (ค) พาทะถูกมอดูเลทเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ แอมพลิจูดของคลื่นพาทะสูงสุดคือ 60 Vp-p และต่ำสุดมีค่า 20 Vp-p แอมพลิจูดเฉลี่ยของพาทะเท่ากับ 40 Vp-p เช่นเดิม เราสามารถใช้สูตรคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

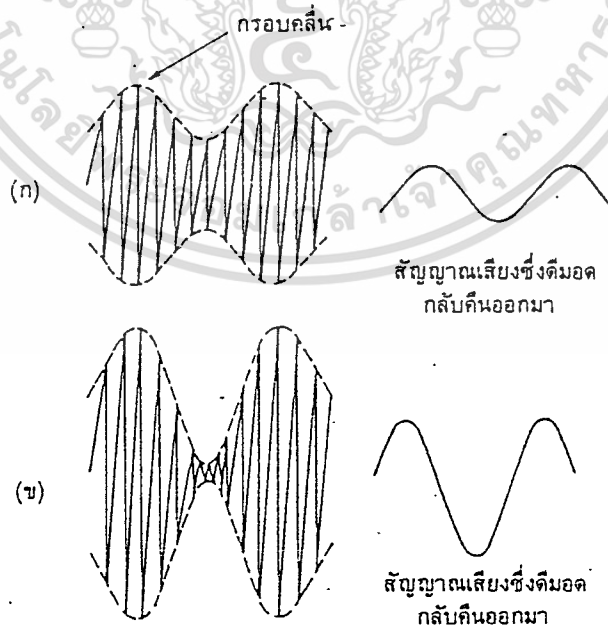
$$\text{เปอร์เซ็นต์การมอดูเลท} = \frac{[E_{\text{MAX}} - E_{\text{MIN}}]}{[E_{\text{MAX}} + E_{\text{MIN}}]} \times 100$$



รูปที่ 2.5 การวัดเปอร์เซ็นต์การมอดูเลท

ปกติเราต้องการให้เปอร์เซ็นต์การมอดูเลทมีค่าสูงสุด เพื่อที่ว่าสัญญาณเสียงที่เราได้รับทางเครื่องรับจะมีกำลังแรง (เสียงดัง) จากรูปที่ 2.6 เนื่องจากเครื่องรับ AM จะเปลี่ยนคลื่น AM เป็นสัญญาณเสียง โดยการแยกเอาแต่เฉพาะเสียงที่รับได้ในกรณีที่ว่ามีมอดูเลทลงบนพาหะกลับคืนจากคลื่น AM (คือคิมอดนั่นเอง) ฉะนั้นสัญญาณเสียงที่รับได้ในกรณีที่ว่ามีมอดูเลทมาแรง (เปอร์เซ็นต์การมอดูเลทมีค่าสูง) จะได้เสียงดังกว่า นั่นคือในที่นี้รูปที่ 2.6 (ข) จะให้สัญญาณเสียงดังกว่าแสดงในรูปที่ 2.6 (ก) เพราะเปอร์เซ็นต์การมอดูเลทมากกว่า

อย่างไรก็ตามการมอดูเลทต้องไม่สูงเกินไป (ไม่เกิน 100 เปอร์เซ็นต์) เพราะจะทำให้สัญญาณเสียงที่ได้รับเครื่องรับเกิดความเพี้ยน การมอดูเลทมากเกินไปนี้เรียกว่า การมอดูเลทเกิน (Overmodulation) หรือเรียกย่อๆ ว่าโอเวอร์มอด จะเห็นว่าแอมพลิจูดของสัญญาณ AM จะลดลง ไม่ต่ำกว่าศูนย์ ไม่ว่าจะมอดูเลทแรงเท่าไรก็ตามยิ่งถ้าสัญญาณที่มีมอดูเลทมีค่ามาก คลื่นพาหะก็จะหายไป (Cut Off) บางส่วนเสียด้วยซ้ำ ดังนั้นการรอบคลื่นของสัญญาณ AM จึงมีรูปร่างผิดไปจากสัญญาณเสียงที่เข้าไปมอดูเลท ดังในรูปที่ 2.7 (ก) เป็นสัญญาณที่เข้าไปมอดูเลท (คือสัญญาณเสียง) รูปที่ 2.7 (ข) เป็นพาหะที่ยังไม่มีการมอดูเลท รูปที่ 2.7 (ค) เป็นพาหะที่มอดูเลทด้วยสัญญาณเสียงที่มีความแรงมากเกินไปทำให้พาหะบางช่วงหายไป เมื่อเครื่องรับคิมอดสัญญาณเสียงกลับมาจะมีลักษณะเหมือนกับกรอคลื่นซึ่งเพี้ยนไปจากเดิม ดังรูปที่ 2.7 (ง)



รูปที่ 2.6 แอมพลิจูดของสัญญาณเสียงที่คิมอดูเลท

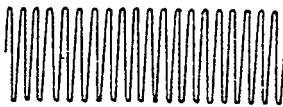
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

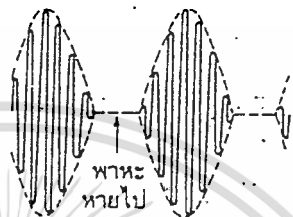
(ก) สัญญาณที่เข้าไป
มอดูเลต



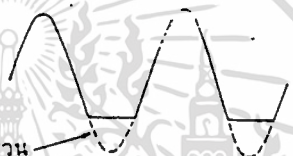
(ข) พหุระที่ยังไม่ได้ถูก
มอดูเลต



(ค) รูปคลื่น AM เมื่อ
มอดูเลตมากเกินไป



(ง) สัญญาณที่ตีมอด
กลับคืนออกมา

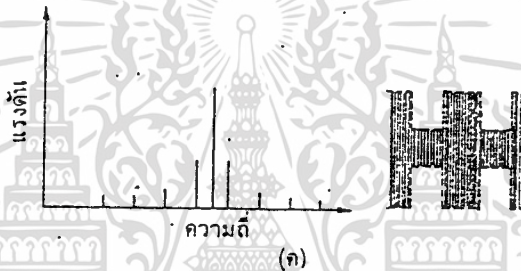
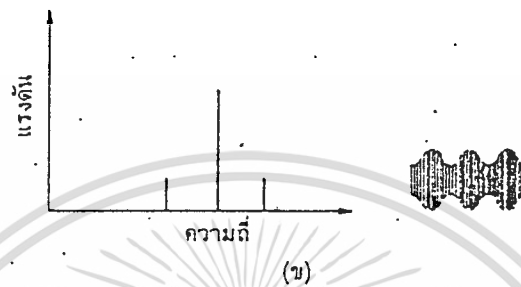
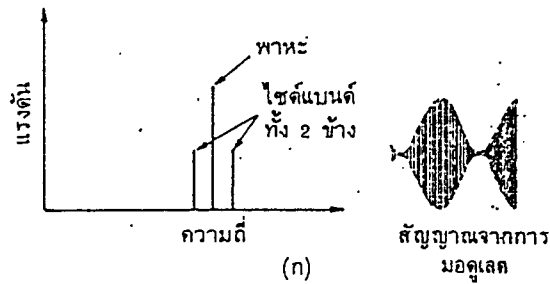


สัญญาณส่วนลบบางส่วน
ถูกขลิบหายไป

รูปที่ 2.7 การโอเวอร์มอดทำให้สัญญาณทางเครื่องรับเพี้ยน

แบนด์วิดท์ของสัญญาณ AM เราสังเกตจากรูปที่ 2.8 ได้ว่า การส่งสัญญาณ AM มิใช่เป็นการส่งสัญญาณเพียงความถี่พาหะความถี่เดียว แต่เป็นการส่งหลายๆ ความถี่หรือเป็นแถบความถี่และความจริงข้อนี้ไม่ได้อยู่ในคลื่นพาหะแต่ปนอยู่ในไซด์แบนด์ทั้ง 2 ข้าง ถ้าเราส่งแต่พาหะไปอย่างเดียว ข้อความก็ไปไม่ถึงเครื่องรับ ฉะนั้นในระบบ AM ทั้งพาหะและไซด์แบนด์จะถูกส่งไปให้เครื่องรับ

ช่วงความถี่หรือแถบความถี่ของสัญญาณ AM จะเริ่มจากความถี่จาก LSB ไปยัง USB ฉะนั้นแถบความถี่หรือแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของสัญญาณ AM จะมีค่าเท่ากับ 2 เท่าของความถี่สูงสุดของสัญญาณมอดูเลต เช่น สมมติความถี่สูงสุดของสัญญาณเสียงทำการมอดูเลตมีค่าเท่ากับ 15 kHz แบนด์วิดท์ของสัญญาณ AM จะเท่ากับ 30 kHz ในกรณีที่เรามอดูเลตด้วยสัญญาณที่มีรูปคลื่นซับซ้อน เช่น สัญญาณรูปสี่เหลี่ยมแบนด์วิดท์ของสัญญาณ AM ย่อมมีค่าเท่ากับ 2 เท่าของความถี่ฮาร์มอนิกสูงสุดของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมนั้น (อย่างไรก็ตามนั้นเครื่องส่งจะถูกออกแบบให้ใช้งานในแบนด์วิดท์จำกัด ฉะนั้นตัวเครื่องส่งจึงจำกัดแบนด์วิดท์ของสัญญาณ AM เอง)



รูปที่ 2.8 เปรียบเทียบคลื่น AM ในเชิงความถี่และเชิงเวลา

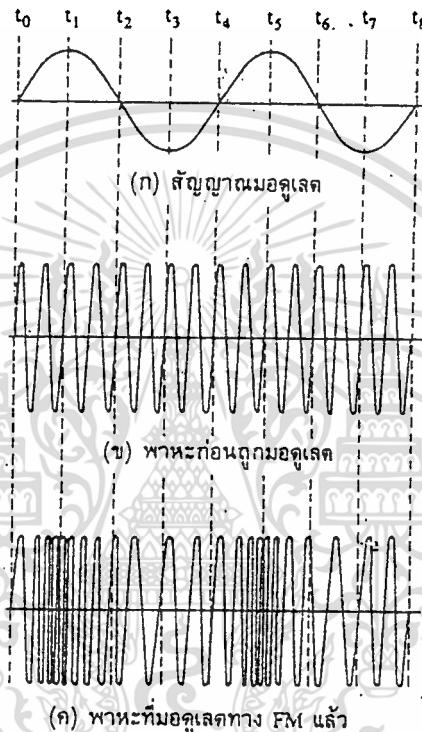
2.3.2 การมอดูเลตทางความถี่

รูปคลื่นของสัญญาณ FM เกิดจากสัญญาณมอดูเลต ดังรูปที่ 2.9 (ก) เช่นสัญญาณเสียงซึ่งเป็นข่าวสารเข้าไปมอดูเลตลงบนสัญญาณพาหะดังรูปที่ 2.9 (ข) สัญญาณพาหะหลังจากมอดูเลตแล้วในรูปที่ 2.9 (ค) เป็นสัญญาณ FM จะเห็นว่าที่เวลา t_0 สัญญาณ FM อยู่ที่ความถี่กลาง เมื่อสัญญาณที่เข้ามามอดูเลตมีค่าทางบวกสูงสุด ความถี่ของพาหะจะเพิ่มขึ้นสูงสุด นั่นคือสัญญาณที่มอดูเลตถึงจุดยอดสุด (สัญญาณมอดูเลตมีขนาดสูงสุดนั่นเอง) ที่เวลา t_1

ที่เวลา t_2 สัญญาณมอดูเลตลดลงเป็นศูนย์ ความถี่ของพาหะก็ลดลงมาที่ความถี่กลางดั้งเดิม หลังจากสัญญาณมอดูเลตมีค่าต่ำกว่าศูนย์กลายเป็นลบ พาหะมีความถี่ลดลงต่ำกว่าความถี่กลาง และเมื่อเวลาสัญญาณมอดูเลตกลับเป็นศูนย์อีกครั้งหนึ่ง ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะกลับมายังความถี่กลางดั้งเดิมเช่นกัน ในช่วงเวลา t_4 ถึง t_5 ก็จะซ้ำแบบเดิมเรื่อยๆ ไป สรุปแล้วความถี่ของพาหะจะเปลี่ยนแปลงไปตามแอมพลิจูดสัญญาณมอดูเลตเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงความถี่ที่คลื่นพาหะเบี่ยงเบนไปจากความถี่กลางเรียกว่าความถี่เบี่ยงเบน (Frequency Deviation) ตัวอย่างเช่น พาหะมีความถี่ 100 MHz ลดลงต่ำสุดเป็น 99.9 MHz และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 100.1 MHz สลับไปมาเช่นนี้ หมายความว่าในช่วงความถี่เบี่ยงเบนมีค่าเท่ากับ $+0.1$ MHz หรือ $+100$ kHz



รูปที่ 2.9 การมอดูเลตทางความถี่

อัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณ FM ขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณที่เข้ามอดูเลต ตัวอย่างเช่น ถ้าสัญญาณที่เข้ามอดูเลตเป็นโทน (สัญญาณเสียง) มีความถี่เท่ากับ 1000 Hz อัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณ FM จะเท่ากับ 1000 ครั้งต่อวินาที ถ้าสัญญาณที่เข้ามอดูเลตเพิ่มความถี่เป็น 10 kHz โดยยังคงค่าแอมพลิจูดเท่าเดิม ช่วงความถี่เบี่ยงเบนก็ยังคงเท่าเดิม คือเท่ากับ $+100$ kHz แต่อัตราการเบี่ยงเบนจะเพิ่มเป็น 10,000 ครั้งต่อวินาที นั่นคือ ความถี่ของสัญญาณที่เข้ามอดูเลตเป็นตัวกำหนดอัตราการเบี่ยงเบนความถี่ สำหรับแอมพลิจูดของสัญญาณมอดูเลตจะเป็นตัวกำหนดช่วงความถี่เบี่ยงเบนตัวอย่างเช่นสัญญาณโทนที่มีแอมพลิจูดสูงจะทำให้ความถี่เบี่ยงเบน $+100$ kHz สัญญาณโทนที่มีแอมพลิจูดน้อยลงจะทำให้ความถี่เบี่ยงเบนไป $+50$ kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวโดยสรุป สัญญาณ FM มีความสมบัติที่สำคัญดังนี้

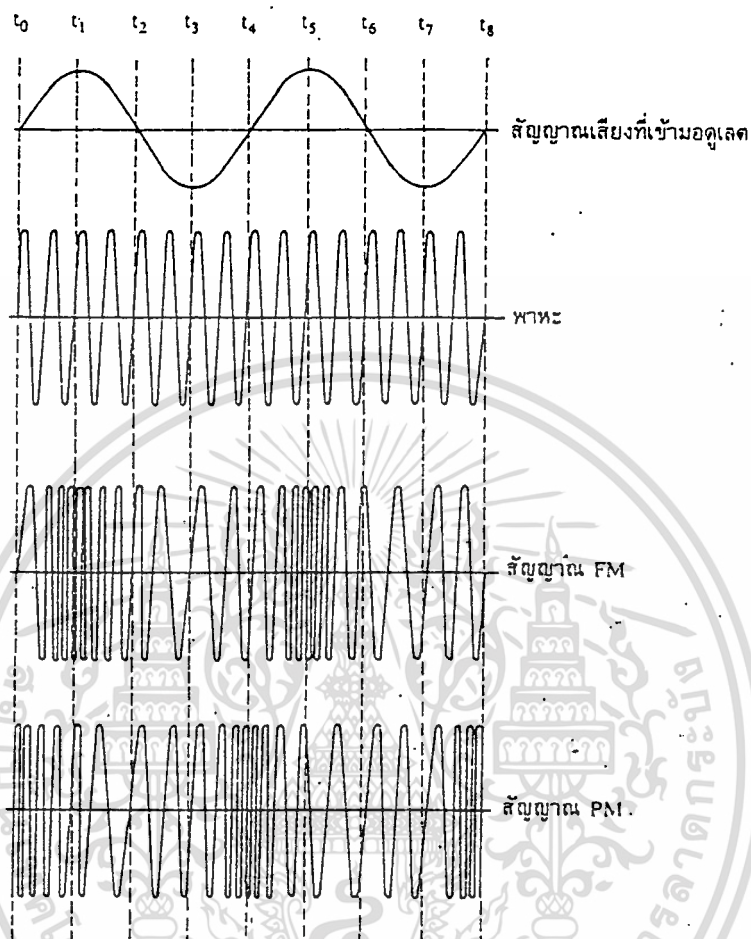
1. มีแอมพลิจูดคงที่ตลอด แต่ความถี่เปลี่ยนตามสัญญาณที่เข้ามามอดูเลท
2. อัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณพาหะมีค่าเท่ากับความถี่ของสัญญาณที่เข้าทำการมอดูเลท
3. ช่วงความถี่เบี่ยงเบน (หรือดีไวเอชัน) เป็นสัดส่วนกับแอมพลิจูดของสัญญาณที่เข้ามาทำการมอดูเลท

2.8.3 การมอดูเลททางเฟส

ในการมอดูเลททางเฟส เฟสของพาหะย่อมเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณที่เข้ามามอดูเลท เมื่อเฟสของพาหะเปลี่ยนแปลง ความถี่ของพาหะก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ฉะนั้นการมอดูเลททางเฟสจะทำให้เกิดความถี่เบี่ยงเบนด้วยเสมอจริงๆ แล้วในการมอดูเลททางความถี่เฟสก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย สรุปแล้วการเปลี่ยนแปลงทั้งสองแบบจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน

รูปที่ 2.10 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ FM กับทางเฟส จะเห็นว่าสัญญาณทั้งสองมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ เว้นแต่ในการมอดูเลททางเฟส ความถี่เบี่ยงเบนมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเปลี่ยนเฟสและแอมพลิจูดของสัญญาณที่เข้ามามอดูเลท ด้วยเหตุนี้การมอดูเลททางเฟสความถี่เบี่ยงเบนมีค่ามากที่สุด ในขณะที่สัญญาณมอดูเลทผ่านศูนย์ (แกนศูนย์) กล่าวคือ เฟสของพาหะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ฉะนั้นการมอดูเลททางเฟสจึงทำให้เกิดสัญญาณ FM เช่นกัน บางทีเราเรียกการมอดูเลททางเฟสว่าเป็น FM โดยอ้อม (Indirect FM)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในการมอดูเลททางเฟส ปริมาณความถี่เบี่ยงเบนมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่เข้ามามอดูเลท ด้วยเหตุนี้ความถี่เบี่ยงเบนไปมากที่สุดเมื่อสัญญาณที่เข้ามามอดูเลทผ่านแกนศูนย์ สมมติว่าความถี่ของสัญญาณที่เข้ามามอดูเลท (คือสัญญาณเสียง) เพิ่มขึ้นจาก 100 Hz เป็น 1000 Hz คือเพิ่มเป็น 10 เท่าที่ความถี่ 100 Hz สัญญาณเสียงจะเปลี่ยนเฟสเท่ากับ $100 \text{ Hz} \times 360 \text{ องศา} = 36,000 \text{ องศาต่อวินาที}$ (เนื่องจาก 1 ไซเคิลเท่ากับ 360 องศา) ที่ความถี่ 1000 Hz สัญญาณเสียงก็จะเปลี่ยนเฟสเพิ่มขึ้นเป็น 360,000 องศาต่อวินาทีเนื่องจากการเบี่ยงเบนความถี่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเปลี่ยนเฟส ฉะนั้นความถี่พาหะย่อมเบี่ยงเบนมากขึ้นเมื่อความถี่ของสัญญาณเสียงที่เข้ามามอดูเลทสูงขึ้น



รูปที่ 2.10 ความแตกต่างระหว่างคลื่น PM กับ FM

ข้อแตกต่างของสัญญาณ PM กับ FM

1. สัญญาณ PM มีความถี่เบี่ยงเบนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับทั้งความถี่และแอมพลิจูดของสัญญาณที่เข้ามาออดิโอ
2. สัญญาณ FM มีความถี่เบี่ยงเบนที่เข้าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแอมพลิจูดของสัญญาณที่เข้ามาทำการมอดูเลตโดยไม่ขึ้นกับความถี่ของสัญญาณที่เข้ามาออดิโอ

2.4 ระบบการถ่ายโอนข้อมูล

การถ่ายโอนข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีด้วยกันคือ

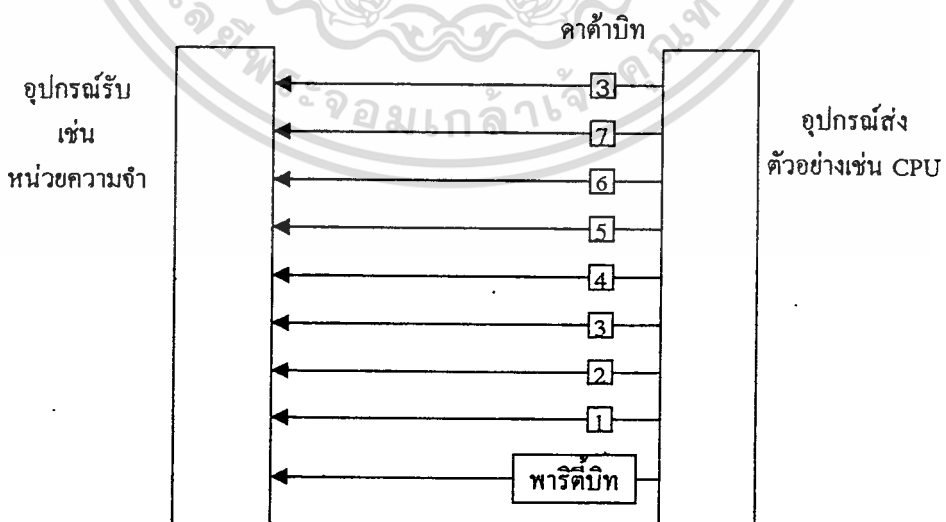
2.4.1 การถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน

ลักษณะการส่งข้อมูลแบบขนาน ทำได้โดยส่งข้อมูลออกมาทีละ 1 ไบท์คือ 8 บิตจากอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับ ตัวกลางระหว่าง 2 เครื่องจะต้องมีช่องทางให้ข้อมูลเดินทางอย่างน้อย 9 ช่องทาง

โดยมากจะเป็นสายไฟฟ้าให้กระแสวิงมากกว่าจะเป็นตัวกลางชนิดอื่น เนื่องจากมีสัญญาณสูญหายไปกับความต้านทานของสาย ระยะทางระหว่าง 2 เครื่อง ไม่ควรเกิน 100 ฟุต ปัญหาที่เกิดขึ้นหากระยะทางของสายมากกว่านี้ก็คือ ระดับของกราวด์ในทางไฟฟ้าที่จุดรับผิดไปจากจุดส่ง ทำให้เกิดความผิดพลาดในการรับสัญญาณลอจิกทางฝ่ายรับ

นอกจากสายที่เป็นทางเดินข้อมูลแล้วอาจมีทางเดินของสายควบคุมอื่นๆ อีกเป็นต้นว่าบิทที่บอกพาริตีของสัญญาณ เพื่อเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดของการรับสัญญาณที่ปลายทางหรือสายที่ควบคุมการรับสัญญาณที่ปลายทางหรือสายที่ควบคุมการโต้ตอบ (Hand-Shake)

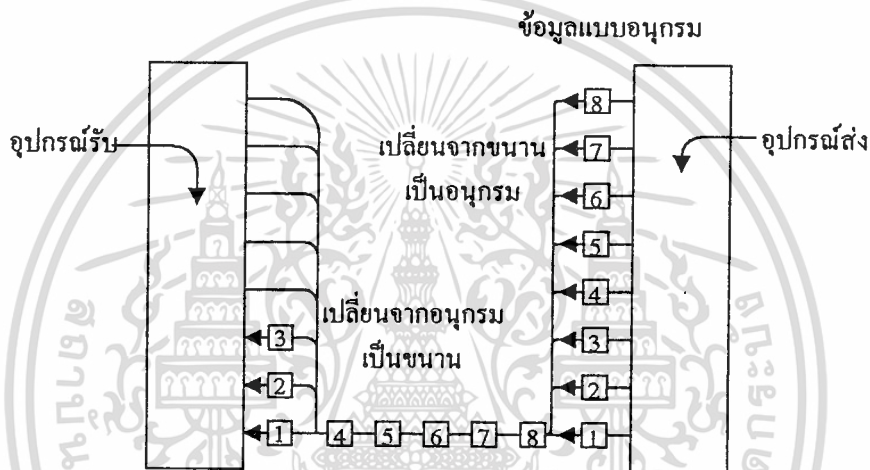
จะเห็นว่าการรับส่งข้อมูลแบบขนานส่วนมากจะทำในระยะใกล้ๆ เนื่องจากจะต้องมีช่องทางเดินของสัญญาณมากกว่า 8 สาย และอุปกรณ์ติดต่อแบบขนานกับคอมพิวเตอร์ก็เห็นจะได้แก่เครื่องพิมพ์ดังกล่าวมาแล้ว



รูปที่ 2.11 การส่งข้อมูลแบบขนาน

2.4.2 การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

ในการโอนข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลถูกส่งออกมาทีละบิตระหว่างจุดส่งและจุดรับจะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนานแน่นอน แต่ตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสารจะใช้สายเพียงคู่เดียวค่าใช้จ่ายในสื่อกลางจะต้องถูกกว่าอย่างแน่นอน สำหรับการสื่อสารในระยะทางไกลๆ ซึ่งเรามีระบบสื่อสารทางโทรศัพท์ไว้ใช้งานอยู่แล้วจึงยอมเป็นการประหยัคกว่าที่จะทำการติดต่อสื่อสารถึง 8 ช่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน



รูปที่ 2.12 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

รูปที่ 2.12 แสดงให้เห็นการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจากด้านจุดส่งจะถูกเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นอนุกรมเสียก่อนแล้วค่อยทยอยส่งออกมาทีละบิตไปยังจุดรับ ณ ที่จุดรับจะต้องมีกลไกในการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งมาทีละบิต ให้เป็นสัญญาณแบบขนานซึ่งลงตัวพอดีนั่นคือ บิต 1 ลงที่บัสข้อมูลเส้นที่ 1 พอดี การที่จะทำให้การแปลงสัญญาณจากอนุกรมทีละบิตให้ลงพอดีนั่นจำเป็นจะต้องมีกลไกที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการรับ กลไกที่ว่่านี้นี้แบ่งเป็น 2 แบบคือ การสื่อสารแบบซิงโครนัสและการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

รูปแบบของการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม การติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมมีรูปแบบในการติดต่อ 3 รูปแบบตามรูปที่ 2.13

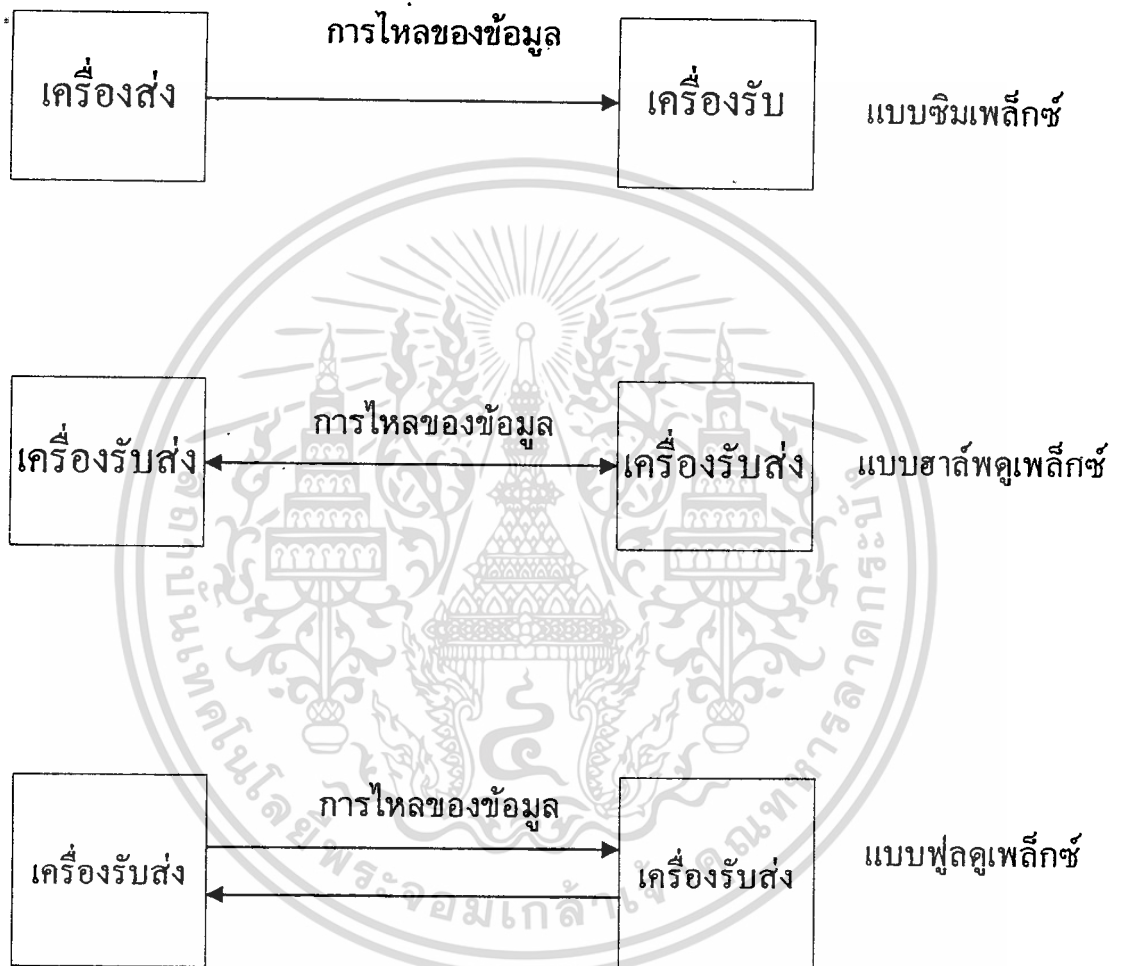
1. แบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) ข้อมูลจะสามารถส่งได้ในทิศทางเดียวเท่านั้นบางครั้งเรา

เรียกว่าการส่งข้อมูลทิศทางเดียว (Unidirection Data Bus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) ข้อมูลสามารถส่งได้ทั้ง 2 สถานี แต่ต้องผลัดกันส่ง และผลัดกันรับ จะส่งและรับพร้อมกันไม่ได้

3. แบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ทั้งสองสถานีสามารถรับและส่งได้ในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 2.13 รูปแบบการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

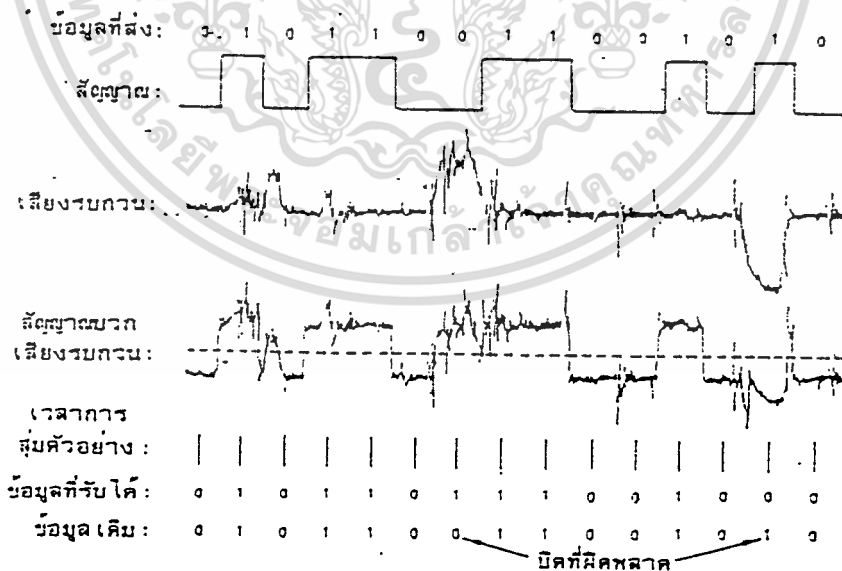
การส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์และแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ ไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนของสายในการติดต่อ บางครั้งคำว่าทูไวร์ (Two Wire) หรือสองเส้นและโฟร์ไวร์ (Four Wire) หรือสี่เส้น ใช้ในการบรรยายถึงลักษณะการสื่อสารข้อมูลซึ่งอาจจะทำให้เข้าใจและฮาล์ฟดูเพล็กซ์ สายโทรศัพท์ทั่วไปเป็นแบบ 2 เส้น ส่วนในสายที่เป็นแบบให้เช่า (Lease Line) นั้นส่วนมากจะเป็น 4 เส้น

ความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม ความเร็วของการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม หน่วยวัดเป็นบิตต่อวินาที (bps) หน่วยที่บรรยายถึงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1 วินาทีเราเรียกว่าบอดเรท (Baud Rate) หรืออัตราบอดซึ่งเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์เราก็จะได้

$$\text{อัตราบิต (Bit Rate)} = \text{อัตราบอด (Baud Rate)} \times \text{บิตใน 1 บอด}$$

2.5 รหัสการส่งสัญญาณดิจิทัล

ในปัจจุบัน การสื่อสารนิยมใช้สัญญาณดิจิทัลแทนสัญญาณอนาล็อกมากขึ้น ทั้งนี้เพราะสัญญาณดิจิทัลทนต่อการถูกรบกวนโดยเสียงรบกวนได้ดีกว่าระบบอนาล็อก แสดงดังรูปที่ 2.14 สัญญาณที่เป็นอนาล็อกเมื่อถูกเสียงรบกวนแล้ว ทางภาครับนอกจากจะต้องแยกสัญญาณออกจากเสียงรบกวนแล้ว ยังจำเป็นต้องมีขนาดและความถี่เหมือนเดิมทุกประการจึงจะไม่เกิดความเพี้ยนขึ้น ส่วนสัญญาณที่เป็นดิจิทัลแม้จะถูกเสียงรบกวนเนื่องจากเราต้องการทราบเพียงขนาดของพัลส์ว่าเป็น “1” หรือ “0” เท่านั้น จึงสร้างพัลส์เป็น “1” หรือ “0” ได้ง่าย โดยเทียบค่าที่ตั้งไว้ (Threshold) เท่านั้น ความผิดพลาดจะเกิดขึ้นเฉพาะกรณีที่เสียงรบกวนสามารถเปลี่ยนขนาดของสัญญาณดิจิทัลจาก “1” เป็น “0” หรือจาก “0” เป็น “1” เท่านั้น จึงมีโอกาสเกิดความผิดพลาดน้อยลงไป



รูปที่ 2.14 การรับส่งสัญญาณดิจิทัล

แต่อย่างไรก็ตามในการส่งสัญญาณดิจิทัล ซึ่งอยู่ในรูปของไบนารีพัลสนั้นจะมีข้อเสียอยู่ บางประการอย่างเช่นถ้าพัลสนั้นมีแต่ระดับของสัญญาณที่มีแต่ “0” และ “+” ก็จะมีองค์ประกอบของความถี่ต่ำซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการรบกวนสายส่งอื่นๆ ในเคเบิลเดียวกันได้ นอกจากนั้น สัญลักษณ์ไบนารีเหล่านี้ยังมี คิซี ปนอยู่ด้วยจึงเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาด้วยเหตุผลดังกล่าว

ดังนั้นก่อนที่จะมีการส่งสัญญาณดิจิทัลออกไปตามสายส่ง จะมีการนำเอาสัญญาณดิจิทัลนั้นมาทำการสร้างรหัสขึ้นมาใหม่จากสัญญาณเดิมที่มีอยู่ ซึ่งโดยทั่วๆ ไปจะเรียกว่า “ไลน์โค้ดดิ้ง” (Line Coding) ซึ่งสัญญาณนี้ก็จะถูกแปลงกลับให้เป็นสัญญาณเดิมอีกทีที่อินพุตของอุปกรณ์ทางด้านรับ อย่างไรก็ตามเหตุผลที่ต้องการทำการรหัสใหม่เพื่อส่งออกไปในสายส่งนั้นมีดังต่อไปนี้

ก) แยกไทมิงพัลส์ (Timing Pulse) ออกมาได้ง่าย

อุปกรณ์ทวนสัญญาณและอุปกรณ์ทางด้านรับจะต้องสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Pulse) เพื่อใช้เป็นบิตซิงโครไนซ์จากขบวนพัลส์ที่ส่งมา ทำการที่จะแยกไทมิงพัลส์ออกมาได้อย่างถูกต้อง และมีเสถียรภาพนั้น ในขบวนพัลส์ที่ส่งมาจะต้องไม่มี “0” ต่อเนื่องกันนานจนเกินไป

ข) ไม่มีองค์ประกอบทาง DC

ในระบบการส่งสัญญาณดิจิทัลจะมีอุปกรณ์ทวนสัญญาณติดตั้งไว้เป็นระยะๆ และโดยทั่วไปที่เส้นทางและปลายทางจะจ่ายกระแสตรงให้กับอุปกรณ์ทวนสัญญาณเหล่านั้น โดยที่ส่งไปในสายส่งเดียวกันหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือในย่านความถี่ต่ำจะถูกใช้สำหรับป้อนกระแสไฟ (Power Feeding) ดังนั้นจะต้องส่งข่าวสารแบบดิจิทัลในแถบความถี่ซึ่งอยู่นอกเหนือจากนี้

ค) ย่านความถี่ (Bandwidth) ในการส่งแคบ

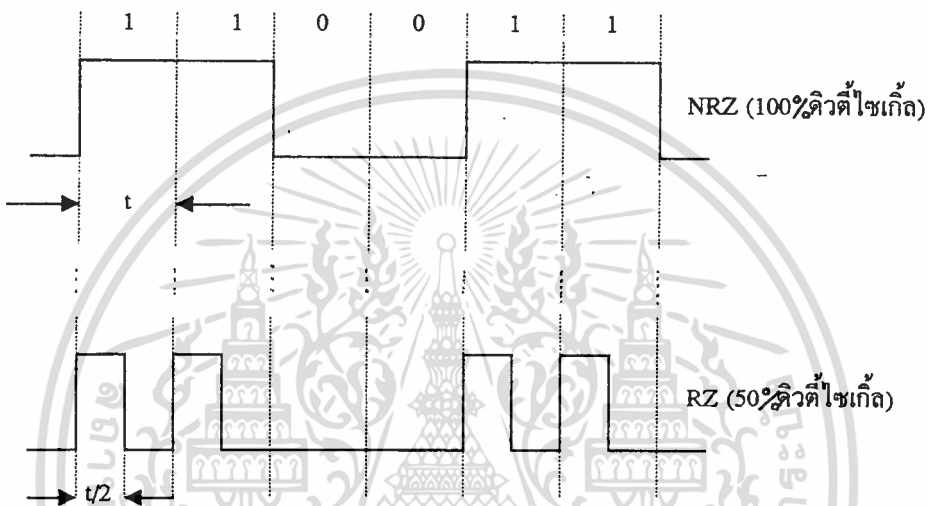
ถ้าสัญญาณครอบคลุมไปถึงย่านความถี่ที่สูงมาก อัตราส่วนสัญญาณต่อการรบกวน (S/N) ก็จะเลวลงเนื่องมาจากการลดทอนของสัญญาณและครอสทอล์คระหว่างคู่สายจะเป็นรากที่ 2 ของความถี่ของสัญญาณดังนั้นจึงต้องทำการรหัสสัญญาณใหม่เพื่อไม่ให้มีองค์ประกอบของทางด้านความถี่สูงจนเกินไป

ง) สามารถตรวจสอบความถูกต้องในขณะที่บริการได้

ถ้ารหัสที่สร้างขึ้นใหม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนแล้ว การตรวจสอบความถูกต้องจะกระทำได้โดยที่ทางด้านรับ ทำการตรวจสอบหาสิ่งที่ผิดแปลกไปจากกฎเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ อย่างเช่นในกรณีของรหัส AMI (Alternate Mark Inversion) จะต้องมีการพัลส์ทางบวกและทางลบหรือตรงกันข้ามสลับกันไป ถ้าตรวจพบว่าไม่เป็นเช่นนั้น ก็แสดงว่ามีการผิดพลาด (Error) เกิดขึ้นในสายส่ง

2.5.1. Non-Return-to Zero (NRZ)

รหัสไบนารี NRZ ถูกนำมาใช้ในพื้นที่โครงข่ายสวิตซ์ซึ่ง โดยมีลักษณะที่ระหว่างบิตต่อบิต สัญญาณจะไม่กลับสู่ระดับ “0” และจะมีลักษณะตรงกันข้ามกับลักษณะของรหัส Return-To-Zero (RZ) ซึ่งในระหว่างบิตต่อบิตสัญญาณจะกลับมาสู่ระดับ “0” ก่อนเสมอดังที่แสดงการเปรียบเทียบไว้ในรูปที่ 2.15



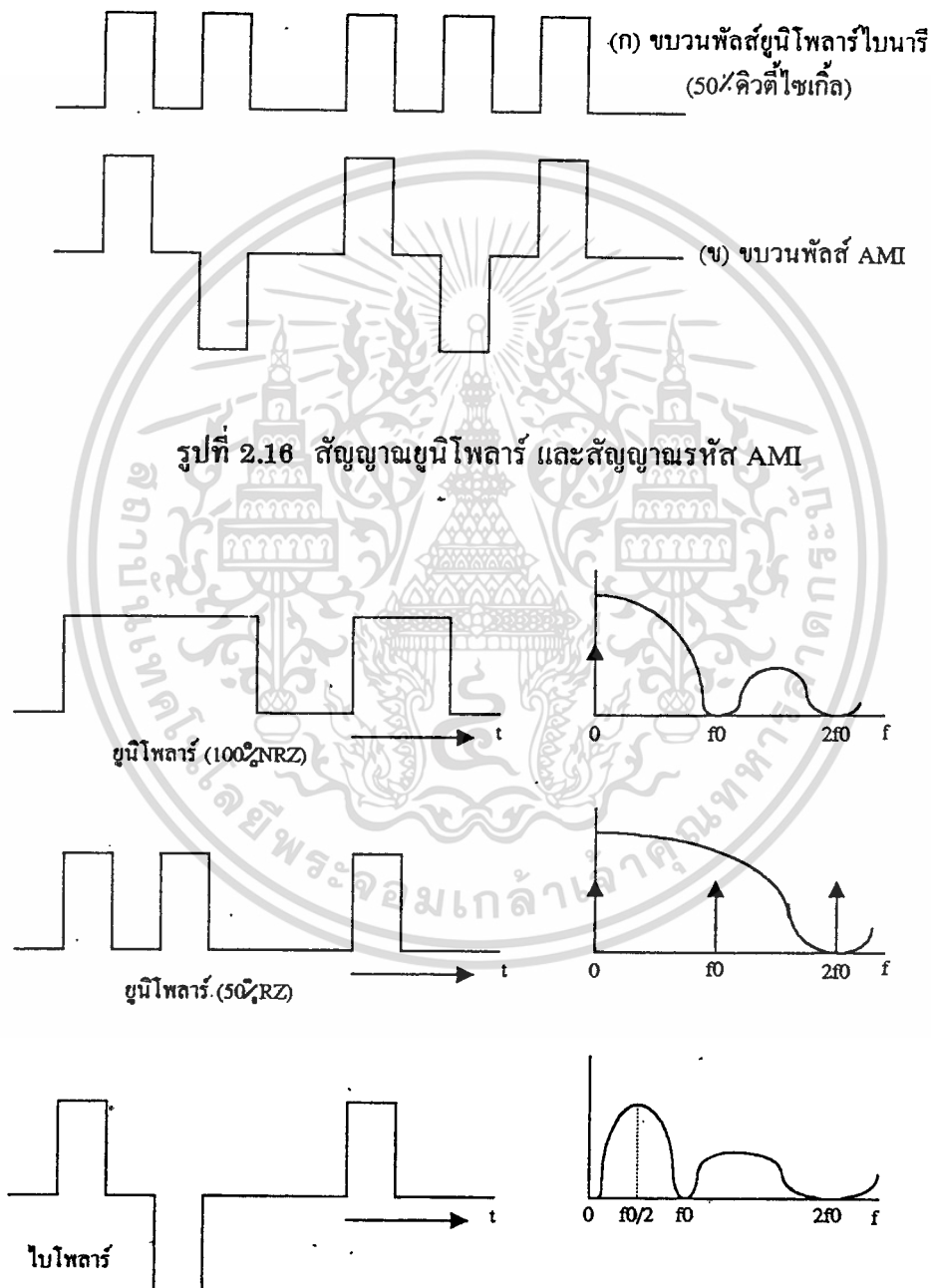
รูปที่ 2.15 การเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณ NRZ และ RZ

2.5.2 รหัส AMI (Alternate Mark Inversion)

โดยทั่วไปภายในอุปกรณ์ด้านส่งจะประมวลผลสัญญาณเป็นแบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) อย่างเช่น NRZ ก่อนที่จะส่งออกสายส่งจะให้เป็นไบโพลาร์ ซึ่งรหัส AMI ก็เป็นลักษณะหนึ่งของไบโพลาร์ รหัสนี้พัลส์ที่เป็น “1” จะถูกส่งออกไปเป็นบวกและลบสลับกันไปตามรูป 2.16 การใช้รหัสนี้จะขจัดปัญหาเรื่อง DC ซึ่งไม่สามารถผ่านทรานส์ฟอร์เมอร์คัปปลิงให้หมดไปได้ สิ่งที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้รหัสนี้มีเพียงอย่างเดียวก็คือความน่าจะเป็นของขบวนพัลส์ที่ต้องเป็น “0” ต่อเนื่องกันนาน แต่อย่างไรก็ตามความน่าจะเป็นของการเกิดกรณีนี้จะน้อยจึงไม่น่าจะเป็นปัญหาในทางปฏิบัติ นอกจากนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุด คือการเลือกรูปร่างและขนาดพัลส์ที่เหมาะสมในการส่งสัญญาณออกไป เนื่องจากในย่านความถี่สูง S/N จะมีค่าน้อย ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ต้องทำให้พลังงาน

ของสัญญาณไปอยู่ที่ย่านความถี่ต่ำแต่ในขณะเดียวกันสัญญาณนั้นต้องรวมข่าวสารของความถี่นาฬิกา ไว้อย่างเพียงพอด้วย อย่างไรก็ตามรหัส AMI นี้ตอบสนองความต้องการทั้งสองได้ด้วยดี

การเปรียบเทียบพัลส์แบบยูนิโพลาร์ และไบโพลาร์พร้อมทั้งเพาเวอร์สเปกตรัมของมันได้แสดงไว้ในรูป 2.17

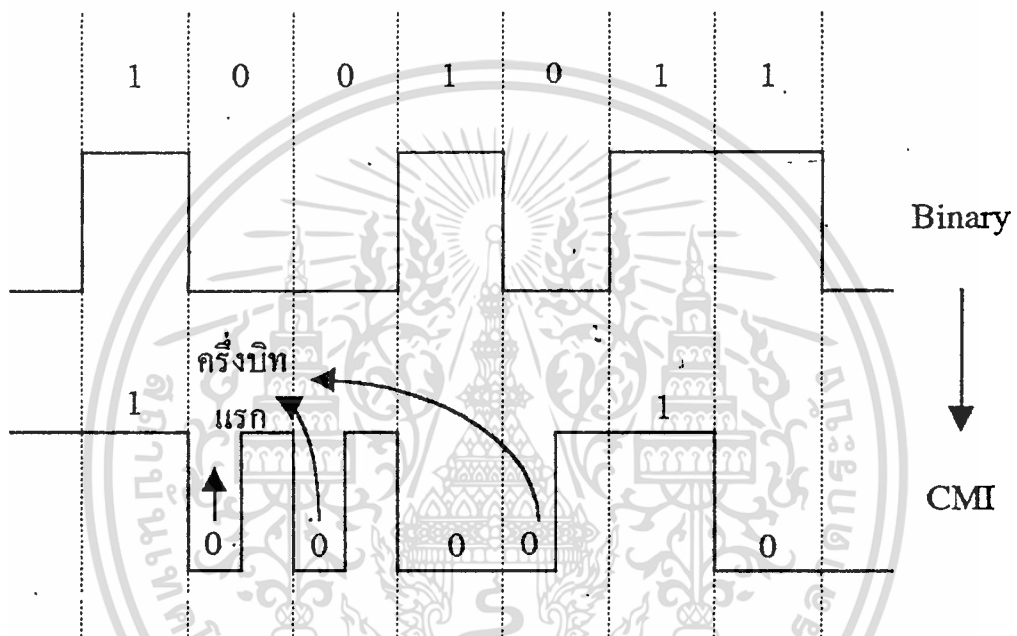


รูปที่ 2.17 รหัสยูนิโพลาร์ ไบโพลาร์และเพาเวอร์สเปกตรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 รหัส Code Mark Inversion (CMI)

ลักษณะของรหัส CMI คือถ้าสัญญาณไบนารีเดิมเป็น “1” จะถูกทำให้เป็น “1” และ “0” สลับกันไป สำหรับสัญญาณเดิมที่เป็น “0” จะถูกทำให้เป็น “0” ในช่วงครึ่งบิตแรกและเป็น “1” ในช่วงครึ่งบิตหลัง ดังแสดงในรูป 2.18 ซึ่งรหัส CMI นี้ทาง CITT กำหนดให้ใช้สำหรับสายส่งที่มี บิตเรต 139.264 Mb/s



รูปที่ 2.18 การเปลี่ยนสัญญาณไบนารีเป็นรหัส CMI

2.5.4 รหัส High Density Bipolar (BHD-3)

เมื่อข้อมูลที่ส่งเข้ามาในสายส่งระบบดิจิทัลแล้ว หากเกิดกรณีที่ขบวนสัญญาณพัลส์เป็น “0” ต่อเนื่องกันนานเกินไปจะเป็นผลให้ทางด้านรับไม่สามารถตั้งเวลาเพื่อใช้ในการซิงโครไนซ์ได้ หรือไม่สามารถจะแยกความถี่ Clock ออกมาจากข้อมูลที่ส่งมาได้ จึงมีการใช้รหัส HDB-3 เพื่อจะแก้ไขปัญหานี้โดยการจำกัดจำนวน “0” ที่ต่อเนื่องกันนานๆ ให้เหลือเพียง 3 บิตเท่านั้นแล้วส่ง “1” ตามไปในบิตถัดมา

จะเห็นได้ว่าการทำ ไลน์ไค้คดิ่ง เพื่อจัดรหัสของสัญญาณ แต่ละแบบมีลักษณะคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำไปใช้งาน การเลือกลักษณะการทำ ไลน์ไค้คดิ่งนั้น ต้องพิจารณาถึงความต้องการที่นำไปใช้งานของระบบ ซึ่งลักษณะเฉพาะของการทำไลน์ไค้คดิ่งแบบต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ชนิดของไลน์ไค้คดิ่ง	ข่าวสารของสัญญาณนาฬิกา	แบนด์วิธที่ต้องการ	ส่วนประกอบกระแสดร	กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ
ยูนิโพลาร์ NRZ	น้อย	ต่ำ	สูง	สูง
ยูนิโพลาร์ RZ	น้อย	ต่ำ	สูง	- สูง
โพลาร์ NRZ	น้อย	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
โพลาร์ RZ	น้อย	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง
ไบเฟส	มาก	ปานกลาง	ไม่มี	ปานกลาง
ไบโพลาร์	มาก	ปานกลาง	ไม่มี	ต่ำ

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะของ ไลน์ไค้คดิ่งแบบต่างๆ

2.6 เอฟเอสเค (Frequency Shift Keying : FSK)

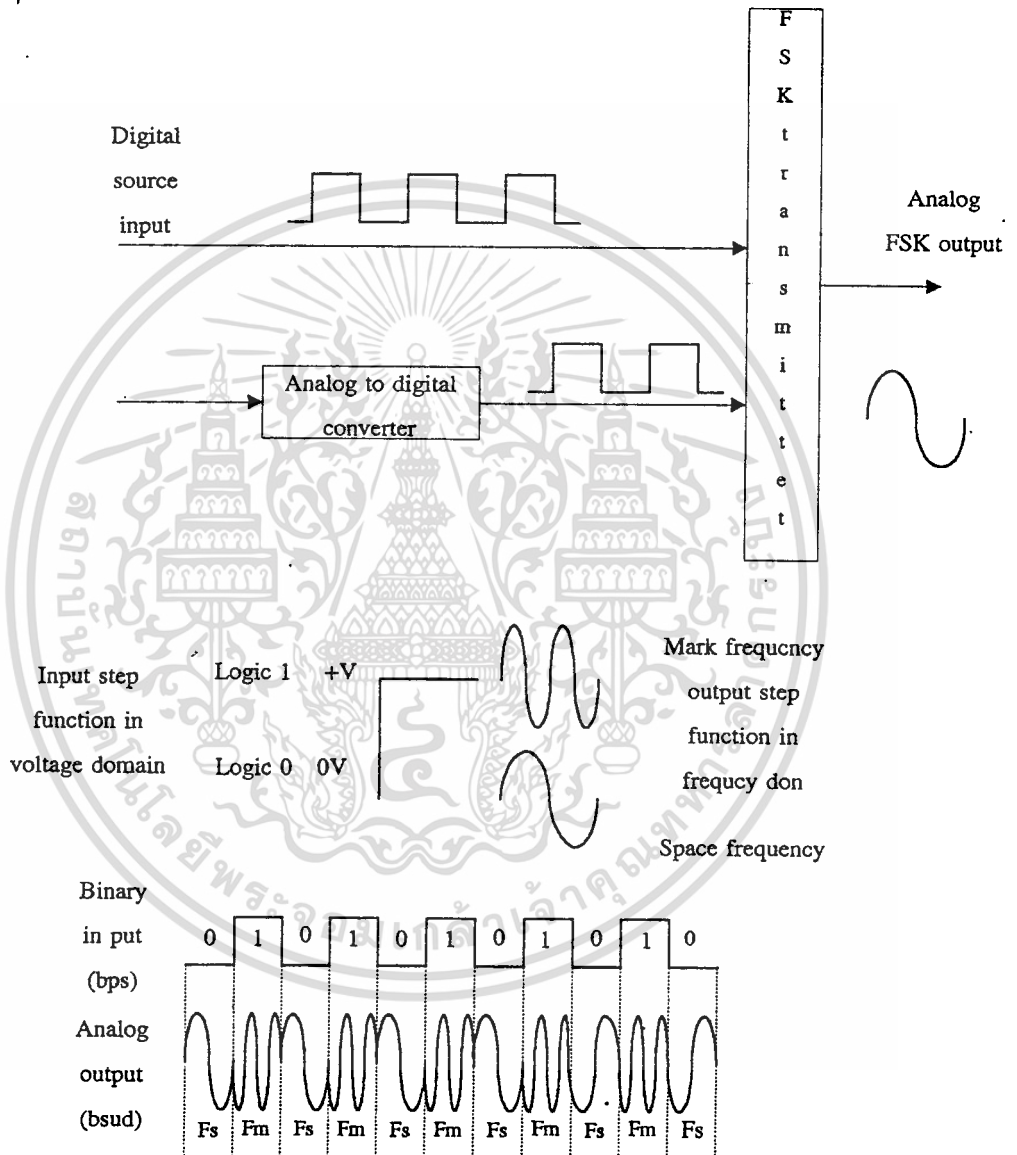
เอฟเอสเค เป็นการมอดูเลตแบบดิจิตอล (Digital Modulation) แบบหนึ่งซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับการมอดูเลตแบบ FM ธรรมดาทั่วไป แต่แตกต่างกันตรงที่สัญญาณที่จะนำมามอดูเลตด้วยนั้นเป็นลักษณะของไบนารี พัลส์ซึ่งมีระดับแรงดันคงที่อยู่ที่ 2 ระดับซึ่งแตกต่างกับสัญญาณ FM ที่ซึ่งมีระดับของสัญญาณเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง (เป็นลักษณะของสัญญาณแบบ)

2.6.1 ตัวส่งสัญญาณเอฟเอสเค (FSK Transmitter)

ในสัญญาณแบบไบนารีเอฟเอสเค ความถี่พาหะ (Carrier Frequency) จะถูกเลื่อนไปด้วยค่าของข้อมูลในรูปเลขฐานสอง ดังนั้นที่เอาต์พุตของเอฟเอสเคมอดูเลเตอร์จึงมีลักษณะเป็นแบบสเต็ปฟังก์ชัน (step function) ในรูปของความถี่เมื่อสัญญาณแบบไบนารีที่ถูกป้อนเข้ามาเปลี่ยนจากลอจิก “0” เป็นลอจิก “1” (หรือกลับกัน)

สัญญาณเอาต์พุตของเอฟเอสเคจะเลื่อนไปมาในระหว่างค่าความถี่ 2 ความถี่และสถานีส่งจะใช้ความถี่ต่างกันในการมอดูเลตสัญญาณลอจิก “0” และสัญญาณลอจิก “1” ในการคิมมอดูเลตเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องให้ตรงข้ามกับความถี่ของฝ่ายตรงข้ามส่งมาเช่น โมเด็ม 103 ในกรณีที่เป็นฝ่ายส่งจะส่งสัญญาณลอจิก “1” ด้วยความถี่ 1270 Hz ลอจิก “0” ด้วยความถี่ 1070 Hz ขณะเดียวกันต้องรับด้วยความถี่ 2025 และ 2225 Hz ตัวอย่างตัวส่งเอฟเอสเคแบบไบนารีแสดงไว้ในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 . ตัวส่งสัญญาณเอฟเอสเคแบบไบนารี

2.6.2 ย่านความถี่ของเอฟเอสเค

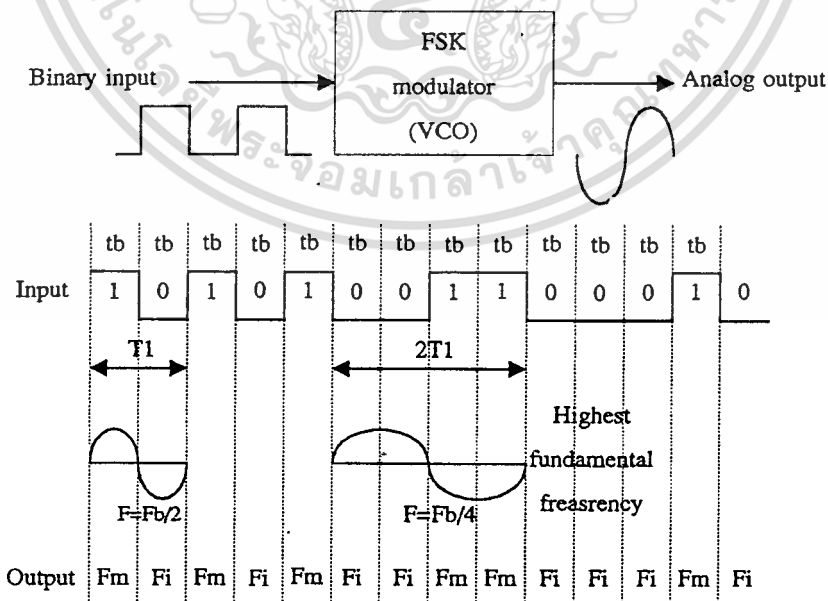
ย่านความถี่เป็นสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงเมื่อจะทำการออกแบบตัวส่งเอฟเอสเคซึ่ง ย่านความถี่ของเอฟเอสเคก็จะมีลักษณะเหมือนกับของ FM ทั่วๆ ไปและสามารถอธิบายได้โดย หลักการคล้ายคลึงกัน

รูปที่ 2.20 ซึ่งแสดงถึงเอฟเอสเคมอดูเลเตอร์ซึ่งเป็นเครื่องส่งแบบ FM แบบหนึ่งโดยใช้ VCO (Vollage Control Oscillator) ความถี่ f_0 ของ VCO จะถูกตั้งให้อยู่ตรงกลางระหว่างความถี่ ในสภาวะมาร์ค (Mark) และสเปซ (Space) ถ้าอินพุตอยู่ในสภาวะลอจิก “1” ก็จะทำให้ความถี่ของ VCO ถูกเปลี่ยนจากความถี่ f_0 ไปยังความถี่ของระดับมาร์คและที่อินพุตอยู่ในสภาวะลอจิก “0” ความถี่ของ VCO จะถูกเปลี่ยนไปยังความถี่ของระดับสเปซ ดังนั้นถ้าอินพุตเป็นลักษณะ สัญญาณไบนารี ซึ่งเปลี่ยนระดับจากลอจิก “1” ไปเป็นลอจิก “0” หรือกลับกัน ความถี่เอาต์พุต ของ VCO จะเปลี่ยนไปมาระหว่างความถี่ของมาร์คและความถี่ของสเปซและเนื่องจากว่าเอฟเอสเค เป็นรูปแบบหนึ่งของ FM สูตรของดัชนีการมอดูเลชั่นของเอฟเอสเคจึงเหมือนกับของ FM คือ

$$\text{ดัชนีการมอดูเลชั่น (MI)} = F/F_a$$

โดยที่ F = Freq. Deviation (Hz.)

F_a = Modulating Frequency (Hz.)

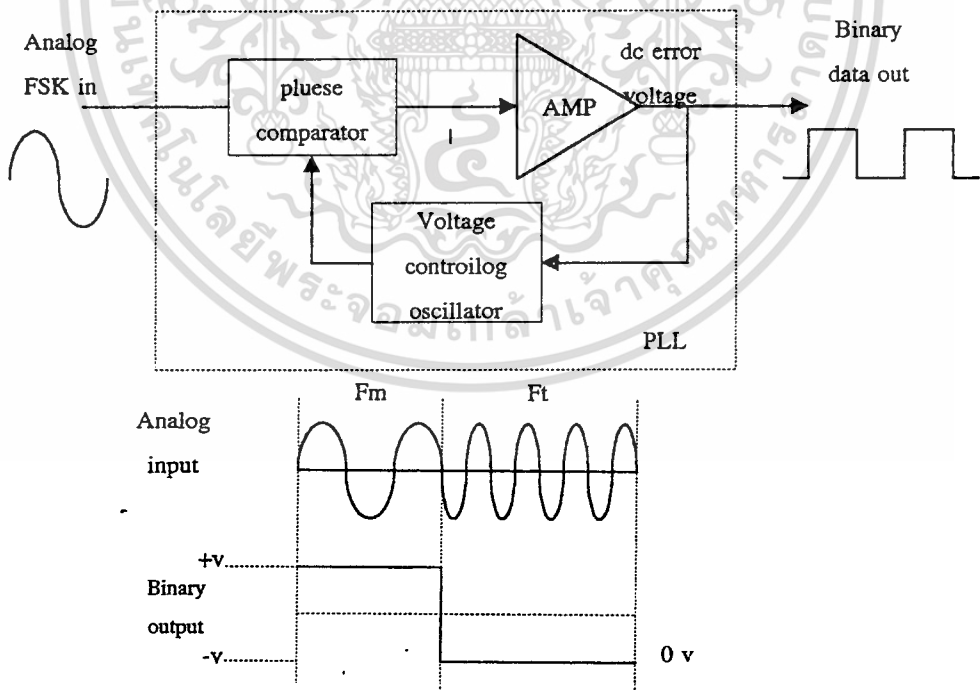


รูปที่ 2.20 เอฟเอสเคมอดูเลเตอร์

2.6.3 ตัวรับเฟสล็อก (FSK Receiver)

วงจรที่ใช้ในการคิ่มอดูเลทสัญญาณเฟสล็อกแบบทั่วๆ ไปก็คือ “วงจรเฟสล็อกูป” (Phase Locked Loop (PLL)) ดังแสดงในรูปที่ 2.21 คือเฟสล็อกูป FM คิ่มอดูเลเตอร์ จะทำงานในลักษณะเดียวกัน อินพุตที่เข้าเฟสล็อกูปจะเลื่อนไปมา อยู่ระหว่างความถี่ของมาร์คและสเปซ ดังนั้นดีซีเออร์เรอร์โวลต์เตจ (DC Error Voltage) ที่ทางด้านเอาต์พุตของเฟสคอมพาราเตอร์ (Phase Comparator) มีค่าแปรตามความถี่ที่เลื่อนไปนี้ แต่เนื่องจากมีความถี่อินพุตเพียง 2 ความถี่เท่านั้นโดยที่ค่าหนึ่งจะแทนลอจิก “1” และอีกค่าหนึ่งจะแทนลอจิก “0” ดังนั้นเอาต์พุตจึงมีระดับโวลต์เตจเพียง 2 ระดับเป็นลักษณะของไบนารี ซึ่งเป็นผลงานอินพุตที่เป็นเฟสล็อกูป โดยทั่วไปความถี่ f_0 ของเฟสล็อกูปซึ่งจะถูกทำให้มีค่าเท่ากับ “ความถี่ค่ากลาง” (Center Frequency) ของเฟสล็อกูป ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของค่าดีซีเออร์เรอร์โวลต์เตจ จะมีค่าตามการเปลี่ยนแปลงของค่าอินพุตแบบ (Analog Input) และสมมาตรที่ระดับโวลต์เตจดีซี ศูนย์โวลต์

แต่เมื่อเทียบกับการมอดูเลชันแบบ PSK หรือ QAM แล้วในแบบ FSK จะมีค่าการผิดพลาดมากกว่า ดังนั้นจึงไม่ใช้งานในระบบที่ต้องการความเร็วไม่สูงมากนัก ราคาต่ำ เช่น ในการส่งข้อมูลแบบโมเด็มในแบบอะซิงโครนัส ซึ่งจะใช้งานในการส่งข้อมูลแบบผ่านทางสายโทรศัพท์



รูปที่ 2.21 เฟสล็อกคิ่มอดูเลเตอร์ ที่ใช้หลักการของเฟสล็อกูป

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 หลักการออกแบบระบบ

การออกแบบชุดระบบการควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอชอี ซึ่งเป็นระบบควบคุมการทำงานของชุดรับสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอชอี โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ PC เป็นตัวควบคุม ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เราได้ออกแบบระบบการทำงานเอาไว้ดังบล็อกไดอะแกรมที่แสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานของชุดควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายเอชอีได้ในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

3.1.1 ชุดส่งและควบคุมสัญญาณเสียง

ตัวส่งสัญญาณเสียง จะทำหน้าที่นำสัญญาณเสียงที่เข้ามาทางอินพุตมาทำการผสมกับคลื่นพาหะแบบ FM แล้วส่งไปตามสายไฟเอชอี

เครื่องคอมพิวเตอร์ PC จะทำหน้าที่ในการติดต่อกับผู้ใช้งานโดยผ่านทางซอฟต์แวร์ที่เป็นโปรแกรมภาษาซี ซึ่งได้เขียนขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดการควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอชอีได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว โดยการกำหนดเมนูที่จะปรากฏขึ้นที่หน้าจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์

ชุดอินเตอร์เฟซและส่งสัญญาณควบคุม จะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูลที่ออกมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วเตรียมให้เป็นสัญญาณไบนารี 9 บิต เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ต้องการกระจายเสียง

ตัวส่งสัญญาณควบคุม ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน โดยส่วนแรกนั้นจะเป็น

“ชุดเข้ารหัส” ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ได้จากชุดอินเตอร์เฟซและส่งสัญญาณควบคุมมาจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นข้อมูลแบบขนาบและแปลงให้เป็นข้อมูลอนุกรม จากนั้นจึงจะส่งต่อไปยังส่วนที่สอง ซึ่งเรียกว่า “ชุดมอดูเลเตอร์” ซึ่งจะนำสัญญาณที่ออกมาจากชุดถอดรหัสมาทำการผสมกับคลื่นพาหะแล้วส่งไปตามสายไฟเอชอี.

3.1.2 ชุดรับสัญญาณควบคุมและสัญญาณเสียง

ตัวรับสัญญาณควบคุม ในส่วนนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน เช่นเดียวกันกับตัวส่งสัญญาณควบคุม แต่จะทำหน้าที่กลับกัน คือ ส่วนแรกจะเป็น “ชุดมอดูเลเตอร์” ทำหน้าที่รับสัญญาณจากสายไฟเอซี มาทำการแยกสัญญาณควบคุมออกจากคลื่นพาหะ เพื่อให้สัญญาณเหมือนแบบเดิมกับที่ออกมาจากชุดเข้ารหัสก่อนที่จะทำการมอดูเลท แล้วนำสัญญาณนั้นส่งต่อไปยังส่วนที่สอง ที่ซึ่งเรียกว่า “ชุดถอดรหัส” ซึ่งจะนำสัญญาณที่ได้มาตรวจสอบดูว่า สัญญาณ ไบนารี จำนวน 9 บิต ที่ใช้เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมนั้นถูกต้องตรงกันหรือไม่ตรง หากตรงกันก็จะมีสัญญาณไปควบคุมชุดรับสัญญาณเสียงให้ทำงาน แต่ถ้าไม่ตรงกันก็แสดงว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นส่งมาเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในตำแหน่งอื่นไม่ใช่ตำแหน่งนี้ ก็จะไม่มีการส่งสัญญาณในการควบคุม

ชุดรับสัญญาณเสียง ทำหน้าที่คัปปลิงสัญญาณความถี่คลื่นพาหะที่ได้มาจากสายไฟเอซี มาทำการดีมอดูเลทให้ได้รูปสัญญาณกลับมาเหมือนทางด้านส่ง

จากการทำงานในแต่ละส่วนจะเห็นได้ว่า ชุดควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีในระบบนี้จะประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลสัญญาณควบคุมอันได้แก่ ส่วนที่เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ชุดอินเตอร์เฟซและส่งสัญญาณควบคุมเพียงชุดเดียวเท่านั้นในระบบ ส่วนทางด้านตัวรับสัญญาณควบคุมและชุดรับสัญญาณเสียงจะมีจำนวนเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของระบบ ซึ่งในระบบนี้สามารถควบคุมตำแหน่งการกระจายเสียงภายในอาคารได้เป็นจำนวนมากเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้

3.2 หลักการทำงานของวงจร

จากหลักการออกแบบของระบบจะเห็นได้ว่า เราสามารถที่จะแบ่งการออกแบบวงจรของระบบทั้งหมดออกเป็นส่วนหลักๆ ได้ 4 ส่วน อันได้แก่

3.2.1 วงจรชุดส่งสัญญาณเสียง

จากรูปที่ 3.1 สัญญาณเสียงที่เข้ามาจะถูกขยายโดยทรานซิสเตอร์ Q_1 ซึ่งมีแบนด์วิดท์กว้างตั้งแต่ 10 Hz-20 kHz เอาต์พุตจาก Q_1 สามารถปรับระดับได้โดย VR_1 จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งเข้าขา 5 ของ IC_1 ที่ขา 5 นี้เป็นวงจรกำเนิดความถี่ควบคุมแรงดัน หรือ VCO (Voltage Control Oscillator) เพื่อทำหน้าที่มอดูเลทแบบ FM และกำเนิดความถี่คลื่นพาหะ ความถี่ประมาณ 200-350 kHz ความถี่นี้สามารถปรับได้โดย VR_2 สัญญาณเอาต์พุตจะคัปปลิงผ่าน R_3, C_7 เข้าขาเบสของ Q_2

โดยมี R_{10} เป็นตัวจัดไบแอส เอาต์พุตจาก Q_2 จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมีขนาด $8V_{pp}$ ถูกป้อนผ่าน C_8 ไปยัง Q_3 ซึ่งเป็นวงจรขยายกำลังความถี่สูง โดยปกติจะมีความถี่ประมาณ 280 kHz ที่ขาคอลเลคเตอร์ของ Q_3 ต่อเข้ากับเทปของ L_2 ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ประมาณ 45Ω ในส่วน L_2 , C_{10} , C_{11} , C_{12} และ L_3 ต่อเป็นแบบคาสฟิลเตอร์ที่ยอมให้ความถี่ 200-350 kHz สามารถผ่านได้เท่านั้นและเป็นวงจรแมทช์อิมพีแดนซ์ประมาณ 10Ω

ในการมอดูเลทแบบ FM นั้น Q_7 และ Q_8 จะเป็นตัวจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงให้กับ Q_2 และ Q_3 โดยมีวงจรป้อนกลับแบบลบ เพื่อให้วงจรขยายความถี่เสียงตั้งแต่ Q_4 ถึง Q_8 เป็นตัวรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ระหว่างการมอดูเลทแบบ FM แรงดันที่จ่ายให้ (วัดได้ที่จุดทดสอบ) จะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ R_{13} และ VR_3 จะปรับไว้ที่ประมาณ 10-20V

3.2.2 วงจรอินเตอร์เฟส และส่งสัญญาณควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์

วงจรในส่วนของการอินเตอร์เฟสและส่งสัญญาณควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นสามารถแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2

บล็อกไดอะแกรมวงจรชุดอินเตอร์เฟสและส่งสัญญาณควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์

1. ทางด้านเอาต์พุต

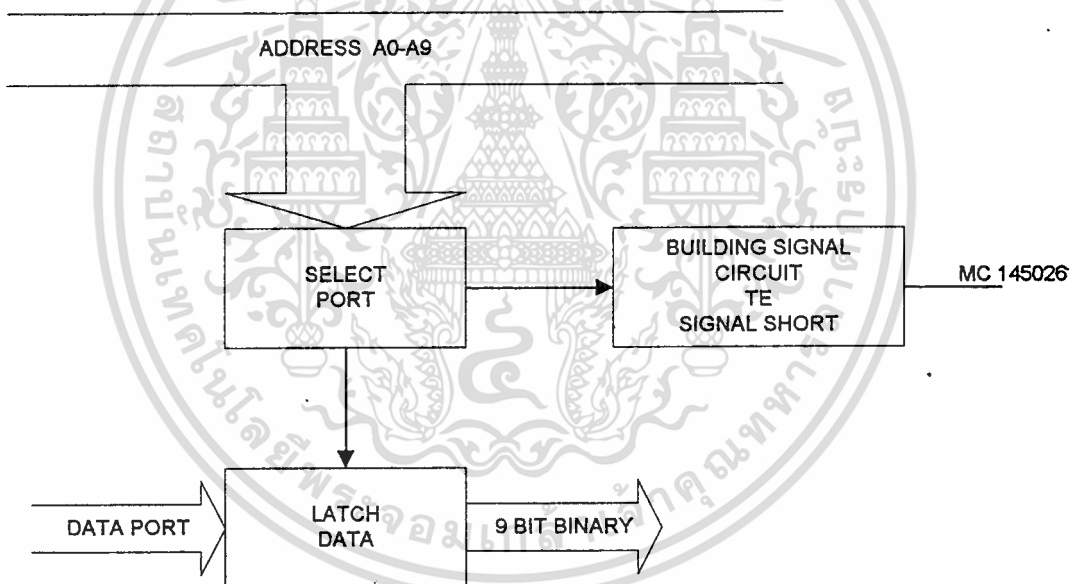
เราต้องการสัญญาณเอาต์พุตที่เป็นข้อมูล 9 บิตเป็นแบบไบนารี และสัญญาณ TE ซึ่งเป็นสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของ MC145026 เพื่อให้ MC145026 ทำการส่งข้อมูลที่เป็นแบบขนานทั้ง 9 บิต ออกเป็นสัญญาณ RETURN - TO - ZERO แบบอนุกรม สัญญาณ TE เป็นสัญญาณช่วงคลื่นแคบๆ ซึ่งจะทำงานเมื่ออยู่ในสถานะลอจิกต่ำ (ACTIVE LOW)

2. ทางด้านอินพุต

ทางอินพุตเราจะนำสัญญาณจากสล็อตเอทีของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ซึ่งเราต้องการใช้สัญญาณข้อมูลจำนวน 9 บิต ($SD_0 - SD_8$) , AEN , IOW และสัญญาณแอดเดรส ($SA_9 - SA_0$) เพื่อที่จะใช้ในการถอดรหัสพอร์ท และนำข้อมูลออกมา

3. หลักการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟส

ถูกใช้งานโดยเราจะสั่งให้ทำงานโดย SOFTWARE และวงจรอินเตอร์เฟสจะส่งข้อมูลมาที่วงจรมานั้น เป็นไบนารีจำนวน 9 บิต เพื่อส่งต่อไปให้ไอซีเข้ารหัสต่อไปอีกส่วนก็จะทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณพัลส์ TE ให้กับไอซี MC145026 เพื่อจะให้เป็นสัญญาณทริกบอกให้ MC145026 ส่งสัญญาณ RETURN TO ZERO ออกไปยังภาคมอดูเลท



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของการ์ดอินเตอร์เฟส

4. การทำงานของวงจรเลือกพอร์ท (Port Select Circuit)

การออกแบบวงจรนี้เราได้ทำการถอดรหัสแอดเดรสทั้งหมด 15 ค่า แต่เลือกใช้งานจริงเพียง 6 ค่า ขั้นแรกจะต้องเปิดตาราง I / O map ซึ่งเป็นตารางที่ใช้ในการ map แอดเดรสของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต

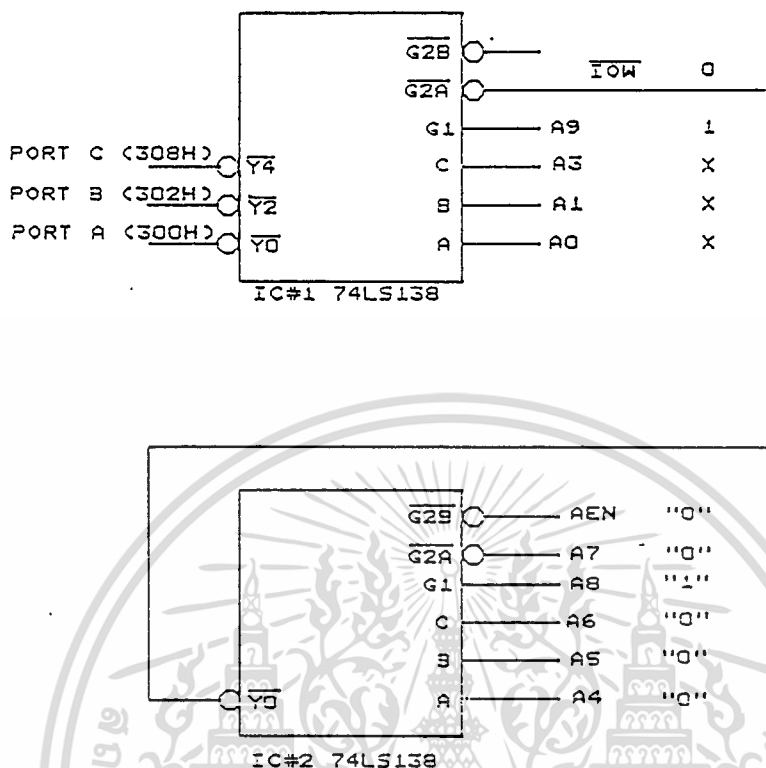
ในการออกแบบนี้เราใช้แอดเดรสที่ 300-30 FH ซึ่งอยู่ในย่านของ Portype Card ซึ่งเราสามารถต่อวงจรจากการ์คินเตอร์เฟสนำไปใช้ในช่วงแอดเดรสนี้ได้ เราจะใช้สัญญาณ SA₀ - SA₈ (แอดเดรส บิต 0 - บิต 9) ในการถอดรหัสพอร์ท และสัญญาณ IOW และ AEN รวมด้วย

การที่เราใช้สัญญาณ IOW รวมด้วยก็เพราะว่า เราต้องการจะให้พอร์ทที่เรากำหนดให้ทำงานเป็นพอร์ทเอาต์พุตเมื่อ CPU สั่งให้พอร์ททำงานและส่งสัญญาณ IOW ให้ทำงานที่สถานะสัญญาณต่ำ เราต้องนำสัญญาณนี้มาใช้ในการถอดรหัสเพื่อให้พอร์ทนั้นทำงาน

HEX RANGE	USAGE	
000-00F	DMA CHIP 8237A-5	ASSIGNED TO SYSTEM BOARD COMPONENTS
020-021	INTERRUPT 8259A	
040-043	TIMER 8253-5	
060-063	PPI 8255A-5	
080-083	DMA PAGE REGISTERS	
0Ax	NMI MASK REGISTER	
0Cx	REVERSED	
0Ex	REVERSED	
100-1FF	NOT USABLE	
200-20F	GAME CONTROL	
210-217	EXPANSION UNIT	
220-24F	RESERVED	
278-27F	RESERVED	
2F0-2F7	RESERVED	
2F8-2FF	ASYNCHRONOUS COMMUNICATIONS(2)	
300-31F	PROTOTYPE CARD	ASSIGNED TO FEATURE CARD PORTS
320-32F	FIXED DISK	
378-37F	PRINTER	
380-38C	SOLC COMMUNICATIONS	
380-389	BINARY SYNCHRONOUS COMMUNICATIONS(2)	
3A0-3A9	BINARY SYNCHRONOUS COMMUNICATIONS(1)	
3B0-3BF	IBM MONOCHROME DISPLAY/PRINTER	
3C0-3CF	RESERVED	
3D0-3DF	COLOR GRAPHICS	
3E0-3F7	RESERVED	
3F0-3F7	DISKETTE	
3F8-3FF	ASYNCHRONOUS COMMUNICATIONS(1)	

ตารางที่ 3.1 I/O map ของ IBM PC

ส่วนสัญญาณ AEN ที่ใช้นั้นจะกำหนดให้ทำงาน เมื่อต้องการที่จะทำการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access DMA) ในขณะที่ทำการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรงนั้น การถอดรหัสอาจจะไปตรงกับพอร์ทที่เราเลือกเอาไว้ใช้ก็จะทำให้การส่งข้อมูลผิดพลาด ดังนั้นระหว่างทำการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรงเราจะต้องกำหนดให้พอร์ทไม่ถูกกำหนดให้ใช้งาน ซึ่งในสภาวะปกติเวลาเราเรียกใช้พอร์ทสัญญาณ AEN ก็จะอยู่ในสภาวะที่ให้ทำงาน

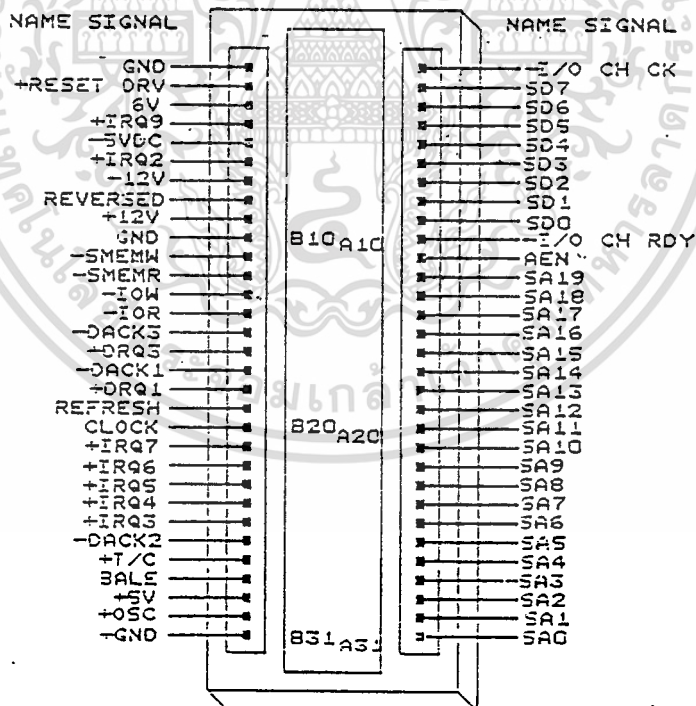
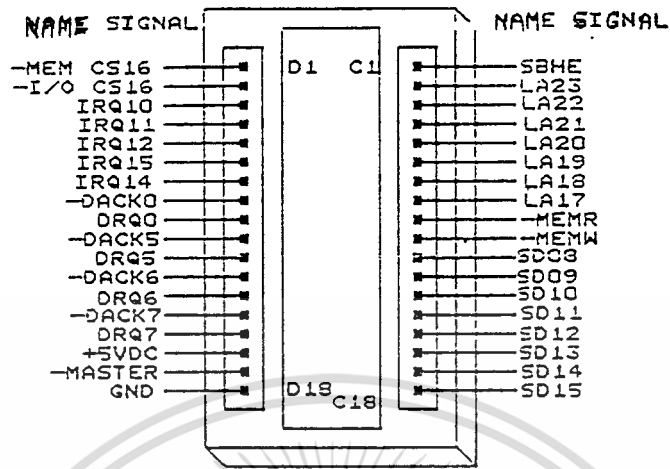


รูปที่ 3.4 วงจรดีโค้ดพอร์ท

วงจรถอดรหัสพอร์ทเราใช้ไอซีเบอร์ 74LS138 จำนวน 2 ตัวต่อกันเป็นวงจрдังแสดงในรูปที่ 3.5 และการต่อขา SA₀-SA₃, AEN และ IOW ในการถอดรหัสพอร์ทนั้นแสดงไว้ดังตารางที่ 3.2

วงจรถอดรหัสพอร์ทเราใช้ไอซีเบอร์ 74LS138 จำนวน 2 ตัวต่อกันเป็นวงจรดังแสดงในรูปที่ 3.4 และการต่อขา SA₀-SA₃, AEN และ IOW ในการถอดรหัสพอร์ทนั้นแสดงไว้ดังตารางที่ 3.2

ในบิต SA₂ นั้นเราไม่ได้ใช้ในการถอดรหัสพอร์ทซึ่งจะให้มันเป็นค่าอะไรก็ได้ (Don't care) ดังนั้นหมายเลขพอร์ทของเราจะเป็นตั้งแต่ 300 H-30C H โดยมี 74LS138 ทำหน้าที่ในการถอดรหัสเข้า 3 ออก 8 (Decoder 3 Line To 8 Line) ซึ่งจะให้ค่าทางด้านเอาต์พุตเป็นสภาวะการทำงานในระดับลอจิกต่ำ (อ้างถึงข้อมูลอุปกรณ์อยู่ในภาคผนวก)



รูปที่ 3.5 สัญญาณต่างๆ บนเส้นสล็อตของระบบเอทีบีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

port	SA SA	SA SA SA SA	SA SA SA SA	ACTIVE
300H,304H	1 1	0 0 0 0	0 X 0 0	Y
301H,305H	1 1	0 0 0 0	0 X 0 1	Y
302H,306H	1 1	0 0 0 0	0 X 1 0	Y
303H,307H	1 1	0 0 0 0	0 X 1 1	Y
308H,30CH	1 1	0 0 0 0	1 X 0 0	Y

ตารางที่ 3.2 การดีโค้ดพอร์ท

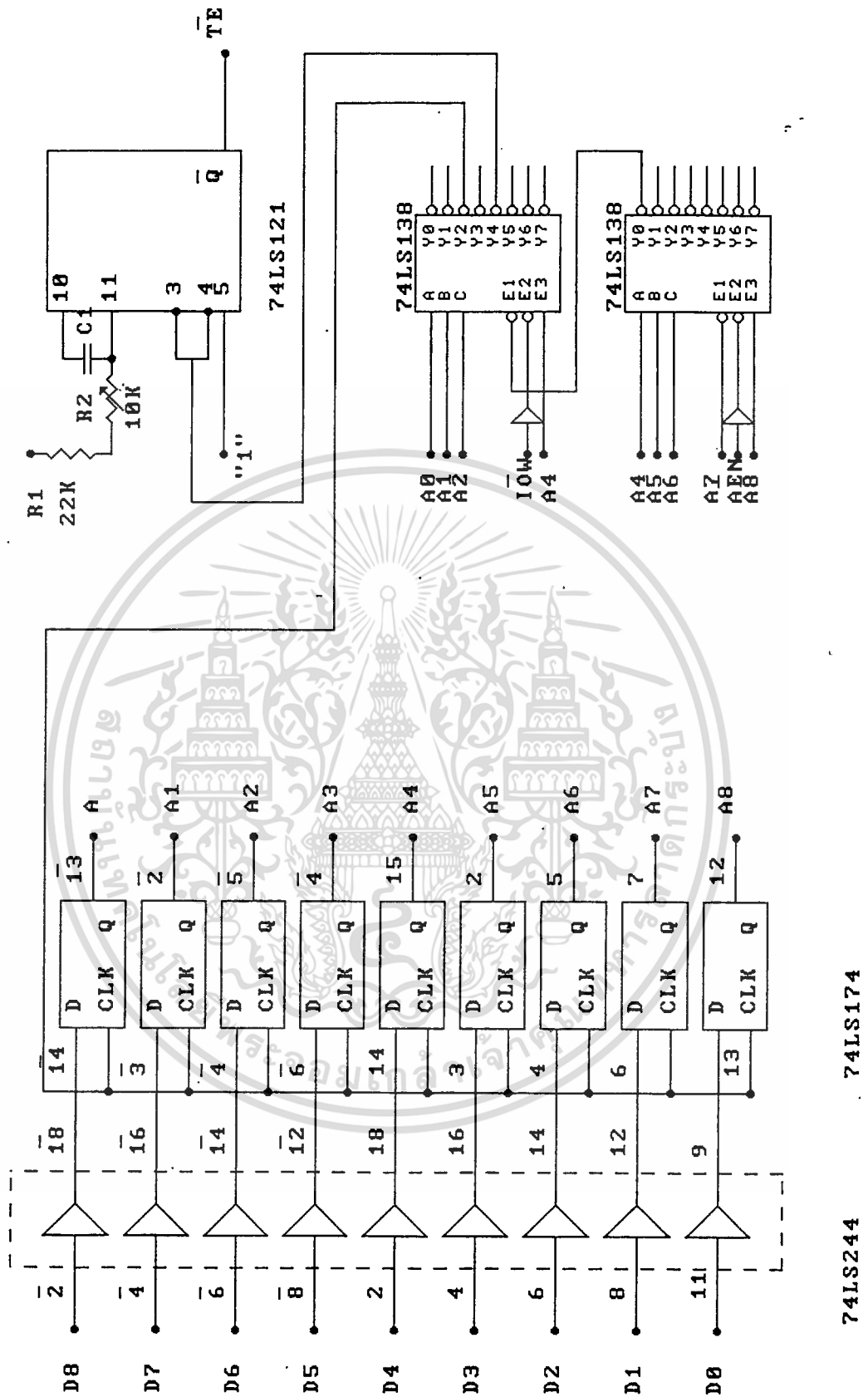
จากรูปวงจรจะเห็นว่าเมื่อ 74LS138 ตัวที่ 1 จะทำให้ค่าเอาต์พุต Y_0 อยู่ในสภาวะทำงาน แล้วส่งค่าที่ได้นั้นไปยังขา G2A และขา A, B, C ของ 74LS138 ตัวที่ 2 หมายเลขพอร์ทที่เราได้ถอดรหัสออกมาใช้งานก็จะเป็นดังที่แสดงไว้ในตารางการถอดรหัสพอร์ท

300 H , 304 H Y_0 ACTIVE
 302 H , 306 H Y_2 ACTIVE
 308 H , 30CH Y_4 ACTIVE

สัญญาณทั้ง 3 สัญญาณนี้จะนำไปพริกให้กับวงจรในภาคต่างๆ ต่อไป

สัญญาณ Y_0 จะถูกนำไปใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาของดีฟลิปฟล็อป (D - Flipflop) 9 บิต เพื่อใช้ในการแลตซ์ข้อมูล ออกมาจาก D_0 - D_8 เมื่อเราต้องการส่งข้อมูลที่เป็นข้อมูล 9 บิตออกจากซอฟต์แวร์ โดยเรียกใช้ซอฟต์แวร์ 300 H หรือพอร์ท 304 H ก็ได้ (ในปริญญานิพนธ์ นี้เราเลือกใช้หมายเลข 300 H)

สัญญาณ Y_4 จะถูกนำไปใช้เป็นสัญญาณอินพุตให้กับวงจรซิงเกิลสล็อตเพื่อสร้างสัญญาณที่ไปทำให้วงจรเข้ารหัสทำงาน และสามารถปรับช่วงเวลา (Time Duration) ได้ตั้งแต่ 1.694 ms จนถึง 2.464 s (หมายเลขพอร์ทที่ใช้ก็คือพอร์ท 308 H)



รูปที่ 3.6 วงจรแลตซ์สัญญาณ

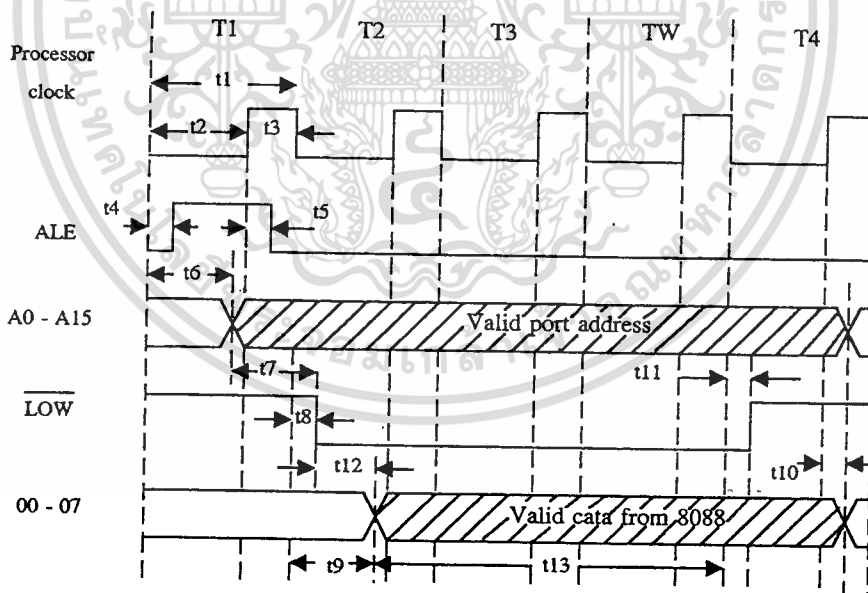
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วงจรแลตช์สัญญาณ

เริ่มจากขาข้อมูล ($SD_0 - SD_8$, ขา IOW AEN) จะต้องเข้ากับ 74LS244 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัว BUFFER (บัฟเฟอร์) ให้กับข้อมูลจากสล็อตเอทีบัสและขาข้อมูลทั้งหมดจะต่อเข้ากับดีฟลิปฟล็อปเพื่อเป็นการแลตช์ข้อมูลจากขา $SD_0 - SD_8$ ซึ่งข้อมูลนั้นจะถูก Latch ด้วยคำสั่ง Output ทางซอฟต์แวร์และเมื่อสั่ง Output 300 H สัญญาณ Y_0 จาก 74LS138 เป็นรหัสที่มาทริกให้ดีฟลิปฟล็อป Latch ข้อมูล 9 บิตเอามาเก็บไว้ ซึ่งเราสามารถได้ข้อมูลไบนารี เพื่อใช้ในการควบคุมได้ถึง 9 บิต

สัญญาณสุดท้ายคือ สัญญาณ TE จะถูกสร้างขึ้นโดยคำสั่ง Output 308 H คือเมื่อสั่ง Output 308H แล้วจะทำให้ขา Y_4 ของ 74LS138 นั้นมีความกว้างของพัลส์ประมาณ 628.5 ns และจะนำสัญญาณนี้ไปเข้าวงจรโมโนสเตเบิล (MONOSTABLE) โดยใช้ 74LS121 สร้างสัญญาณขึ้นใหม่ซึ่งมีช่วงเวลาตั้งแต่ 1.594 s - 2.484 s ด้วยการคำนวณจากสูตร

สามารถคำนวณได้จาก



รูปที่ 3.7 สัญญาณไทม์มิงไคอะแกรมของการส่งข้อมูลออกพอร์ท

$$T = (0.7) \times (R_{ext}) \times (C_{ext})$$

จาก Specification $1.4 \text{ k} < R_{ext} < 46 \text{ k}$

$$0 < C_{ext} < 100 \mu\text{F}$$

เรา Fix ค่า $C_{ext} = 110 \mu\text{F}$ 25V (220 F 2ตัวอนุกรมกัน)

$$R_{ext} = R_{ext} + R_{extat}$$

$$R_{ext} = 22 \text{ k}$$

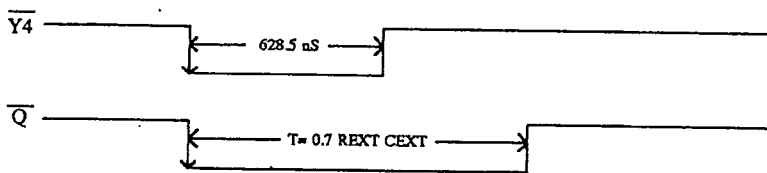
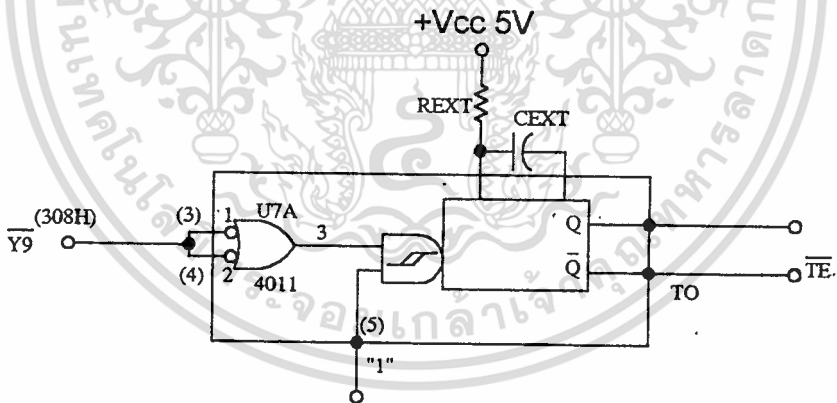
$$R_{extat} = 10 \text{ k}$$

$$T_{min} = 0.7 \times 110 \mu\text{F} \times 22 \text{ k}$$

$$= 10.694 \text{ sec}$$

$$T_{max} = 0.7 \times 110 \mu\text{F} \times 32 \text{ k}$$

$$= 2.464 \text{ sec}$$



รูปที่ 3.8 วงจรซิงเกิลช็อตเพื่อสร้างสัญญาณพัลส์ TE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อสังเกตในการสร้างคาร์ดิอออินเทอร์เฟซนี้ จำเป็นต้อง

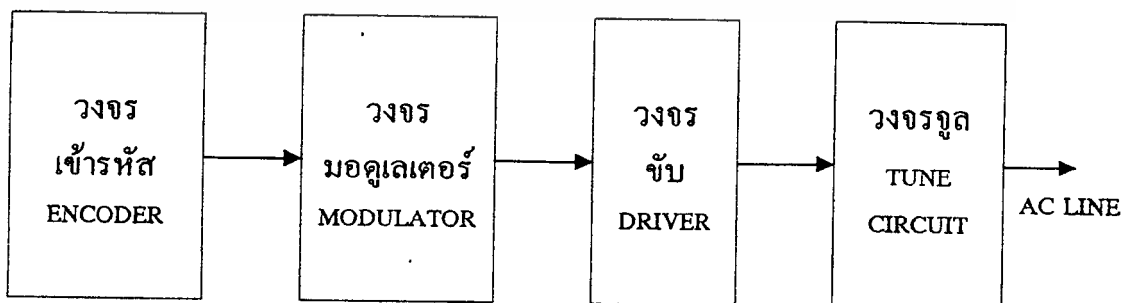
1. ให้ใช้ตัวเก็บประจุค่า $10\ \mu\text{F}$ - $50\ \mu\text{F}$ คร่อมไฟ V_{cc} และ GND เพื่อขจัดความถี่สูงของแหล่งจ่ายไฟและปรับอิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายไฟให้มีค่าต่ำลง (ในวงจรนี้ใช้ตัวประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์ค่า $10\ \mu\text{F} / 50\ \text{V}$)
2. ให้ใช้ตัวเก็บประจุค่า $10\ \text{nF}$ ถึง $0.1\ \mu\text{F}$ คร่อม V_{cc} และ GND ของไอซีแต่ละตัว และการต่อจะต้องทำให้ใกล้กับตัวไอซีมากที่สุด เพื่อที่จะป้องกันทรานเซียนส์ของความถี่สูง (ในวงจรนี้ใช้ตัวเก็บประจุชนิดแทนทาลัมค่า $0.1\ \mu\text{F} / 35\ \text{V}$)
3. ให้ใช้ตัวประจุค่า $22\ \text{nF}$ ต่อระหว่างขาสัญญาณเอาต์พุตกับ GND ให้เกิดการสมดุลกับค่าอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณ (ในวงจรนี้ใช้ตัวเก็บประจุชนิด เซรามิกค่า $22\ \text{nF}$)

3.2.3 วงจรชุดตัวส่งสัญญาณควบคุมและตัวรับสัญญาณควบคุม

วงจรตัวส่งสัญญาณควบคุมและตัวรับสัญญาณควบุนั้นจะมีลักษณะของวงจรที่คล้ายคลึงกันแต่การทำงานของวงจรจะกลับกันเป็นตรงกันข้าม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในการออกแบบระบบในตอนต้น ซึ่งจะมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

1. หลักการทำงานของวงจรชุดตัวส่งสัญญาณควบคุม

ในชุดตัวส่งสัญญาณควบคุม จะประกอบด้วยส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่การทำงานต่างกัน ออกเป็น 4 วงจรอันได้แก่ วงจรเข้ารหัส, วงจรมอดูเลเตอร์, วงจรไดรเวอร์ และวงจรจูน ดังที่แสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 3.9



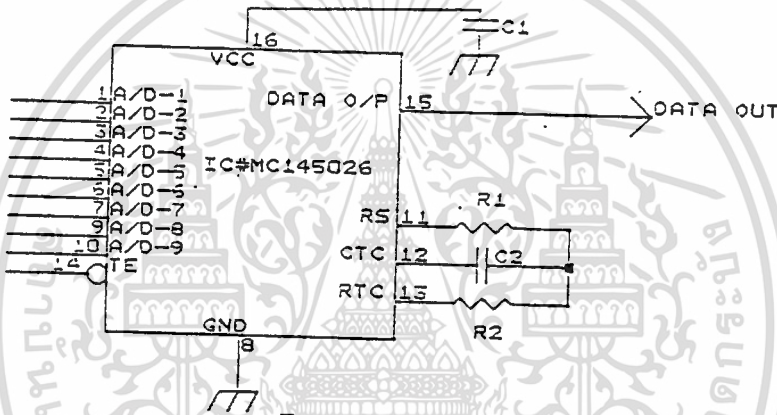
รูปที่ 3.9 บล็อกไดอะแกรมของชุดส่งสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

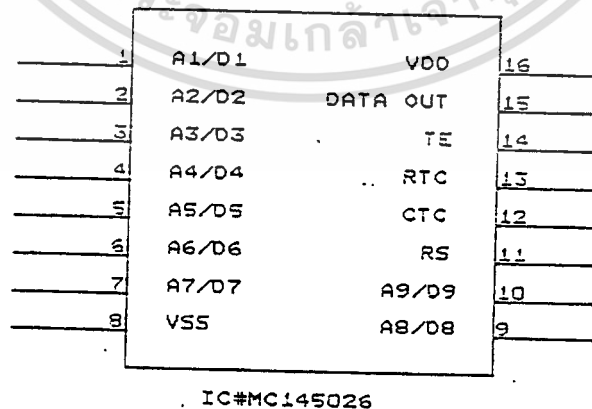
1.1 การทำงานของวงจรเข้ารหัส

สัญญาณอินพุตของชุดตัวส่งสัญญาณควบคุมนี้ จะรับสัญญาณจากแอดเดรสบัส ของวงจรอินเตอร์เฟส และส่งสัญญาณควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นสัญญาณไบนารี 9 บิต ซึ่งจะถูกต้องไปยังวงจรเข้ารหัสซึ่งจะทำหน้าที่เข้ารหัส โดยจะมีไอซีเบอร์ MC145026 เป็นหัวใจสำคัญของภาคนี้

ไอซีเบอร์ MC145026 จะเข้ารหัสแบบ 9 บิต ของข่าวสารและจะส่งข่าวสารนี้ เป็นแบบอนุกรม โดยข่าวสารจะสามารถส่งออกไปได้ทันทีที่ Switch Transmit Enable (TE) ถูกกดลงซึ่งมันจะทำงานที่สถานะที่เป็นลอจิกต่ำเท่านั้น



รูปที่ 3.10 วงจรเข้ารหัส

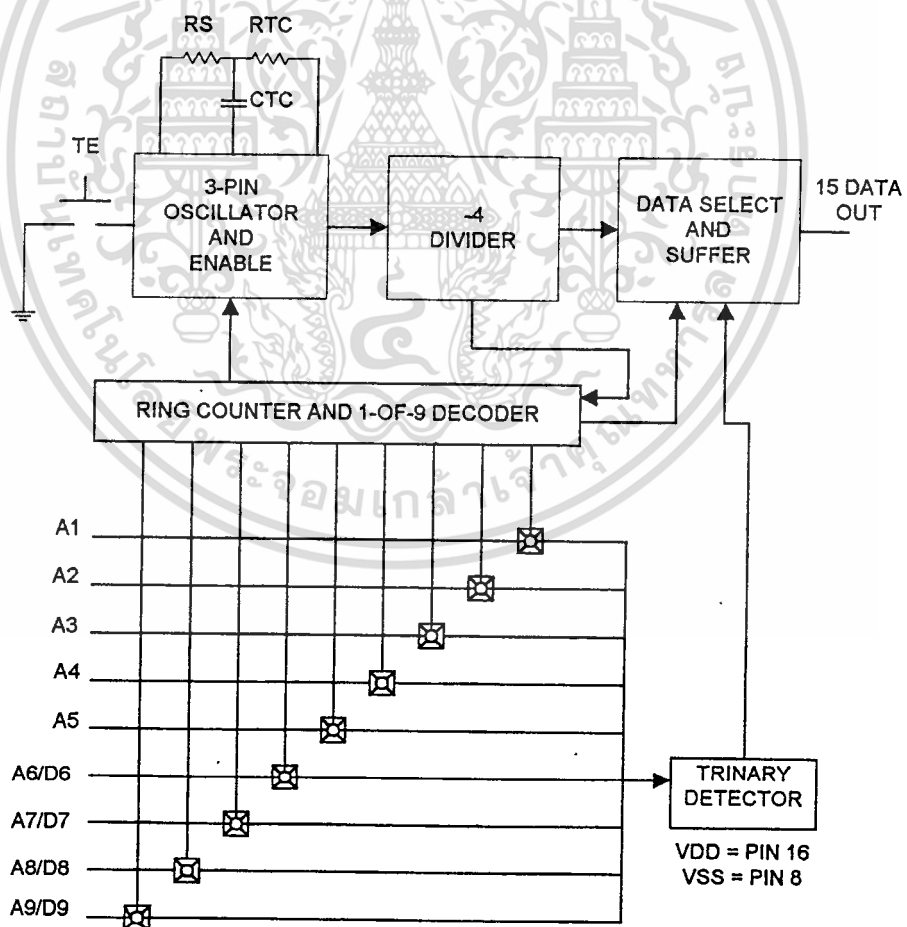


รูปที่ 3.11 ขาต่างๆ ของไอซีเบอร์ MC145026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 คุณสมบัติของไอซีเบอร์ MC145026

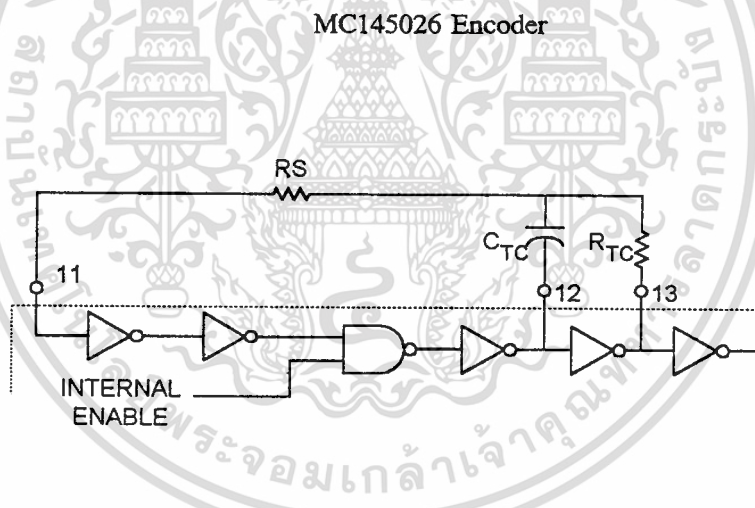
- แอดเดรส สามารถเป็นไปได้ทั้งสัญญาณไบนารี หรือ 3 สถานะ
- รหัสของแอดเดรส ที่สูงสุด คือ 3 สถานะ
- ใช้ในการอินเตอร์เฟสกับความถี่คลื่นวิทยุ , อนุตร้าโซนิก
- จะส่ง 2 ข้อมูล เพื่อสำหรับตรวจสอบการผิดพลาด (Error Checking)
- จะใช้ไฟตั้งแต่ 4.5 ถึง 18 โวลท์
- ภายในชิปนั้นจะมีวงจร อาร์ชี ออสซิลเลเตอร์ (RC Oscillator)
- สัญญาณอินพุตและ เอาต์พุตเป็นแบบอนุกรมมาตรฐาน



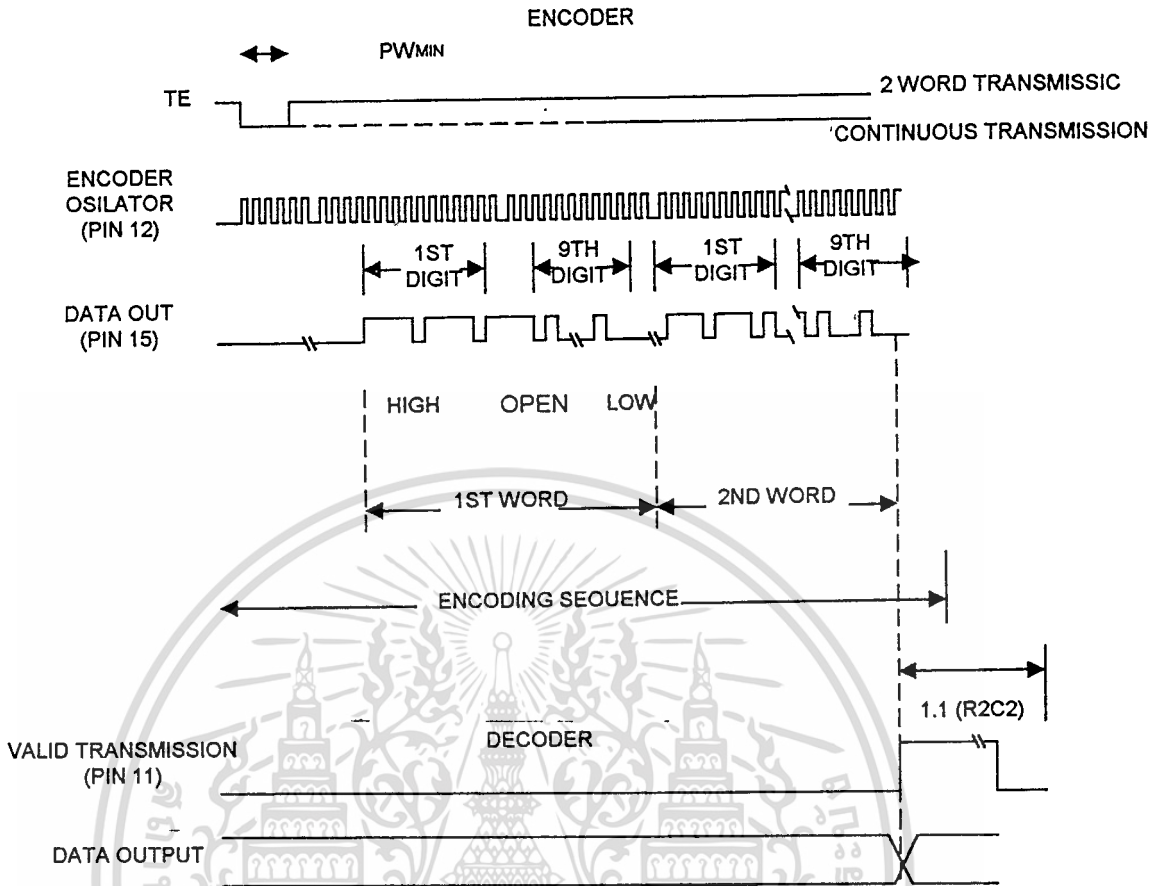
รูปที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมการเข้ารหัสของ MC145026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเข้ารหัสนี้สามารถทำการเข้ารหัสได้มากโดยขึ้นอยู่กับขาอินพุตทั้ง 9 บิตซึ่งเราจะกำหนดสถานะขาอินพุตของ A1 / D1 - A9 / D9 ให้ขาเหล่านี้สามารถเป็นไปได้ทั้ง 3 สถานะ คือ อาจจะเป็น (0, 1, OPEN) สถานะใดสถานะหนึ่งก็ได้แต่ในปริภูมิตัวฉบับนี้เราเลือกใช้รหัสไบนารีทำการเข้ารหัสซึ่งมีความแตกต่างกันสูงสุดถึง 512 ซึ่งลำดับในการส่งนั้นจะเริ่มต้นที่ “ระดับต่ำ (Low Level)” ของขาอินพุต TE และ VDD ส่วนมากจะใช้เป็น “Positive Supply” และ VSS ซึ่งส่วนมากจะใช้เป็น “Negative Supply” (GND) แล้ววงจรเข้ารหัสนี้ยังมี R_s , R_{tc} และ C_{tc} เหล่านี้จะเป็นส่วนของ Oscillator ของการเข้ารหัส ถ้าแหล่งจ่ายสัญญาณภายนอกใช้แทนออสซิลเลเตอร์ภายในมันจะต่อไปหา R_s และ R_{tc} แยกตัวมันออกจากระบบ (Left Open) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวงจรออสซิลเลเตอร์นี้ทำงานที่ความถี่กำหนดโดยวงจร RC ภายนอกซึ่งรูปวงจรแสดงไว้ในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ในไอซีเข้ารหัส



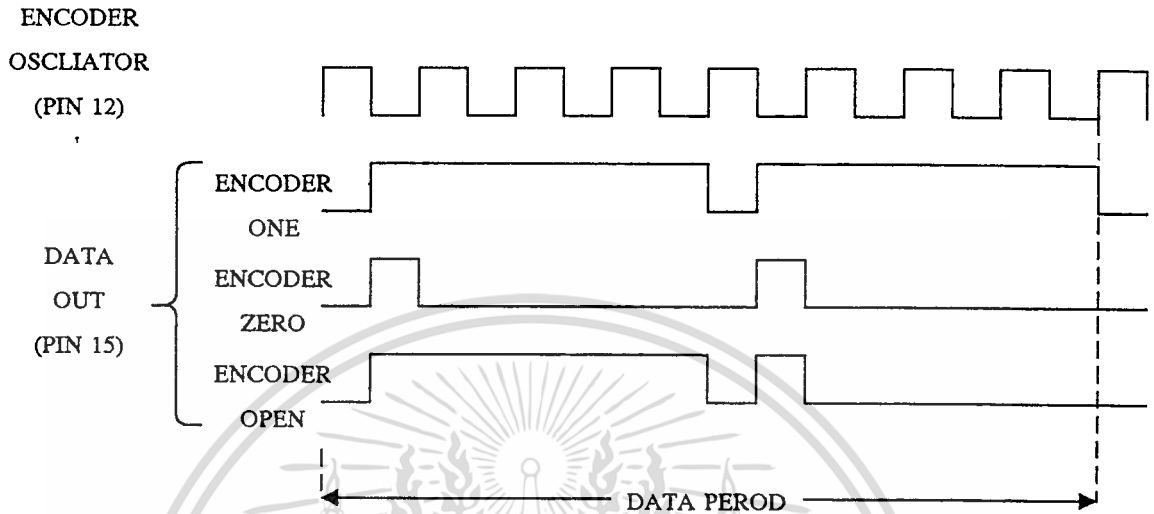
รูปที่ 3.14 สัญญาณไทม์มิง โคเอดแกรมของ MC145026

ดังนั้นข้อมูลออกที่ขา 15 ของไอซีเบอร์ MC145026 ที่ส่งออกจะส่งไปในลักษณะอนุกรมต่อกันไปขนาน 9 บิต ซึ่งในแต่ละบิตของข้อมูลที่ส่งออกไปจะมีสถานะเป็น 0, 1 สถานะใดก็ได้ ซึ่งจะมีสัญญาณของพัลส์ที่เข้ารหัสเป็นแบบอนุกรมแล้วดังรูปที่ 3.14

ข้อมูลต่างๆ จะเริ่มมีการส่งอนุกรมต่อเนื่องกันไปก็ต่อเมื่อทันทีที่สวิทช์ TE ถูกกด (ที่ขา TE ได้รับสถานะการทำงานที่ระดับต่ำ) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งออกไปมีลักษณะเป็นชุดของข้อมูล (Words) โดยจะถูกส่งออกไปเป็นจำนวนข้อมูล 2 ชุดด้วยกัน ซึ่งถ้าหากทางรับสามารถรับชุดข้อมูลทั้งสองนี้ได้เหมือนกันแสดงว่า การส่งและการรับข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดจะทำให้ทางด้านรับทำการผลิตสัญญาณ VT (Valid Transmittion) ออกมา

ในการส่งแต่ละครั้งข้อมูลบิตจะถูกเข้ารหัสแบบ 3 ข้อมูลพัลส์โดยที่ลอจิก “0” จะมีลักษณะเป็นพัลส์สั้นๆ จำนวน 2 พัลส์ต่อเนื่องกันไป และลอจิก “1” จะมีลักษณะยาวๆ จำนวน 2 พัลส์ต่อเนื่องกัน ส่วนสำหรับสถานะ “OPEN” จะมีลักษณะการเข้ารหัสเป็นแบบพัลส์ยาว 1 ครั้ง แล้วตามด้วยพัลส์สั้นๆ อีก 1 พัลส์ ดังรูปที่ 3.15 แสดงการเข้ารหัสของสถานะต่างๆ ดังกล่าว

ENCODER DATA WAVEFORMS { MC145026 }



รูปที่ 3.15 ลักษณะการเข้ารหัสของบิตข้อมูล

ดังนั้นข้อมูลออกที่ขา 15 ของ MC145026 ขนาด 9 บิต ซึ่งในแต่ละบิตของข้อมูลที่ส่งออกไปจะมีสถานะเป็น 0, 1 สถานะใดก็ได้ซึ่งจะมีสัญญาณเป็นลักษณะพัลส์ที่ส่งออกไปยังวงจรมอดูเลเตอร์

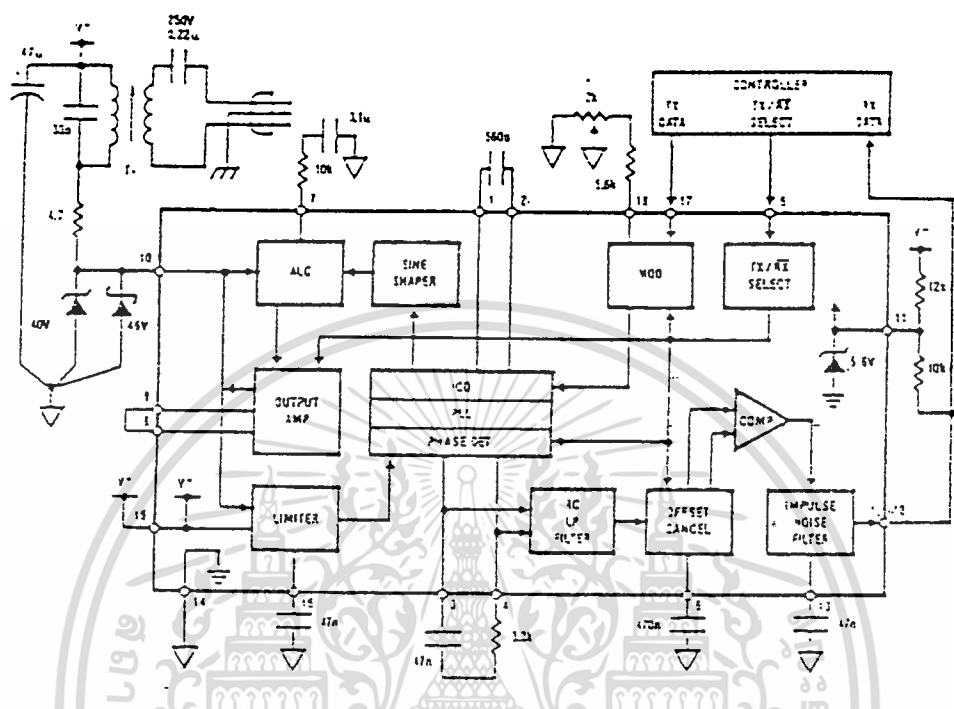
2. หลักการทำงานของวงจรมอดูเลเตอร์และไดรเวอร์

ในวงจรมอดูเลเตอร์นั้น จะมีไอซี เบอร์ LM1893N เป็นหัวใจหลักในการทำงานซึ่งไอซีเบอร์ LM1893N จะมีลักษณะการทำงานดังนี้

ไอซี LM1893N ทำหน้าที่เป็นตัวอินเตอร์เฟสกับสายไฟฟ้ากำลัง (Power Line Interface) โดยสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง และใช้กระแสในการส่งข้อมูล

2.1 การทำงานของ LM 1893N ในโหมด TX ทำหน้าที่ 2 อย่างคือ

1. เปลี่ยนสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณดิจิทัลให้เป็น เอฟเอสเค
2. ทำหน้าที่ขับสัญญาณ เอฟเอสเค ให้เข้าไปในสายไฟฟ้ากำลัง



รูปที่ 8.16 วงจรภายในของชุดรับส่งกระแสคลื่นพาหะ

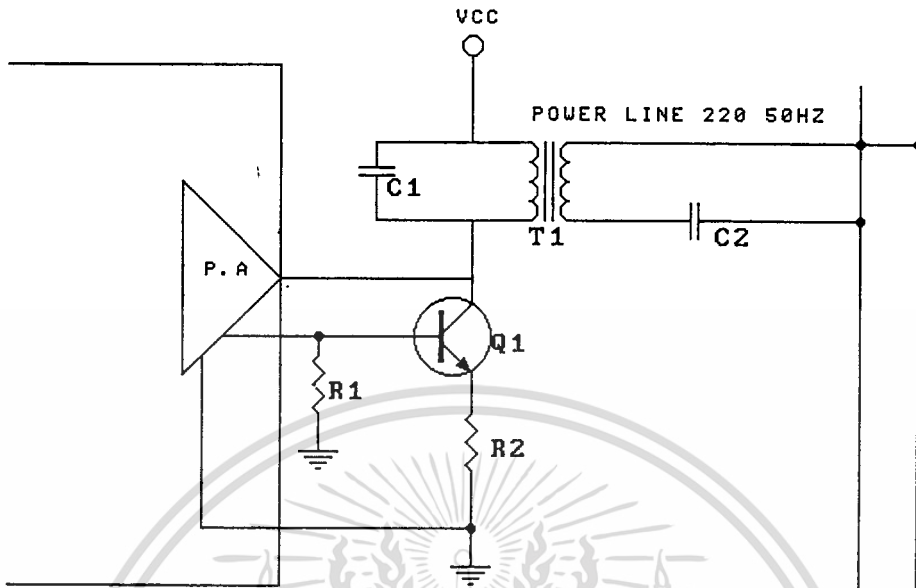
จากรูป 3.16 การเลือกโหมดการทำงานในโหมดส่ง จะสามารถทำได้โดยให้ขา {TX / RX (ขา 5)} อยู่ในสภาวะลอจิก “สูง” เมื่อสัญญาณอินพุตที่เป็นดิจิทัลซึ่งมี “ระดับเทรชโฮลด์” (Thershold) ประมาณ 2 โวลต์ เข้ามาที่ขา 17 สัญญาณอินพุตนี้จะไปกระตุ้นมอดูเลเตอร์ซึ่งเป็นการมอดูเลเตอร์แบบเอฟเอสเค จะทำให้ความถี่ของ “กระแสควบคุมออสซิลเลเตอร์” (Current Control Oscillator (CCO)) นั้นเบี่ยงเบนไป 2.5 % ของความถี่ f_0 (Center Frequency) โดยความถี่ของ (CCO) จะถูกตั้งให้อยู่ในช่วง 50-300kHz. ซึ่งสามารถกำหนดค่าโดย R_0, C_0 . (ใช้ปรับค่า R_0) หลังจากนั้นเอาต์พุตจาก CCO ซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณไซน์ที่มีความเพี้ยนรบกวนน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ โดยวงจรควบคุมแต่งรูปไซน์ (Sine Shaper) ซึ่งสัญญาณที่ได้จะผ่านเข้าวงจรควบคุมแรงดันอัตโนมัติ (Automatic Level Control (ALC)) ก่อนที่จะเข้าวงจรขยายกำลัง (Power Amplifier) เพื่อขับกระแสค่าของโวลต์เดจเอาต์พุตสวิงจะถูกกำหนดโดยกระแสที่ 60 มิลลิแอมป์ จากเอาต์พุตและค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด ดังนั้นถ้าอิมพีแดนซ์ของโหลดมีค่าสูงจะทำให้เอาต์พุตสวิงขึ้นไปสูงกว่าค่าที่วงจรขยายกำลังสามารถทำงานได้

ซึ่งวงจรควบคุมแรงดันอินพุตโน้มิตีจะช่วยลดเอาต์พุตลงมา แต่ถ้าโวลต์อินพุตมีค่าต่ำเกินไปจะทำให้เอาต์พุตโวลต์เต็มมีค่าต่ำมากเกินไป วงจรควบคุมระดับแรงดันอินพุตโน้มิตีก็จะทำงานได้อย่างเต็มที่ (Full Driver) และเพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นผ่านความถี่วิทยุในย่าน เอเอ็ม ซึ่งเกิดจากฮาร์โมนิกค่าต่างๆ ที่เป็นเหตุทำให้เอาต์พุตของสัญญาณที่ได้ไม่เป็น รูปไซน์ก็ปปลิงคอยล์ที่เอาต์พุต (Output Coupling Coil) ซึ่งมีหน้าที่ปปลิงสัญญาณเข้าสู่สายไฟฟ้ากำลังต้องมีค่า Q ต่ำๆ และจะต้องไม่ให้ฮาร์โมนิกส์ของวงจรขับ คลาสบี หรือ คลาสซี ผ่านเข้ามาได้ ดังนั้นวงจรที่ใช้จะต้องเป็นวงจรขับคลาสเอ

ในกรณีที่สายส่งไฟฟ้ากำลังมีอินพุตโน้มิตีต่ำ จึงจำเป็นต้องเพิ่มกระแสที่เอาต์พุตเพื่อให้ได้ขนาดของแอมพลิจูดของสัญญาณตามต้องการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องต่อทรานซิสเตอร์ 1 ตัว และ ตัวต้านทานอีก 2 ตัว ดังรูปที่ 3.17 ซึ่งจะทำให้กระแสเอาต์พุตมีค่าถึง 600 mA (ใช้ค่าตัวต้านทานค่าเท่ากับ 1.1 โอห์ม) โดยกระแสเอาต์พุตจะเป็นส่วนกลับกับค่าความต้านทานนี้

ในโมดูล LM1893N จะรับข้อมูลจาก LM145026 (ซึ่งเป็นตัวเข้ารหัส) เพื่อกำหนดรหัสของเครื่องที่ต้องการติดต่อด้วย และจะรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์แปลงเป็นสัญญาณ เอฟเอสเค ส่งผ่านปปลิงคอยล์ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Band Pass Filter) ที่ความถี่ f_0 เพื่อส่งเข้าสู่สายไฟฟ้ากำลัง

ในการออกแบบ ผู้ออกแบบต้องจึงคำนวณค่าสำหรับ ความถี่กลาง (f_0) อัตราการส่งข้อมูล (Data Rate) แรงดันของแหล่งจ่าย (V_+) กำลังของแรงดันในสาย (V) และ ความถี่ (F_1) ถ้าหากมีพารามิเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งหรือมากกว่าหาไม่ได้ในการออกแบบ ก็จะต้องเอาข้อมูลที่ได้จากคาตาชีทในภาคผนวก แล้วทำการทดลองใช้อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้วงจรที่ดีที่สุด



รูปที่ 3.17 วงจรบัสเพื่อขยายกำลัง

การพิจารณาค่าอุปกรณ์ต่างๆ ต้องอยู่บนพื้นฐานดังนี้คือ

1. ค่าความถี่กลาง (f_c) ยังมีค่าสูงยิ่งดี
2. ค่าที่มากที่สุดของข้อมูล (Maximum Data Rate) ยังมีค่าน้อยยิ่งดี
3. เวลาและความถี่ที่ใช้ในฟิลเตอร์ (Time And Frequency Filter) ยังมีค่ามากยิ่งขึ้น

สำหรับปริมาณที่เลือกใช้ความถี่กลางของคลื่นพาห์เท่ากับ 125 KHz อัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 358 บอร์ด ความถี่ในการส่งข้อมูลเท่ากับ 179 Hz และใช้ระบบสายไฟฟ้ากำลังที่มีระดับแรงดัน 220 โวลต์ ความถี่ 50 Hz

ค่า F_c ค่าความเร็วของอัตราการส่งข้อมูล และค่าความถี่ 50 Hz จะนำไปใช้ในการคำนวณค่าอินดักแตนซ์ที่ใช้กับ LM1893N โดยใช้ร่วมกับการอ่านค่าจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ในข้อมูลซีท ซึ่งสามารถกำหนดค่าอุปกรณ์ต่างๆ ได้ดังนี้

1. C_o และ R_o เป็นตัวกำหนดค่าความถี่กลาง (f_c) ในการเลือก C_o ควรเลือกให้มีค่ามากกว่า 10 pF สำหรับการเลือกค่า R_o ไม่ควรเลือกให้ R_o ต่ำกว่า 5.6 กิโลโอห์มหรือมีค่าสูงกว่า 7.6 กิโลโอห์ม เพราะฉะนั้นในที่นี้จึงจะใช้ค่าความต้านทาน 5.6 กิโลโอห์มต่ออนุกรมกับตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ 2 กิโลโอห์ม

2. C_A และ R_A เป็นตัวกำหนดปรับค่าโพล (Pole) และ ซีโร่ (Zero) ของวงจรควบคุมระดับ (ALC) โดยใช้ค่า 0.1 μF และ 10 กิโลโอห์มตามลำดับ

3. C_F และ R_F ใช้ในการปรับค่าโพลและซีโร่ ของวงจรส่วนเฟสล็อก (Phase Lock Loop) ของ LM1893N การออกแบบไม่ควรจะให้ค่า C_F มากและค่า R_F น้อยเกินไปในที่นี้ใช้ค่า C_F และ R_F เท่ากับ 0.047 μF และ 3.3 กิโลโอห์ม ตามลำดับ

4. C_L ใช้ปรับค่าโพลค่าต่ำ (Lower Pole) ของวงจรแบนด์พาสลิมิตเตอร์เพื่อที่จะขจัดความถี่ของไฟฟ้ากำลัง (50 Hz) โดยเลือก 0.047 μF

5. C_M มีผลต่อเวลาที่ LM1893N ใช้เปลี่ยนจาก TX เป็น RX การเลือกค่าทำจากการทดลอง ในที่นี้เลือกค่า 20 nF

6. C_L เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนอิมพัลส์ (Impulse Noise) เลือกค่า 2 nF

7. R_C เป็นความต้านทานพูลอัพ (Pull Up) ใช้ค่า 10 กิโลโอห์ม

8. R_Z ใช้ไบอัสไดโอดในตัว LM1893 N ใช้ค่า 12 กิโลโอห์ม

9. C_B ใช้ลดสัญญาณรบกวนในส่วนจ่ายไฟเลี้ยง (Supply Bypass) ใช้ค่า 100 pF

10. Z_T เป็นทรานเซียนแคลมป์ (Transient Clamp) ใช้ค่าเบรคความไวโวลต์แดงที่มากกว่า 44 โวลต์ และทนพีคแบคโวลต์แดงน้อยกว่า 66 โวลต์

11. R_T ใช้จำกัดทรานเซียน ใช้ค่า 4.7 โอห์ม

2. การออกแบบวงจรในส่วนคัปปลิงกับสายไฟฟ้ากำลัง

1. C_q และ $T1$ ต่อกันเป็นลักษณะของวงจรแท็งก์ (Tank Circuit) ต้องมีความถี่รีโซแนนซ์ (f_q) ตรงกับความถี่ของคลื่นพาห์ (F_o) นั่นคือ $f_q = F_o$ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ที่ความถี่ F_o

2. C_o ทำหน้าที่ป้องกันโวลต์แดงจากสายส่งไฟฟ้ากำลัง และ C_o และ $T1$ ด้านที่ต่อกับสายไฟฟ้ากำลังต้องเป็นวงจรกรองความถี่สูง (LC High-Pass-Filter) และที่ความถี่ F_o ค่าอิมพีแดนซ์ C_c ต้องน้อยกว่าอิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้ากำลังเพื่อให้ $T1$ สามารถขับพลังงานให้เต็มที่แต่ต้องระวังไม่ให้ $C_c, T1$ และค่าอิมพีแดนซ์สะท้อนของวงจรจากแท็งก์กลายเป็นวงจรอนุกรมรีโซแนนซ์ เพราะจะโหลดสายไฟฟ้ากำลัง

ขั้นตอนการออกแบบ

1. กำหนดอิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้ากำลังให้เป็นค่าต่ำสุดเท่ากับ Z_{in} จากค่า Z_{in} สามารถประมาณค่าอัตราส่วนการพัน (Turn Ratio) ของ T1 โดยอ่านจากกราฟความสัมพันธ์ในข้อมูลชีท

2. หาค่า L_1 จากสูตร

$$L_1 = \frac{(R_q // Z_{Ln})}{2\pi \times F_o \times Q_L}$$

และ $R_q // Z_{Ln} = (V_{cc} - V_{ALC}) \sqrt{2/I_o}$

เมื่อ ; Z_{Ln} คือ อิมพีแดนซ์สะท้อนของสายไฟฟ้ากำลัง (Reffected Z_{in})

Q_L คือ ค่า Q ของ T1 ตอนมีโหลด

R_q คือ ค่า Q ของ T1 ตอนมีโหลด

V_{cc} คือ ไฟเลี้ยง LM 1893N เท่ากับ 18 โวลต์

I_o คือ กระแสเอาต์พุตของ LM 1893N เท่ากับ 60 mA

และ $Q_L = \frac{1}{(BW \% \text{ of } F_o)}$

แทนค่าต่าง ๆ ดังนี้

$$Z_{Ln} = 7 \text{ โอห์ม}$$

ดังนั้นจะได้ค่า N (Turn Ratio) = 10

ให้ $BW (\% \text{ ของ } F_o) = 8.7 \%$

$$Q_L = \frac{1}{(8.7 \times 100)} = 11.5$$

ดังนั้นแทนค่าได้ $L_1 = 49 \mu H$

ถ้าพัน L_1 ค่า 49 μH ด้วยจำนวน 80 รอบ

$$\text{ดังนั้นได้จำนวนรอบ } L2 = \frac{80}{10}$$

$$= 8 \text{ รอบ}$$

พัน L2 ด้วยขนาดเท่าเดิมแล้ววัดค่า L2 ได้เท่ากับ 1.2 μF

3. หาค่า C_q ได้จาก

$$C_q = \frac{1}{(2\pi \times F_o) L1}$$

แทนค่าได้

$$C_q = \frac{1}{(2\pi \times 125\text{kHz}) 49\mu\text{H}}$$

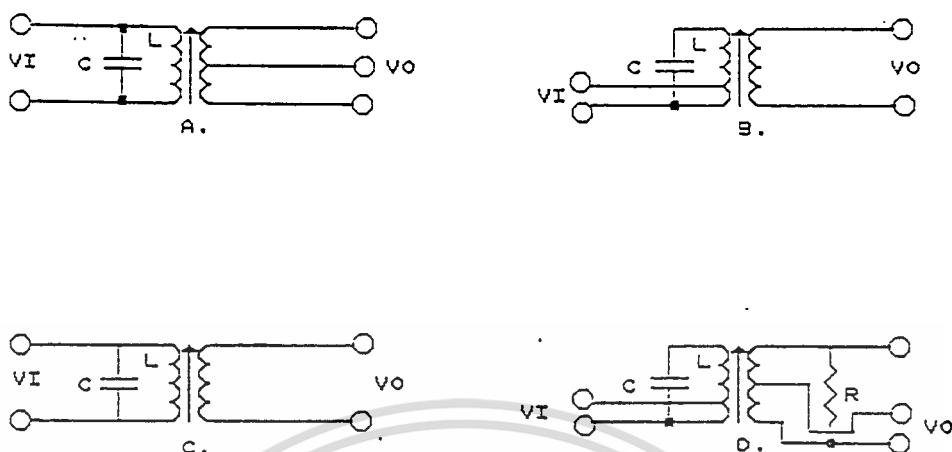
4. เลือก $C_c = 0.22 \mu\text{F}$

ซึ่งควบคุมการรับหรือส่งข้อมูลจะใช้ระดับสัญญาณ“สูง” และ “ต่ำ” ควบคุมขา TX / RX ไอซีเบอร์ LM 1893N

การทำงานของวงจร

วงจรของเครื่องส่งนี้เป็น LC ใช้หลักการรีโซแนนซ์ (Resonant) ในการเลือกความถี่ที่เหมาะสมผ่านตัวมัน วงจรปกติจะเรียกว่า “วงจรแท็งก์” (Tank Circuit) มีคุณสมบัติเป็นฟิลเตอร์ เช่นเดียวกับ RC Filter กล่าวคือตัวมันจะเป็น แบนด์พาสฟิลเตอร์ (Band Pass Filter) จะยอมให้ความถี่ที่ต้องการผ่านเท่านั้น วงจรแท็งก์สามารถจะต่อใช้งานได้หลายลักษณะตามความต้องการ

วงจรของเครื่องส่งใช้หม้อแปลงไอเอฟของวิทยุเอเอ็มมาทำการดัดแปลงใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับความถี่ที่ใช้งาน ซึ่งหม้อแปลงนี้มีขายทั่วไปมีขนาดความถี่รีโซแนนซ์ 455 kHz บางแบบมีขนาดความถี่รีโซแนนซ์ 10.7 MHz ที่ใช้กันในวิทยุเอเอ็ม แต่ที่เราใช้ในชุดเครื่องส่งนี้จะใช้หม้อแปลง ไอ เอฟ ที่มีขนาดความถี่รีโซแนนซ์ 455 kHz กระป๋องสีดำ ซึ่งค่าใกล้เคียงกับที่ใช้ในปริณญาณิพนธ์มาทำการดัดแปลง



รูปที่ 3.18 วงจรแก้ลักษณะต่าง ๆ



รูปที่ 3.19 ลักษณะการพันของ YMC5549

หม้อแปลง ไอ เอฟ เดิมมันจะมีขดลวดเดิมของมันพันอยู่และมีคาปาซิเตอร์ติดมาด้วยซึ่งคาปาซิเตอร์จะมีค่าความจุประมาณ 280 pF และรีโซแนนซ์ ที่ความถี่ 455 kHz เพราะฉะนั้นความถี่รีโซแนนซ์ (F_o) จะได้

$$\omega_o L = \frac{1}{(\omega_o \times C)}$$

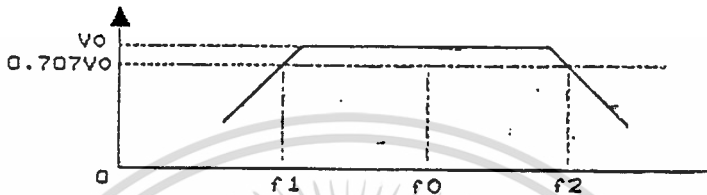
ดังนั้นเราสามารถคำนวณค่าเหนี่ยวนำได้เมื่อทราบจำนวนรอบที่พันระหว่างขั้ว 1 และ 3

$$\text{ค่าความเหนี่ยวนำต่อรอบ} = \frac{1}{(\omega_o \times C \times N)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ : N = จำนวนรอบของขดลวดที่ขั้ว 3-5

ข้อควรคำนึงอีกอย่างหนึ่งคือ ค่าแฟกเตอร์คุณภาพ (Quality Factor) ควรจะต้องมีค่าสูงๆ และต้องอยู่ในเกณฑ์ที่พอเหมาะซึ่งค่าแฟกเตอร์นี้หาได้ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 คุณลักษณะของวงจรกรองย่านความถี่ผ่าน

จากรูปจะเห็นได้ว่าแบนด์วิดท์ (BW) คือช่วงระหว่าง F_0 ถ้า BW แคบจะทำให้ Q มีค่ามาก เราสามารถหาค่า Quality Factor (Q) ได้จากสูตร

$$Q = \frac{F}{BW}$$

การออกแบบวงจรแท็งก์มีหลักการดังนี้

- การเลือกค่า Q ของวงจรแท็งก์
- การเลือกค่าความจุของตัวเก็บประจุ
- การเลือกค่าเหนรีของขดลวด

การเลือกค่า Q ของวงจรแท็งก์

การสร้างวงจรขยายสัญญาณนั้นนอกจากจะกำหนดคلاسของวงขยายให้ได้ประสิทธิภาพตามต้องการแล้วค่า Q ของวงจรแท็งก์ซึ่งก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของวงจรด้วยโดยยึดหลักว่าถ้า Q ของวงจรแท็งก์มีค่าน้อยประสิทธิภาพของวงจรขยายจะต่ำและเอาต์พุตจะให้ฮาร์โมนิกมาก แต่ถ้า Q ของวงจรแท็งก์มีค่าสูงก็จะทำให้มีกระแสไหลภายในวงจรแท็งก์สูงมาก

การสูญเสียภายในวงจรแท้จริงมีค่ามากขึ้น และแบนด์วิดท์แคบลง ฉะนั้นค่าที่เหมาะสมที่นิยมใช้กันทั่วๆ ไป คือค่า Q ของวงจรแท้จริงจะใช้ประมาณ 10 ถึง 20

ในวงจรแท้จริง นั้น ฅ ความถี่เรโซแนนซ์ ค่า X_L จะเท่ากับ X_C และ อิมพีแดนซ์ของวงจรจะมีค่าสูงสุด ส่วนค่า Q ของวงจรจะมีค่าเท่ากับ $\frac{X_L}{R}$ ซึ่งเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

ฅ ความถี่เรโซแนนซ์

$$Q = \frac{X_L}{R}$$

$$X_L = \frac{1}{2\pi \times F \times C} \times \Omega$$

$$Z = X_L \times Q \times \Omega$$

เมื่อ : Q = Quality Factor

X_L = Reactance Of Tank Coil In Ohms

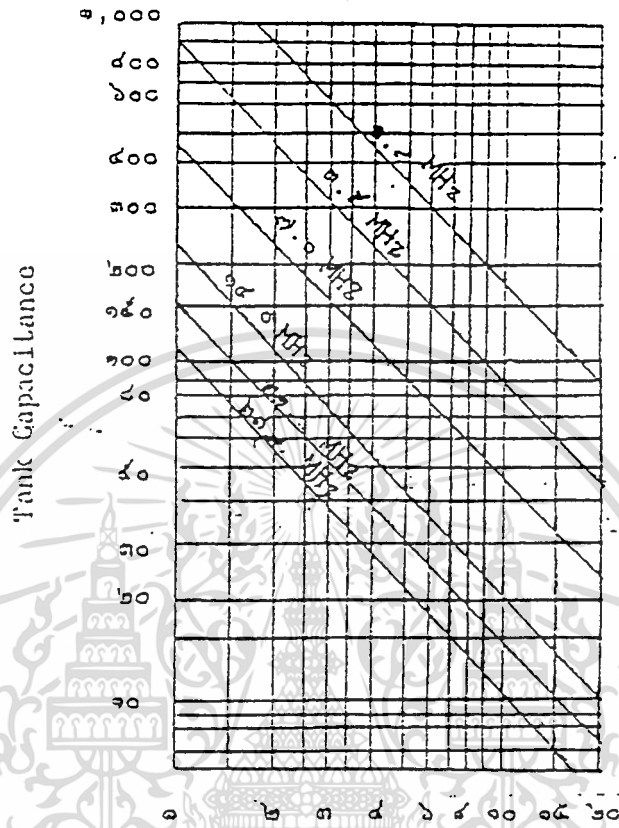
R_s = Series Resistance In Ohms

การเลือกค่าความจุของตัวเก็บประจุ

การเลือกค่าความจุของตัวเก็บประจุของวงจรขยายนั่น ในทางปฏิบัติจะใช้สูตรอัตราส่วนระหว่าง “แรงดันคอลเลคเตอร์” (Collector Voltage) กับ “กระแสคอลเลคเตอร์

“(Collector current) แล้วเอาค่าที่ได้ไปเปิดหาค่าตัวเก็บประจุจาก ชาร์ทเปรียบเทียบที่แสดงในตารางรูปที่ 3.3 อีกทีหนึ่ง

RATIO ของ COLLECTOR VOLTAGE / COLLECTOR CURRENT



ตารางที่ 3.3 ตารางชาร์ทสำหรับเทียบค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรแท้งค์
การเลือกค่าเซนรีของขดลวด

เมื่อได้ค่าของตัวเก็บประจุสำหรับวงจรแท้งค์ แล้วจากนั้นก็สามารหาค่าของขดลวดออกมาได้ดังนี้

จากสูตรความถี่รีโซแนนซ์

$$Fr = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \times C}}$$

หรือเปลี่ยนเป็น $L = \frac{10}{\{C (2\pi Fr)\}^2}$ สำหรับความถี่ที่เป็น kHz ใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L = \frac{10}{\{C / (0.2 \pi Fr)\}}$$

เมื่อ ;

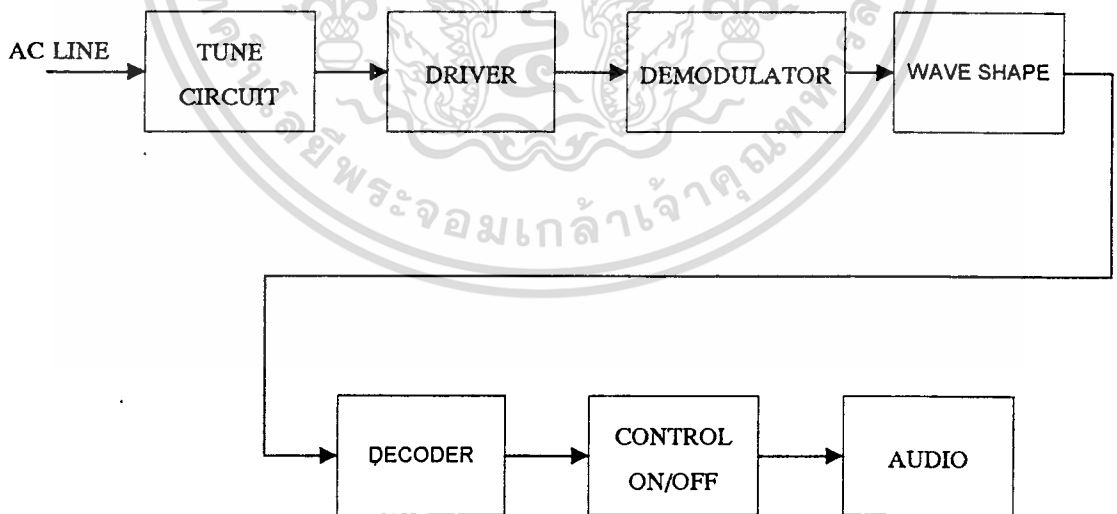
L = Inductance In μH

C = Capacitor In μF

Fr = Frequency In kHz

3.2.4 หลักการทำงานของวงจรชุดรับสัญญาณควบคุม

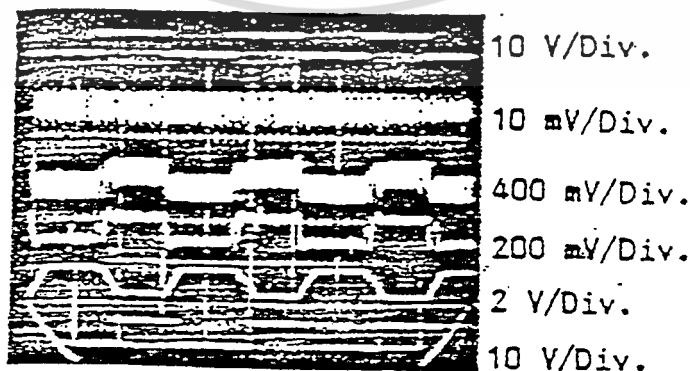
ในโหมดรับ สัญญาณที่มาจากสายไฟฟ้ากำลังซึ่งสัญญาณอยู่ในรูปของสัญญาณ FSK ผ่าน คัปปลิ่งคอปยล์ LM1893N ซึ่ง LM1893N จะทำการคิ่มอดูเลท สัญญาณ FSK ให้กลับคืนเป็น สัญญาณดิจิทัลแล้วส่งให้อิซีเบอร์ MC145028 (ตัวถอดรหัส) เพื่อเช็ครหัสว่าการส่งนั้นตรงกับ เครื่องหรือไม่ แล้วส่งสัญญาณควบคุมให้ส่วนชุดควบคุมสัญญาณเสียง ซึ่งชุดตัวรับส่งสัญญาณ ควบคุมสามารถเขียนเป็น บล็อกไดอะแกรม ได้ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 บล็อกไดอะแกรมชุดตัวรับสัญญาณควบคุม

การรับข้อมูลของไอซีเบอร์ LM1893N

การเลือกการทำงานในโหมดรับ ทำได้โดยการให้ TX / RX (ขา 5) เป็นค่าลอจิก “ต่ำ” สัญญาณที่ผ่านเข้ามาทางสายไฟฟ้ากำลัง จะผ่านเข้ามาทางคัปปลิ่งคอยล์แบบเดียวกับที่ใช้ส่งเพราะฉะนั้นการเลือกการทำงานของไอซีเบอร์ LM1893N จึงต้องมีการเลือกเพียงโหมดหนึ่งเท่านั้น จากรูป 3.21 เมื่อสัญญาณเข้ามาซึ่งประกอบด้วยข้อมูลและสัญญาณรบกวนต่าง ๆ จะผ่านเข้ามาทางวงจรกรองความถี่สูงผ่าน ซึ่งประกอบด้วย C_1 และวงจรเท็งค์ทำหน้าที่เป็นวงจรกรองอย่างความถี่เพื่อลดสัญญาณรบกวนบางตัวลงไปจากนั้นสัญญาณจะถูกส่งมายังวงจรลิมิเตอร์ (Limiter) ซึ่งจะมี C_L เป็นตัวกำหนดความถี่ต่ำ ส่วนความถี่สูงจะถูกตั้งไว้ที่ 300 KHz สัญญาณที่ผ่านส่วนนี้ความถี่ของไฟฟ้ากำลัง (50 Hz) จะถูกกำจัดออกไป หลังจากนั้นสัญญาณจะผ่านจากวงจรลิมิเตอร์เข้าสู่วงจรเฟสล็อกกลูป ซึ่งมี CCO ประกอบอยู่ด้วยโดยวงจรเลื่อนนี้เป็นส่วนของการดีมอดูเลชัน สัญญาณเอฟเอสเค เอาต์พุตของเฟสล็อกกลูป ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณเอซี , สัญญาณดีซี , สัญญาณรบกวนออฟเซต และความถี่ 2 เท่าของความถี่คลื่นพาห์จะผ่านเข้ามายังโวลท์พาสฟิลเตอร์แบบพาสซีฟ 3 โพล (Passive 3 Pole Low Pass Filter) เพื่อกรองเอาสัญญาณความถี่คลื่นพาห์ 2 เท่าทิ้งไป หลังจากนั้นก็จะถูกทำให้เป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (Square Wave) โดยวงจรคาต้าสไลซ์ซิงคอมพาราเตอร์ (Data Slicing Comparator) และสามารถกำจัดออฟเซตทิ้ง โดยที่คอมพาราเตอร์ตัวนี้จะมีการใส่ดีซี ออฟเซต (DC Offset) กำหนดเข้าไปยังสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อหักล้างกับออฟเซตที่ผ่านเข้ามา และสัญญาณที่ได้จะผ่านวงจรคอมพาราเตอร์ที่มีเทอร์ซิสและวงจรอิมพัลชันนอยส์ฟิลเตอร์ และเอาต์พุตที่ได้จะถูกต่อผ่านทรานซิสเตอร์แบบ คอลเลกเตอร์เปิด (Open Collector) ซึ่งเอาต์พุตที่ได้จะสามารถขับวงจรลอจิกที่จะนำมาต่อในภายหลัง

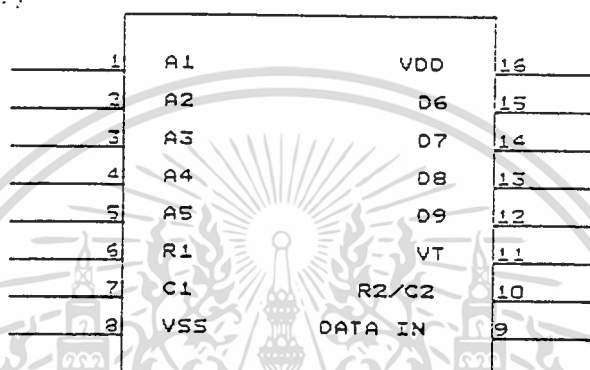


รูปที่ 3.22 สัญญาณต่าง ๆ ของ LM1893N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรอครหัส

วงจรอครหัสนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งเข้ามา แล้วทำการอครหัสตรงกับค่าแอดเดรสที่ตั้งเอาไว้หรือไม่ ถ้าตรงก็จะให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาเพื่อนำไปควบคุมโหลดอีกทีในส่วนนี้ไอซีเบอร์ MC145028 เป็นหัวใจสำคัญในการอครหัสสัญญาณ ซึ่งรูปที่ 3.23 แสดงลักษณะขาของไอซีเบอร์ MC145028



รูปที่ 3.23 ขาของไอซีเบอร์ MC145028

ขา A0-A8

- ขาเหล่านี้เป็นแอดเดรสอินพุตที่เราได้ตั้งไว้ให้ตรงกับค่าแอดเดรสของตัวส่งเพื่อที่จะได้เอาต์พุตออกมา

ขา R1 ,C1

- ขาทั้งสองนี้ต่อกับความต้านทานและตัวเก็บประจุเพื่อใช้เป็นตัวกำหนดความแคบหรือความกว้างของพัลส์ที่เป็นรหัส ค่าไทม์คอนสแตนต์ ($R1 \times C1$) จะถูกตั้งไว้ 1.72 ของช่วงเวลาของสัญญาณนาฬิกาตัวส่ง (Transmit Clock Periode) ดังนั้น $R1 \times C1 = 3.95 \times RTC \times CTC$

ขา R2, C2

- ขานี้จะมีความต้านทานและคาปาซิเตอร์ ต่อขนานกันต่อเข้าขานี้กับขา VSS เพื่อเป็นการแยกการส่งครั้งสุดท้ายกับครั้งใหม่ซึ่งค่าไทม์คอนสแตนต์ $R2 \times C2$ จะเป็น 33.5 ของคาบเวลาการส่ง

$$\text{โดย } R2 \times C2 = 77 \times RTC \times CTC$$

ขา Valid Transmission (VT)

- เป็นขาเอาต์พุตจะเป็นระดับสูง เมื่อ

1. การส่งแอดเดรสกับแอดเดรสของตัวรับ

2. การส่งชุดของข้อมูลแรกและสองจะต้องเหมือนกันขา VT ซึ่งจะเป็นลอจิก

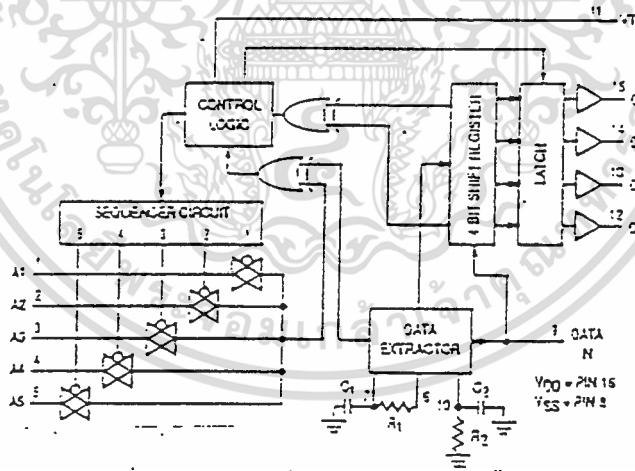
“สูง” จนกระทั่งการรับไม่ตรงตามเงื่อนไข

ขา VDD

- เป็นขาแหล่งจ่ายไฟบวก

ขา VSS

- เป็นขาแหล่งจ่ายไฟลบ (ส่วนใหญ่ใช้เป็นกราวด์)

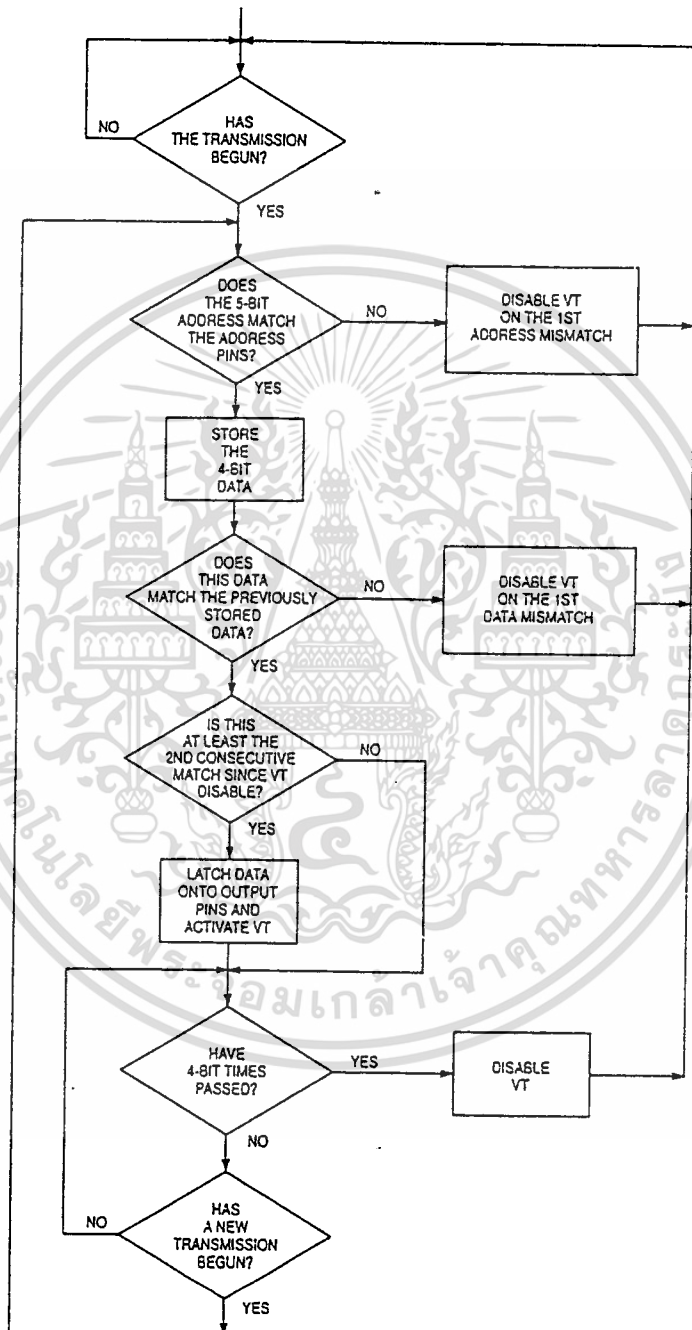


รูปที่ 3. 24 บล็อกไดอะแกรมการถอดรหัสของ MC145028

การออกแบบวงจรถอดรหัส

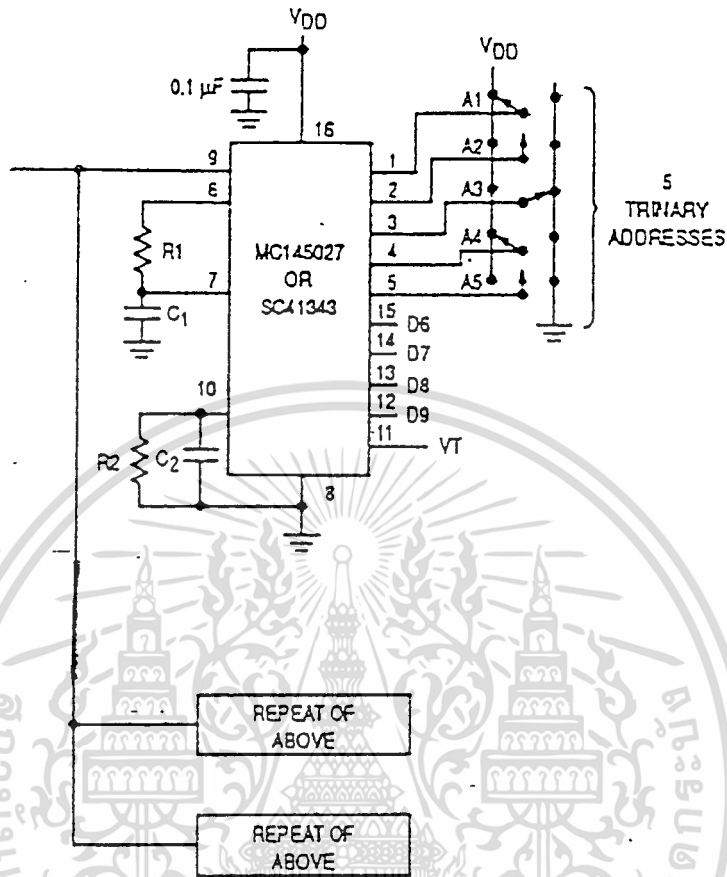
เราสามารถออกแบบวงจรถอดรหัส ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.26 โดยการคำนวณหาค่าของ เอกสาร R_1, C_1, R_2, C_2 ที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของไอซีเบอร์ MC145028 เป็นไปตาม Flowchart ของรูปที่ 3. 25



รูปที่ 3.25 Flowchart ของ MC145028

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 วงจรลอจิกฮาร์ดแวร์

จากสูตร

$$F_{osc} = \frac{1}{(2.3 \times R_{TC} \times C_{TC})}$$

$$R_1 C_1 = 3.95 \times R_{TC} \times C_{TC}$$

$$R_2 C_2 = 77 \times R_{TC} \times C_{TC}$$

เมื่อ R_{TC} และ C_{TC} คือค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุในวงจรออสซิลเลเตอร์

ซึ่งค่า $R_{TC} \geq 10 \text{ k}\Omega$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$100 \text{ pF} \leq \text{CTC} \leq 15 \mu\text{F}$$

$$R_1 \geq 10 \text{ k}\Omega$$

$$C_1 \geq 400 \text{ pF}$$

$$C_2 \geq 100 \text{ pF}$$

$$C_2 \geq 700 \text{ pF}$$

เราใช้ความถี่ออสซิลเลเตอร์ = 616 Hz และใช้ CTC = 0.047 μF ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{RTC} &= \frac{1}{(616 \times 2.3 \times 0.047 \mu)} \\ &= 15 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

จาก $R_1 C_1 = 3.95 \times \text{RTC} \times \text{CTC}$ ให้ $C_1 = 0.12 \mu\text{F}$

ดังนั้น $R_1 = \frac{(3.95 \times 15 \text{ k}\Omega \times 0.047 \mu\text{F})}{(0.12 \mu\text{F})}$

จาก $R_2 C_2 = 77 \times \text{RTC} \times \text{CTC}$ ให้ $C_2 = 0.12 \mu\text{F}$

ดังนั้น $R_2 = \frac{(77 \times 15 \text{ k}\Omega \times 0.047 \mu\text{F})}{(0.12 \mu\text{F})}$

$$= 452.4 \text{ k}\Omega \text{ ใช้ } 470 \text{ k}\Omega$$

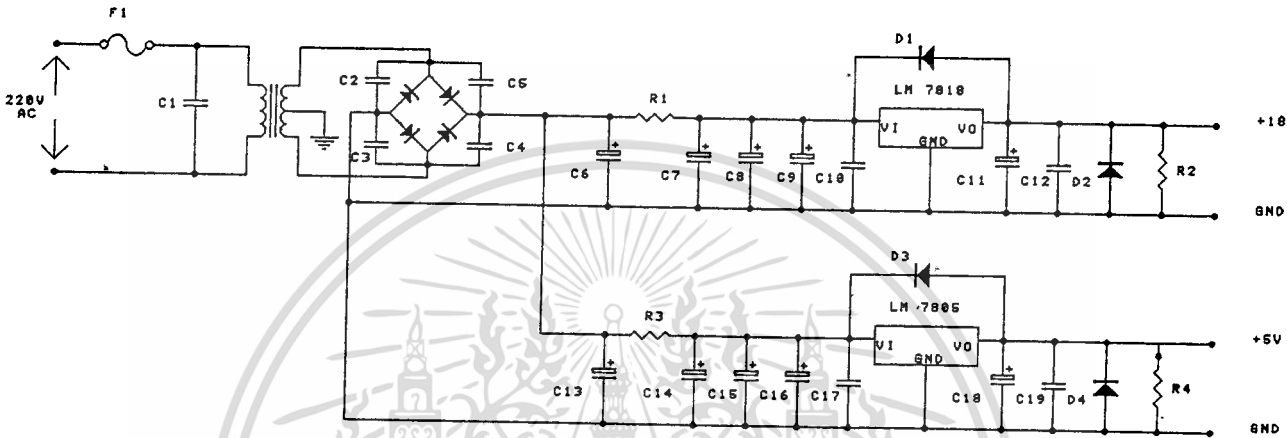
3.2.5 การทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ภาคจ่ายไฟที่ใช้ในเครื่องส่งและเครื่องรับแบ่งได้เป็นส่วน 2 ส่วน คือ

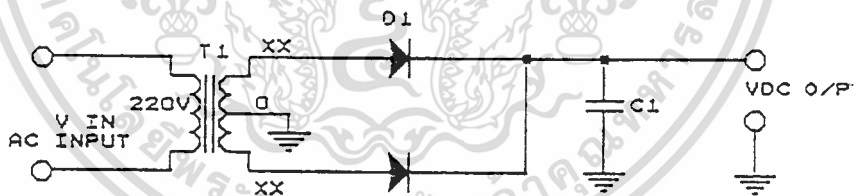
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบคงที่

แรงดันที่เอาต์พุตจะคงที่เมื่อโหลดเปลี่ยนแปลงคงที่นี้เราใช้ ไอซีเบอร์ 7805 กับ 7818 ซึ่งแรงดันเอาต์พุตจะเท่ากับ 5 โวลต์ และมีการจัดวงจรดังนี้



รูปที่ 3.27 วงจรภาคจ่ายไฟแบบคงที่

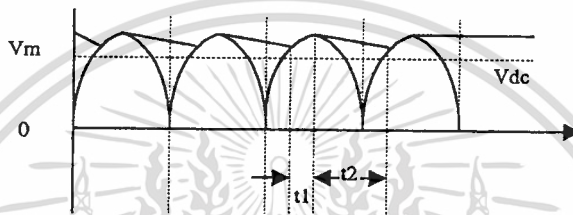
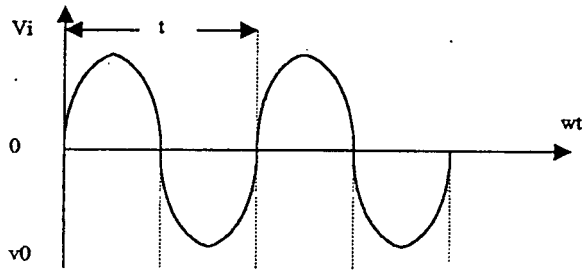


รูปที่ 3.28 วงจรภาคจ่ายไฟแบบไม่คงที่

แบบไม่คงที่

แรงดันที่เอาต์พุตจะไม่คงที่เมื่อโหลดมีการเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเรานำมาจ่ายแรงดันให้กับภาคออกสวิตเตอร์ จะทำให้ได้ความถี่ที่ไม่คงที่

t_1 = ช่วงเวลาที่เก็บประจุอาร์ท t_2 = ช่วงเวลาที่ตัวเก็บประจุดีสชาร์จ



รูปที่ 3. 29 รูปคลื่นวงจรภาคจ่ายไฟแบบไม่คงที่

จาก V_{dc} หาได้จาก $V_{dc} = \frac{-I_{dc}}{4FC}$

V_m : Peak Rectifier Voltage เมื่อยังไม่มีการมี C-Filter

I_{dc} : กระแสที่ไหลผ่านโหลด

FC : ความถี่ไฟฟ้ากระแสสลับ

ส่วน Ripple Voltage (V_r) หาได้จาก

$$V_r = \frac{I_{dc}}{(4 \times 3 \times FC)}$$

เมื่อให้ Output Voltage และ Ripple Voltage เราสามารถหา Percent Ripple (%) ได้ดังนี้

$$\% r = \frac{V_r}{(V_{DC} \times 100)}$$

ดังนั้นค่า Ripple Factor ที่จะแปรผันเป็นส่วนกลับกับคาปาซิเตอร์ ดังนั้นถ้าต้องการวงจรที่มี ริปเปิลเลเตอร์ ที่ดีขึ้นจะต้องเลือกค่า C ให้มากขึ้น และยังขึ้นอยู่กับโหลด (RL) ที่นำมาต่อด้วย

ส่วนค่า Peak Inverse Voltage Of Diode (PIV) คือค่าแรงดันย้อนกลับขณะ Reverse Bias ของไดโอดที่ทนได้ ซึ่งได้จากข้อมูลจำเพาะของไดโอดเบอร์นั้น 3.2.5

$$PIV = 2V_m$$

3.2.6 วงจรชุดรับสัญญาณเสียง

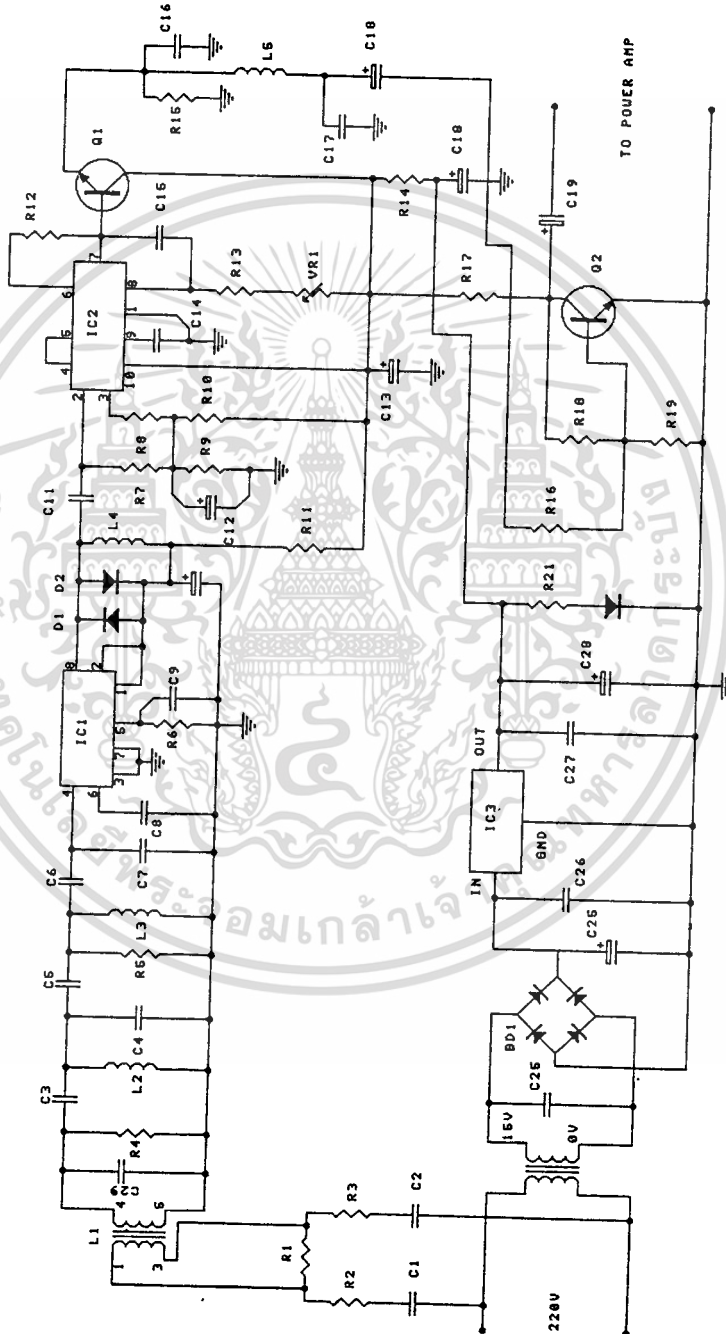
วงจรชุดรับสัญญาณเสียงดังแสดงในรูปที่ 3.30 มีหลักการทำงานดังนี้สัญญาณอินพุตที่มาจากสายเอซี 220 โวลต์จะผ่าน C_1, C_2 และ R_1, R_2 ก็ไปถึงสัญญาณ C_1, C_2 นี้จะต้องสามารถทนแรงดันได้อย่างน้อย 600 โวลต์

อุปกรณ์ตั้งแต่ $L_1, C_{29}, C_3-C_7, L_2-L_3, R_4-R_5$ เป็นวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์อยู่ในช่วงความถี่ย่าน 220 kHz - 340 kHz สัญญาณวิทยุจากวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์จะส่งไปที่ขา 4 ของ IC₁ เบอร์ MC1350P ขยายสัญญาณให้แรงขึ้น ตัวเก็บประจุ C_8 และ C_9 จะบายพาสสัญญาณภายใน IC₁ ตัวต้านทาน R6 เป็นไบแอสให้ IC₁ เพื่อให้อัตราขยายสูงสุด สัญญาณที่ทำการขยายแล้วจะปรากฏที่ขา 8 และขา 1 ส่วนไดโอด D_1, D_2 ทำหน้าที่ขลิบยอดสัญญาณให้เท่ากันก่อนที่จะดีเท็ก

ตัวเก็บประจุ C_{11} จะคัปปลิงสัญญาณจาก IC₁ ไป IC₂ เบอร์ LM556 ซึ่งเป็นเฟสล็อกกลุ๊ปใช้ในการดีเท็กสัญญาณขา 8 และขา 9 ของ IC₁ ต่ออยู่กับวงจรกำเนิดความถี่ภายในตัวไอซีซึ่งเป็นวงจรกำเนิดความถี่ควบคุมด้วยแรงดันหรือ VCO (Voltage Control Oscillator) โดยการต่อจะมี R_{13}, VR_1, C_{14} เป็นตัวกำหนดความถี่ เอาต์พุตที่ได้จะปรากฏที่ขา 4 และป้อนกลับไปที่ขา 5 ซึ่งภายในจะทำการเปรียบเทียบเฟสของความถี่ที่รับเข้ามาที่ขา 2 กับความถี่ขา 5 (จุดทดสอบระหว่างขาทั้งสองใช้ประโยชน์ในการตั้งค่าวงจรเฟสล็อกกลุ๊ปที่ความถี่ 280 kHz ซึ่งเป็นจุดทำงาน) สัญญาณ VCO และสัญญาณอินพุตจะทำการเปรียบเทียบเฟสภายใน IC₂ และสัญญาณเอาต์พุตซึ่งเป็นผลต่างของสัญญาณทั้งสองจะถูกขยาย และปรากฏที่ขา 7 เป็นสัญญาณความถี่ที่มอดูเลทกับสัญญาณ FM

สัญญาณที่ผ่านการดีเท็ก (หรือดีมอดูเลท) ที่ขา 7 ถูกส่งต่อไปให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 เพื่อทำการขยายแล้วผ่านวงจรกรองความถี่ C_{16}, C_{17} และ L_5 ซึ่งเป็นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านจะบายพาสความถี่ 280 kHz ทิ้งไปตัวเก็บประจุ C_{18} และ R_{16} ทำหน้าที่คัปปลิงสัญญาณเสียงที่ขาเบสของ Q_2 ทำการขยายสัญญาณเสียงข้างต้นให้อาต์พุตขนาด 1 Vp-p มี VR_2 เป็นโวลุ่มควบคุมความดังของเสียง L_6, C_{12} จะเป็นตัวกรองความถี่ 280 kHz อีกทีหนึ่ง

ภาคเพาเวอร์ซัพพลายของเครื่องรับจะมีแรงดันเอชจิกจาก T_1 ผ่านบริดจ์เรกติไฟร์ BD_1 มี IC_4 เป็นเรกูเลเตอร์ให้แรงดันคงที่ 12 โวลท์จ่ายแก่วงจร



รูปที่ 3.30 วงจรชุดรับสัญญาณเสียงตามสายเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ชุดส่งควบคุมสัญญาณเสียง

4.1.1 ชุดส่งสัญญาณเสียง

การทดลอง

ในการทดลองชุดส่งสัญญาณเสียงเราได้นำเอาสัญญาณเสียง ขนาด 1 Vp-p มาทำการป้อนเข้าทางด้านอินพุต

ทำการวัดสัญญาณที่จุดต่างๆ ดังนี้

1. สัญญาณอินพุตก่อนมอดูเลท
2. สัญญาณหลังทำการมอดูเลท
3. สัญญาณเอาต์พุตที่ส่งเข้าสัญญาณไฟฟ้าเอช

ผลการทดลอง

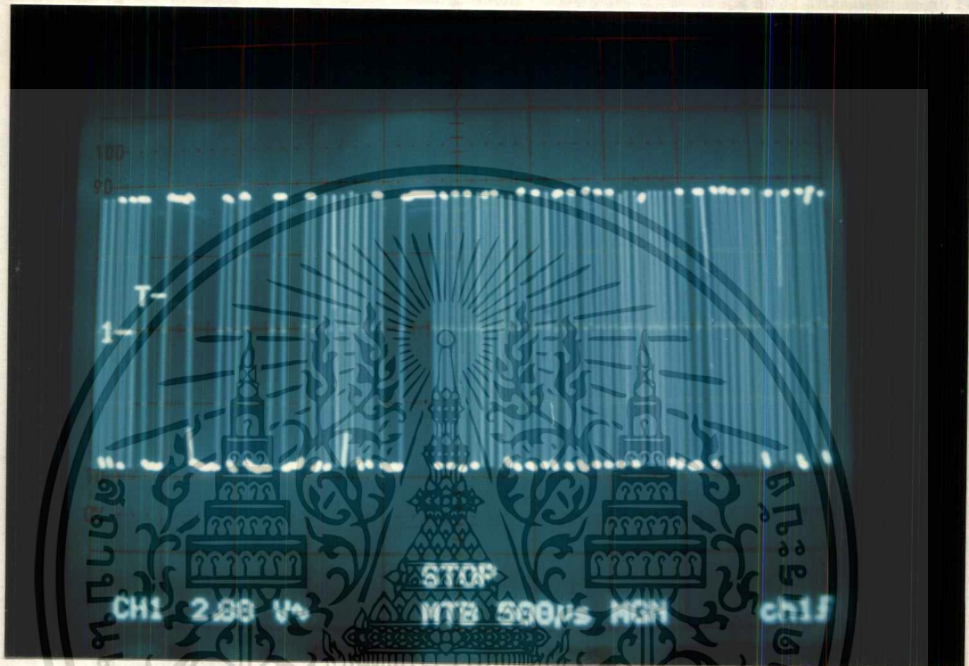


รูปที่ 4.1 สัญญาณเสียงที่ป้อนให้อินพุตทางด้านชุดส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เมื่อทำการป้อนสัญญาณเข้าทางอินพุต ทำการวัดสัญญาณที่ขา 5 ของไอซี 1 จะได้ผลดังรูปที่ 4.1

2. วัดสัญญาณหลังจากทำการมอดูเลทแล้วที่ขา 3 ของไอซีได้ผลดังรูปที่ 4.2



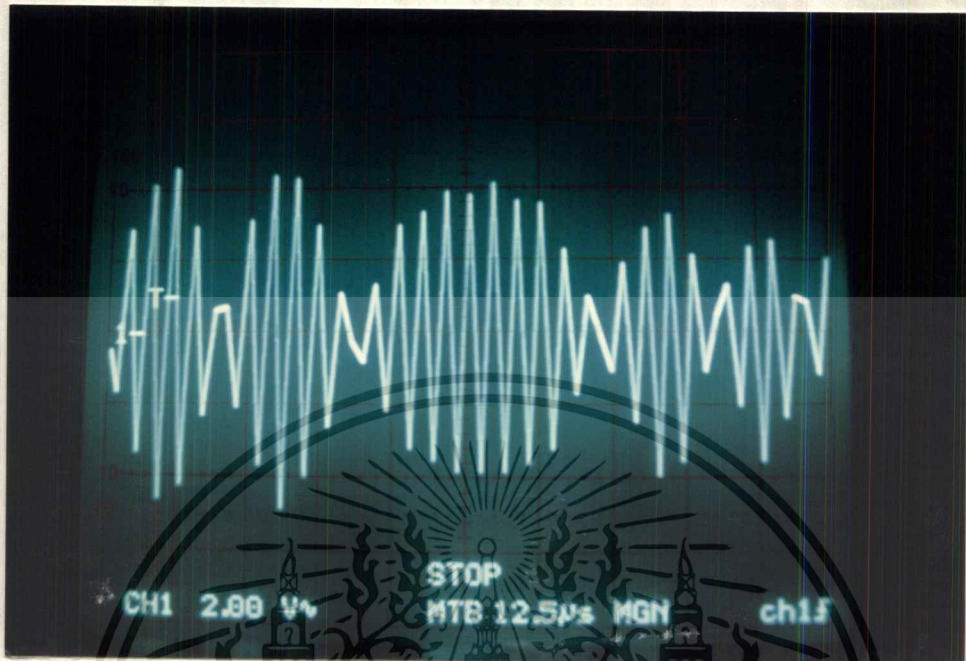
รูปที่ 4.2 สัญญาณเสียง หลังจากทึมมอดูเลท

3. วัดสัญญาณเอาต์พุตของคอลล์ย (L_3) ตรงที่สัญญาณถูกส่งเข้าไปในสายไฟฟ้าเอซี

4.1.2 ชุดสัญญาณควบคุม

สัญญาณควบคุม (สัญญาณดิจิทัลขนาด 9 บิต) ได้จากการทำการอินเตอร์เฟสเครื่องคอมพิวเตอร์กับชุดส่งสัญญาณควบคุมด้วยการ์ดอินเตอร์เฟส

ในการใช้งานเราต้องการสัญญาณดิจิทัลจำนวน 9 บิต 2 สถานะ (0,1) เพื่อทำการควบคุมการกระจายเสียง ดังนั้นในการทดลองนี้เราได้กำหนดตัวอย่างของเครื่องรับมา 1 ตัว โดยที่ทางด้านส่งต้องส่งสัญญาณรหัสนี้ไปให้ตรงกับทางด้านรับ



รูปที่ 4.3 สัญญาณคลื่นพาหะที่ส่งเข้าไปในสายไฟฟ้าเอช

การทดลอง

สมมติเราต้องการจะควบคุมเครื่องรับหมายเลข 12 ทำให้ได้โดยการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าไปที่โปรแกรมเมนูทำการเลือกหมายเลขที่ต้องการ หลังจากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการส่งสัญญาณควบคุมไปยังชุดส่งสัญญาณควบคุม แล้วทำการทดสอบสัญญาณส่วนต่างๆ ดังนี้

1. วัดสัญญาณที่ขาอินพุตของไอซี MC145026 ก่อนเข้ารหัสซึ่งได้จากการอินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์ จะได้เป็นรหัสสัญญาณดิจิทัลของเครื่องรับชุดนั้น
2. วัดสัญญาณเอาต์พุตที่ขา 15 ไอซี MC145026 หลังจากการทำการเข้ารหัสแล้ว

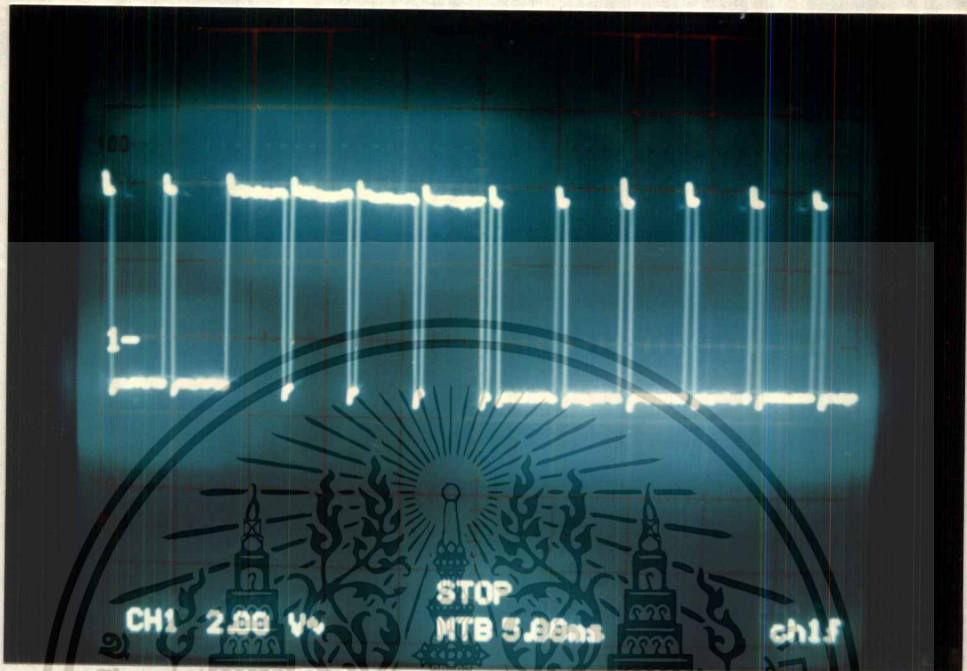
ผลการทดลอง

1. ค่าระดับสัญญาณต่าง ๆ ที่วัดได้จากขาอินพุตของไอซีมีดังนี้

ขาของไอซี 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ระดับแรงดัน 0 0 0 0 0 1 1 0 0

2. สัญญาณที่ถูกทำการเข้ารหัสแล้วแสดงได้ดังรูปที่ 4.4

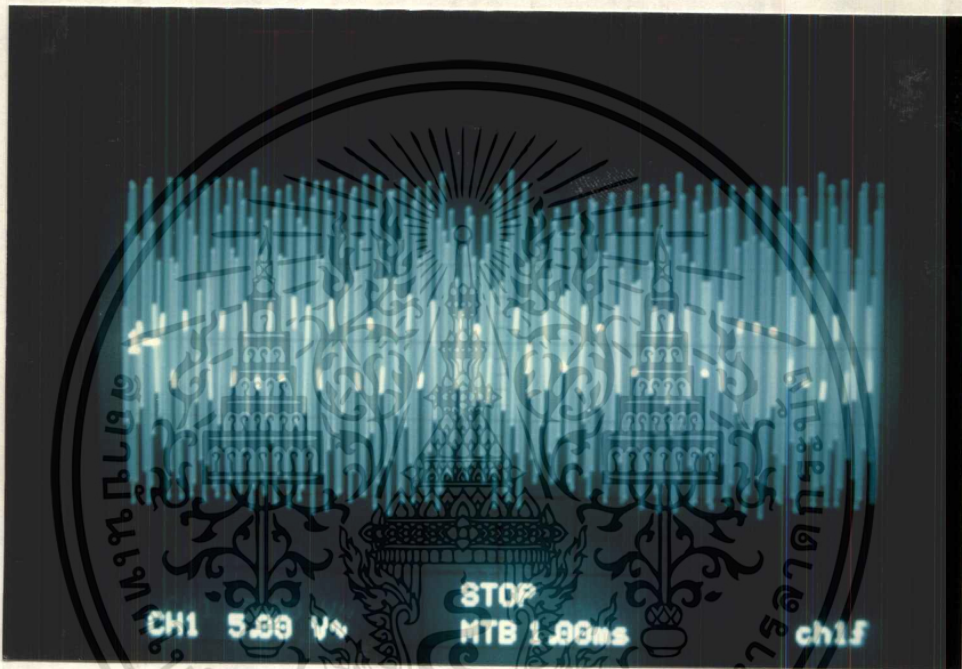


รูปที่ 4.4 แสดงการเข้ารหัสของสัญญาณหมายเลข 12

4.2 ชุดรับสัญญาณเสียงและสัญญาณควบคุม

4.2.1 ชุดรับสัญญาณควบคุม

หลังจากทางด้านเครื่องส่งได้ทำการส่งสัญญาณแล้ว ชุดควบคุมเสียงทางด้านก็จะทำการตรวจสอบตลอดเวลาว่าสัญญาณที่ส่งมามีรหัสตรงกับเครื่องรับหรือไม่ ถ้ามีก็จะให้สัญญาณควบคุม (VT) ไปควบคุมการทำงานของรีเลย์เพื่อที่จะตัดต่อให้เสียงออกทางลำโพง



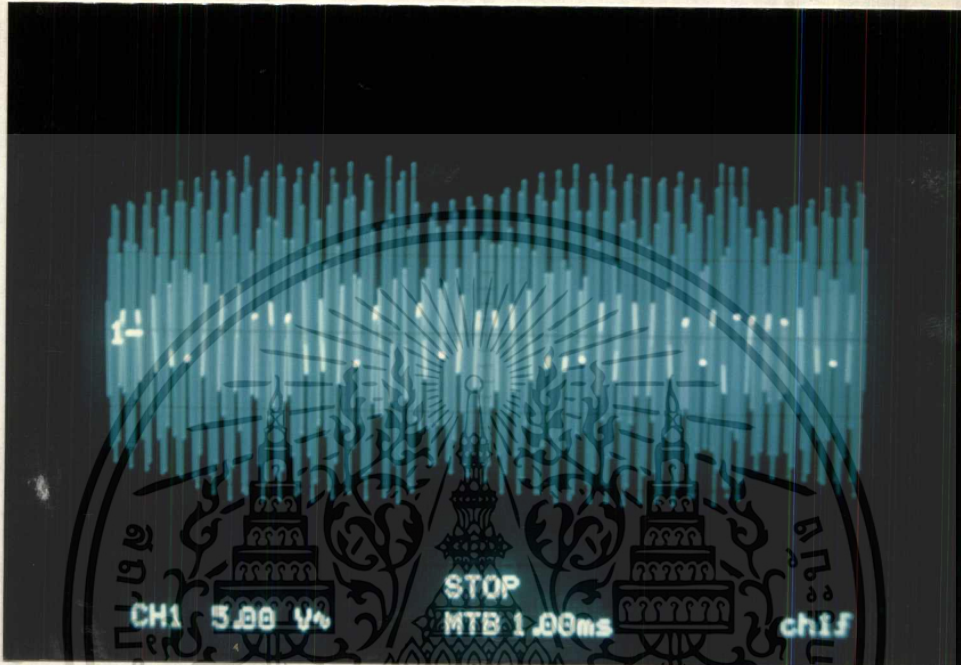
รูปที่ 4.5 สัญญาณเข้ารหัสที่มอดูเลตผ่านเข้าไปยังสายไฟเอซี

การทดลอง

1. วัดสัญญาณควบคุมที่ผ่านการคับปลิงจากสายไฟฟ้าเอซีตรงขลวดปฐมภูมิก่อนจะทำการคีมอคูเลท
2. วัดสัญญาณที่ขา 12 ของไอซี LM1893 หลังจากการคีมอคูเลทแล้ว เปรียบเทียบสัญญาณทางด้านส่งว่ามีลักษณะตรงกับทางด้านส่งหรือไม่
3. วัดสัญญาณที่ขา 11 ของไอซี MC145028 ว่ามีระดับแรงดัน 5V หรือไม่ ถ้ามีแสดงว่ารหัสที่ส่งมาตรงกับเครื่องรับ

ผลการทดลอง

1. ทำการวัดสัญญาณที่ขดลวดหุติยภูมิของคอยล์ ปรากฏสัญญาณคลื่นพาหะที่ได้จากการคับปลิงจากสายไฟฟ้าเอชี่ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 คลื่นพาหะของสัญญาณควบคุมทางค่านชดรับ

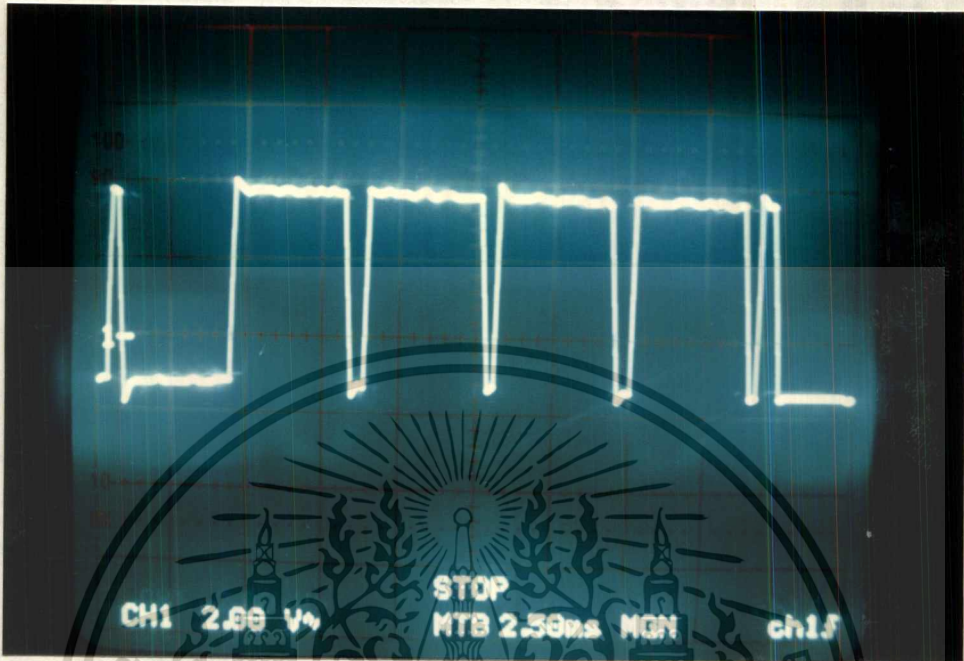
2. สัญญาณข้อมูลที่หลังจากทำการคีมอคูเลทโดยไอซี LM1893 จะปรากฏดังรูปที่ 4.7 ซึ่งมีลักษณะของข้อมูลตรงตามทางค่านส่ง
3. ทำการวัดที่ขา 11 ของไอซี MC145028 แล้วปรากฏว่ามีสัญญาณระดับแรงดัน 5V หรือสัญญาณ (VT) ตรงตามการทดลองดังรูปที่ 4.8

4.2.2 ชดรับสัญญาณเสียง

การทดลอง

1. วัดคลื่นพาหะของสัญญาณเสียงที่ผ่านการคับปลิงจากสายไฟฟ้าเอชี่
2. วัดสัญญาณที่ขา 7 ของไอซี LM565 หลังจากคีมอคูเลท
3. วัดสัญญาณเสียงที่ก่อนออกลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 สัญญาณควบคุมทางค่านับหลังจากการคีมอคูเกท



รูปที่ 4.8 สัญญาณ (VT) ที่ขาไอซี MC145028

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

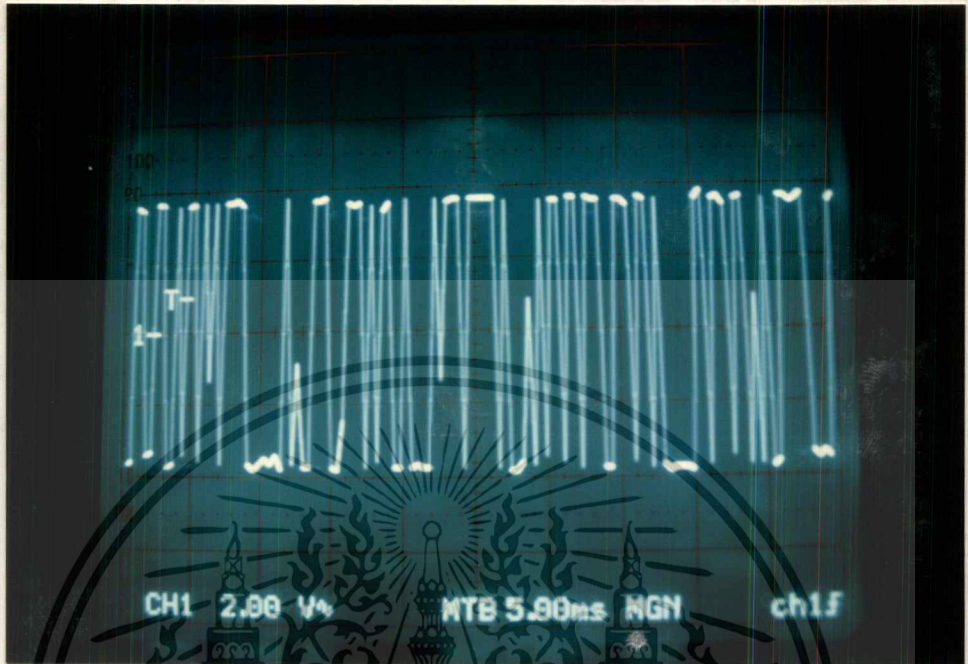
ผลการทดลอง

1. ทำการวัดคลื่นพาหะสัญญาณเสียงที่ได้จากการคัปปลิงสัญญาณของคอลล์์ ออกจากสายไฟเอซี ซึ่งปรากฏดังรูปที่ 4.9

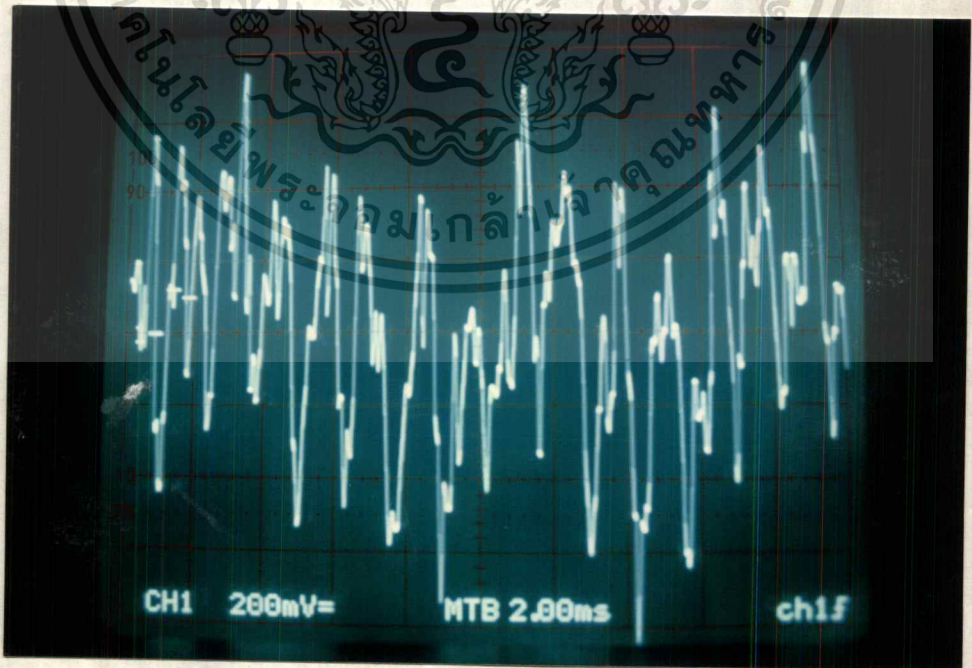


รูปที่ 4.9 สัญญาณคลื่นพาหะของเสียงหลังจากการคัปปลิงผ่านสายไฟฟ้เอซี

2. สัญญาณที่ได้หลังจากการคิมอคูเลทของไอซี LM565 จะปรากฏที่ขา 7 เมื่อทำการวัดจะได้ผลดังรูปที่ 4.10
3. เมื่อทำการวัดสัญญาณเสียงที่ได้ก่อนออกจากลำโพงจะปรากฏสัญญาณดังรูปที่ 11 มีลักษณะเหมือนสัญญาณที่ส่งมาจากทางด้านส่ง



รูปที่ 4.10 สัญญาณเสียงหลังการคีมอดุล



รูปที่ 4.11 สัญญาณเสียงก่อนออกลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์ สรุป และ แนวทางในการพัฒนา

5.1 บทสรุป

ระบบการควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซี ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและสร้างระบบควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีภายในอาคารที่ดี มีประสิทธิภาพ และสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งผู้จัดทำได้วางขอบเขตคุณสมบัติของระบบการควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีที่จะทำการจัดสร้างขึ้นเอาไว้ดังนี้

จะต้องเป็นระบบควบคุมสัญญาณเสียงภายในอาคาร ที่ทำให้เกิดความประหยัดได้สูงโดยการส่งสัญญาณผ่านทางสายไฟเอซีที่เดินอยู่ภายในอาคารเพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณในการเดินสายและติดตั้งชุดรับสัญญาณเสียงในแต่ละจุด

จะต้องเป็นระบบการควบคุมสัญญาณเสียงภายในอาคารที่สามารถทำการควบคุมได้ง่ายและสะดวก จึงใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ PC เป็นตัวสั่งการควบคุมการทำงานให้สามารถควบคุมสัญญาณเสียงทุกจุดภายในอาคารที่เครื่องคอมพิวเตอร์เพียงจุดเดียว

จะต้องเป็นระบบควบคุมสัญญาณเสียงภายในอาคารที่สามารถรองรับจำนวนความต้องการแพร่กระจายเสียงควบคุมสัญญาณเสียงภายในอาคารที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายตามความทุกจุดภายในอาคาร ได้อย่างเพียงพอจะต้องเป็นระบบที่ต้องการในการใช้งาน

จากการที่ได้ทำการศึกษาและทดลองสร้างระบบควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีที่ได้สร้างเสร็จแล้วนั้นปรากฏว่าผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่งเพราะระบบการควบคุมการส่งสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีหลังจากการทดลองใช้งานจริงก็สามารถให้ผลการทำงานเป็นไปตามขอบเขตที่วางเอาไว้ทุกประการ คือเป็นระบบควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอซีที่สามารถควบคุมได้ง่ายและสะดวกโดยสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ PC สั่งการควบคุมจุดแพร่กระจายเสียงทุกจุดที่อยู่ในสายไฟเอซีเฟสเดียวกันและสามารถควบคุมได้ในจำนวนที่มากพอกับความต้องการเพราะสามารถควบคุมได้ถึง 512 จุด (512 CHANNEL) ซึ่งเพียงพอกับความต้องการระบบในปัจจุบันและพร้อมที่จะรองรับการขยายตัวในอนาคต

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในระหว่างการทำปริญญานิพนธ์ เกิดปัญหาและอุปสรรคขึ้นซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้ทำการรวบรวมปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอาไว้พอสังเขปดังนี้

5.2.1 ปัญหา

ปัญหาที่เกิดจากความไม่คงที่ของระดับแรงดันไฟฟ้าในสายไฟเอช และสัญญาณรบกวน (Noise) ที่เกิดขึ้นในสายไฟเอช

ปัญหาเกิดจากมาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

5.2.2 แนวทางการแก้ไข

ปัญหาเกิดจากความไม่เสถียรภาพของระบบในการแก้ไขจึงต้องพยายามรักษาเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าในสายไฟเอชของระบบให้มากที่สุดซึ่งในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้วงจรกรองย่านความถี่ผ่าน (Band Pass Filter) ช่วยควบคุมให้ความถี่ที่ต้องการใช้งานผ่านเข้าไปในวงจรของระบบได้เท่านั้นส่วนที่ไม่ต้องการจะถูกกรองทิ้งออกไปซึ่งสามารถช่วยแก้ปัญหาได้ในระดับหนึ่ง

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการประกอบวงจรต่างๆ ในปริญญานิพนธ์มีความผิดพลาดซึ่งทำให้ผลของวงจรที่ได้ในทางปฏิบัติไม่ตรงกับที่คำนวณได้ทางทฤษฎี หรือบางทีไม่สามารถหาอุปกรณ์ที่มีค่าและคุณสมบัติที่ตรงกับความต้องการ จึงต้องแก้ไขโดยการพยายามเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและมาตรฐานมากที่สุดเท่าที่ทำได้

5.3 แนวทางในการพัฒนา

1. ข้อจำกัดของระบบการควบคุมสัญญาณเสียงผ่านทางสายไฟเอช คือสามารถควบคุมภายในอาคารที่ต่ออยู่ในสายไฟฟ้าเฟสเดียวกันเท่านั้นยังไม่มีความสามารถใช้ในระบบไฟฟ้า 3 เฟสได้ เช่นในโรงงานอุตสาหกรรม

2. การส่งสัญญาณควบคุมผ่านทางสายไฟเอชเป็นการส่งสัญญาณควบคุมไปเพียงชั่วขณะเท่านั้นไม่สามารถส่งสัญญาณควบคุมไปอย่างต่อเนื่องได้ หากสามารถทำการพัฒนาทำให้ส่งข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดสัญญาณรบกวนแล้วก็จะทำให้สามารถส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- รศ. ยืน ภู่วรวรรณ . ทฤษฎีและการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 3 พิมพ์ครั้งที่ 3
กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด , 2531
- รศ. ยืน ภู่วรวรรณ และ น.ต.ดร. ไพศาล สงวนหมู . การสื่อสารข้อมูลและคอมพิวเตอร์
เน็ตเวิร์ค, พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด , 2529
- ถวิล กิ่งทอง . เทคโนโลยีการส่งสัญญาณดิจิทัล . พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมโทร
คมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2535.
เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 108-109 ประจำเดือน กรกฎาคม 2534
- Dennis M. Monticelli and Michale E.wright,Member,IEEE, "A-carrier current
tranceivei IC for data transmitssion over the AC powerlines", IEEE journal of solid-state
circuit, VOL.SC17 no 6. 1158-1159 december, 1982
- Willis J. Tompkins and John G. Webster., " , Interface sensor to the IBM PC
",preantice Hall Simon & Schuster (Asia) Pte Ltd., 1992
- " ,Borlandinternational, inc., "Turbo C users Guide " ,Borlandinternational, inc., 1987
- Cmos databook ; Motorola
- Linear databook 1982 ; National Semiconductor Corp.
- Linear Applications Databook 1986 ; National Semiconductor Corp.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานชุดควบคุมสัญญาณเสียงผ่านสายเอซี

วิธีการผ่านสายเอซี

การใช้งานระบบควบคุมสัญญาณเสียงผ่านสายเอซีที่ได้จัดทำขึ้นมีวิธีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เพราะเป็นชุดควบคุมที่ออกแบบมาให้สามารถใช้งานได้ง่าย การควบคุมสามารถทำได้อย่างสะดวก และมีประสิทธิภาพเพราะสามารถที่จะส่งคำสั่งจากหน้าจอกอมพิวเตอร์ซึ่งมีโปรแกรมที่เป็นรูปแบบเมนูที่ใช้งานได้ง่าย

ก่อนที่จะใช้งานระบบควบคุมสัญญาณเสียงผ่านสายเอซีนี้อาจจะมีการเตรียมอุปกรณ์ในแต่ละส่วนให้พร้อมและถูกต้องก่อนซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

การเตรียมการ

1. นำการ์ดชุดอินเตอร์เฟส และส่งสัญญาณควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ได้จัดทำขึ้นมาเสียบลงบนสลอตเอทีของเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ต่อสายคอนเนคเตอร์ (DB-25) ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลระหว่างการ์ดอินเตอร์เฟสและสัญญาณควบคุม กับ ชุดส่งสัญญาณควบคุม
3. นำตัวรับสัญญาณควบคุมที่ได้มีการกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์เอาไว้แล้ว มาต่อกับชุดควบคุมสัญญาณเสียงโดยเสียบสายเชื่อมต่อข้อมูล (D0-D8) และ สายกราวด์ เชื่อมต่อระหว่างชุดตัวรับสัญญาณควบคุม และ ชุดควบคุมสัญญาณเสียง

เมื่อได้มีการเตรียมการตามขั้นตอนดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว ตอนนั้ระบบควบคุมสัญญาณเสียงผ่านสายเอซี ก็พร้อมที่จะนำไปใช้งานซึ่งมีวิธีการใช้งานตามขั้นตอนดังนี้

วิธีการใช้งาน

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วเรียกโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบออกมานั้นจึงป้อนข้อมูลตำแหน่งของชุดรับที่ต้องการจะควบคุม ให้กับโปรแกรมควบคุมระบบ
2. เสียบปลั๊กจ่ายไฟเอซี ให้กับตัวส่งสัญญาณควบคุม
3. นำตัวรับสัญญาณควบคุม ที่ได้เชื่อมต่อกับชุดควบคุมสัญญาณเสียงไว้แล้วในการเตรียมการไปเสียบปลั๊กจ่ายไฟเอซีในตำแหน่งที่ต้องการ (จะต้องเป็นไลน์เอซีเดียวกันกับที่จ่ายให้ตัวส่งสัญญาณควบคุม)
4. ต่อชุดรับสัญญาณเสียงที่ต้องการจะควบคุมเข้ากับชุดควบคุมสัญญาณเสียง

5.การสั่งคำสั่งจากโปรแกรมควบคุมระบบ สามารถที่จะควบคุมชุดสัญญาณเสียงได้ตาม
ต้องการ โดยการเลือกตำแหน่งของชุดรับที่ต้องการจะควบคุมจากโปรแกรมที่จะทำหน้าที่ส่ง
สัญญาณควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ไปควบคุมในตำแหน่งที่ต้องการ

ซึ่งเมื่อมาถึงขั้นตอนนี้ ระบบควบคุมสัญญาณเสียงผ่านสายเอชอี ก็พร้อมที่จะใช้งานในการ
ควบคุมสัญญาณเสียงตามความต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

เครื่องรับ FM

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
R_1	คาร์บอน	1K Ω	1 ตัว
R_2, R_3	คาร์บอน	5.6 Ω 1 วัดต์	2 ตัว
R_4, R_{13}	คาร์บอน	15 K Ω	2 ตัว
R_5, R_{16}	คาร์บอน	22K Ω	2 ตัว
R_6, R_{10}, R_{17}	คาร์บอน	4.7K Ω	6 ตัว
R_{11}	คาร์บอน	47 Ω	1 ตัว
R_{12}, R_{19}	คาร์บอน	10K Ω	2 ตัว
R_{14}	คาร์บอน	22 Ω	1 ตัว
R_{15}	คาร์บอน	2.2K Ω	1 ตัว
R_{18}	คาร์บอน	100K Ω	1 ตัว
R_{20}	คาร์บอน	10 Ω	1 ตัว
VR_1	เก็อกม้านอก	10K Ω (B)	1 ตัว
VR_2	วอลุ่ม	50K Ω (B)	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

C_1, C_2	ไมลาร์	0.1 μ F 600 V	2 ตัว
C_3, C_5	เซรามิก	24 pF	2 ตัว
C_4, C_6	เซรามิก	56 pF	2 ตัว
C_7	เซรามิก	150pF	1 ตัว
C_8, C_9, C_{22}	โพลีคาร์บอนเต	0.1 μ F	3 ตัว
C_{10}, C_{18}, C_{19}	อิเล็กโทรไลต์	1 μ F 50V	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
$C_{11}, C_{17}, C_{24}, C_{26}, C_{27}$	โพลีคาร์บอเนต	$0.01\mu F$	5 ตัว
C_{12}, C_{13}	อิเล็กโทรไลต์	$10\mu F$ 50V	2 ตัว
C_{14}	เซรามิก	47 pF	1 ตัว
C_{15}, C_{16}	โพลีคาร์บอเนต	$0.001\mu F$	2 ตัว
C_{20}, C_{23}	อิเล็กโทรไลต์	470 μF	2 ตัว
C_{21}	โพลีคาร์บอเนต	$0.0033\mu F$	1 ตัว
C_{25}	อิเล็กโทรไลต์	2200 μF 25V	1 ตัว
C_{28}	อิเล็กโทรไลต์	2200 μF 16V	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ			
BD_1	บริดจ์ไดโอด 1 แอมป์ 100 โวลต์		1 ตัว
D_1, D_2	1N914B		2 ตัว
IC_1	ซีมอส MC1350P		1 ตัว
IC_2	ซีมอส LM565		1 ตัว
IC_3	ซีมอส LM386N		1 ตัว
IC_4	ซีมอส LM781		1 ตัว
LED_1	สีตามชอบใจ		1 ตัว
Q_1, Q_2	2N3565		2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ			
F_1	0.5 แอมป์		1 ตัว
L_1	คูในเนื้อเรื่อง		1 ตัว
L_2, L_4, L_6	4.7 mH		4 ตัว
L_5	470 μH		1 ตัว
S_1	สวิตช์ปิด/เปิด		1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T_1

หม้อแปลง 220 V 15-0 V 500 มิลลิแอมป์

1 ตัว

รายการอุปกรณ์

ชุดเครื่องส่ง

ตัวต้านทาน 1/4 วัตต์

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
R_1, R_{13}	คาร์บอน	22 K Ω	2 ตัว
R_2	คาร์บอน	4.7 K Ω	1 ตัว
R_3	คาร์บอน	100 K Ω	1 ตัว
R_4	คาร์บอน	10K Ω	1 ตัว
R_5, R_{14}, R_{17}	คาร์บอน	1 K Ω	3 ตัว
R_6	คาร์บอน	47 K Ω	1 ตัว
R_7	คาร์บอน	6.8 K Ω	1 ตัว
R_8, R_9, R_{10}, R_{22}	คาร์บอน	2.2 K Ω	4 ตัว
R_{11}, R_{12}	คาร์บอน	330 Ω	2 ตัว
R_{15}, R_{16}	คาร์บอน	10 Ω	2 ตัว
R_{18}, R_{19}	คาร์บอน	150 Ω 1/2 W	2 ตัว
R_{20}, R_{21}	คาร์บอน	3.3 Ω	4 ตัว
R_{23}, R_{24}	คาร์บอน	5.6 Ω 1W	2 ตัว
R_{25}	คาร์บอน	1 K Ω	1 ตัว
VR_1	แบบเกือกม้าตัวนอน	10 K Ω	1 ตัว
VR_2, VR_3, VR_4	แบบเกือกม้าตัวนอน	5 K Ω	3 ตัว
VR_5	แบบเกือกม้าตัวนอน	1 K Ω	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุ

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
C_1, C_2, C_4, C_{15}	อิเล็กโทรไลต์	10 μF 16V	4 ตัว
C_3	อิเล็กโทรไลต์	1 μF 50V	1 ตัว
C_5, C_{17}	ไมลาร์	0.001 μF 50V	2 ตัว
C_6, C_9, C_{16}, C_{18}	เซรามิก	470 pF 50V	2 ตัว
C_7, C_8, C_{22}	เซรามิก	0.01 μF 50V	4 ตัว
C_{10}, C_{12}	ไมลาร์	0.0033 μF 300V	2 ตัว
C_{11}	ไมลาร์	0.0018 μF 300V	1 ตัว
C_{13}	ไมลาร์	0.1 μF 50V	1 ตัว
C_{14}	อิเล็กโทรไลต์	0.22 μF 50V	1 ตัว
C_{19}	อิเล็กโทรไลต์	47 μF 16V	1 ตัว
C_{20}, C_{21}	อิเล็กโทรไลต์	2200 μF 35V	1 ตัว
C_{23}, C_{24}	ไมลาร์	0.1 μF 600V	2 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

BD_1		100V 2A	1 ตัว
LED_1			1 ตัว
Q_1, Q_2, Q_4, Q_5	PNP	2N3904	4 ตัว
Q_3, Q_7, Q_8	PNP	TIP14A	3 ตัว
Q_6	NPN	2N3906	1 ตัว
IC_1	ซีมอส	NE566V	1 ตัว
IC_2	ซีมอส	LM7812	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
L_1		470 μ H	1 ตัว
L_2, L_3		470 μ H	1 ตัว
S_1	ON/OFF		1 ตัว
S_2	ON/OFF		1 ตัว
S_3	ON/OFF		1 ตัว
T_1	220V:12-0-12 V	1.5 A	1 ตัว
F_1		1.5A	1 ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรชุดส่งสัญญาณควบคุม

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
1. R1	คาร์บอน	47K	1 ตัว
2. R2	คาร์บอน	220K	1 ตัว
3. R3	คาร์บอน	3.3K	1 ตัว
4. R4	คาร์บอน	10K	2 ตัว
5. R5	คาร์บอน	5.6K	1 ตัว
6. R6	คาร์บอน	4.7K	1 ตัว
7. C1	โพลีโพรไพลีน	1000PF	1 ตัว
8. C2	โพลีโพรไพลีน	560PF	1 ตัว
9. C3	อิเล็กโตรไลต์	47UF	1 ตัว
10. C4	โพลีโพรไพลีน	0.1UF	1 ตัว
11. C5	โพลีโพรไพลีน	470NF	1 ตัว
12. C6,C7,C8	โพลีโพรไพลีน	47NF	3 ตัว
13. D1	ซิลิกอน	1401N	1 ตัว
14. ZD1,ZD2	ซิลิกอน	4756N	2 ตัว
15. IC1	ซีมอส	MC 145026	1 ตัว
16. IC2	ซีมอส	LM 1893	1 ตัว

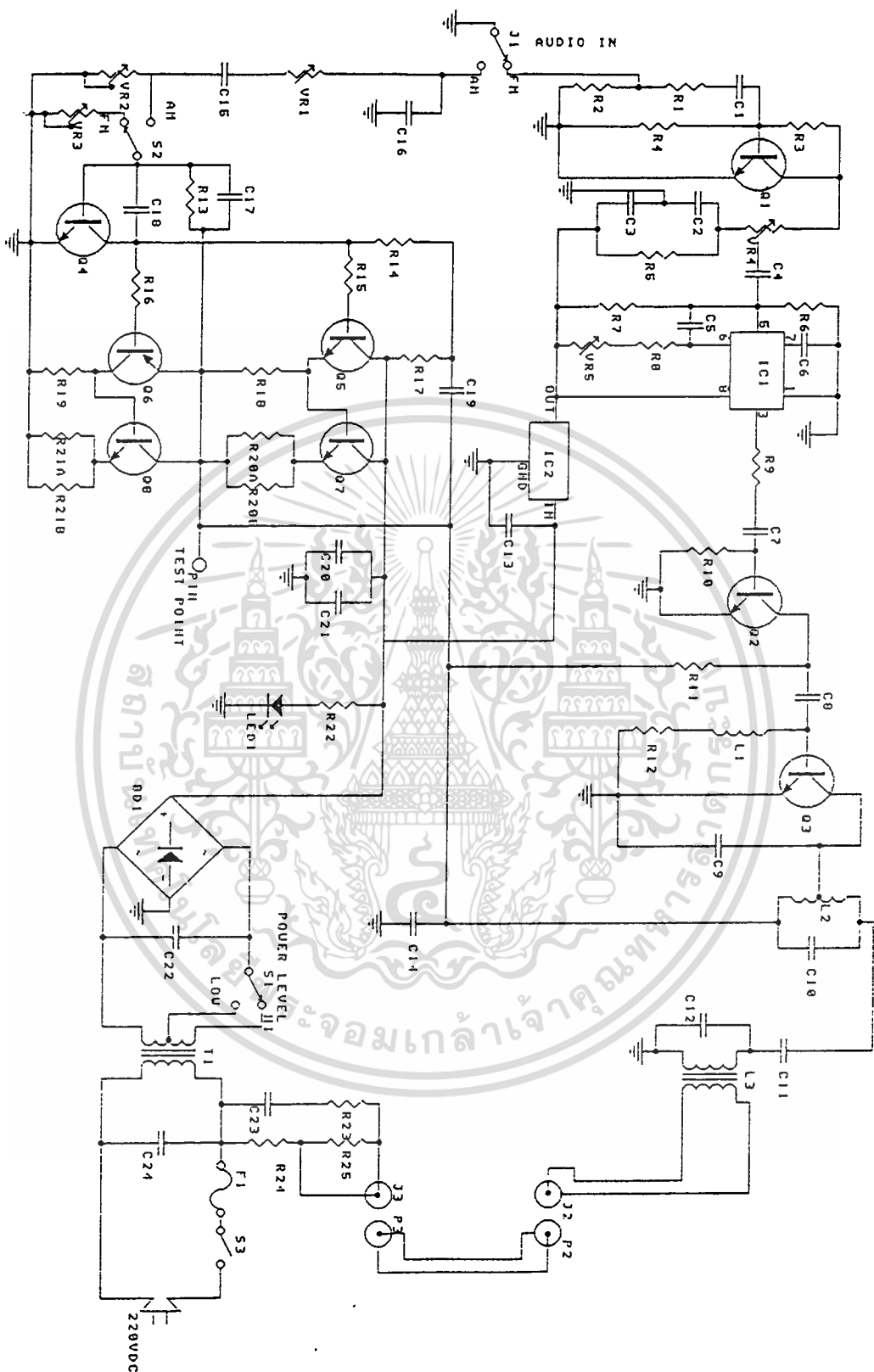
วงจรชุดรับสัญญาณควบคุม

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
1. R1	คาร์บอน	180K	1 ตัว
2. R2	คาร์บอน	360K	1 ตัว
3. R3,R4	คาร์บอน	10K	2 ตัว
4. R5	คาร์บอน	3.3K	1 ตัว
5. R6	คาร์บอน	12K	1 ตัว
6. R7	คาร์บอน	4.7K	1 ตัว
7. R8	คาร์บอน	5.6K	1 ตัว
8. VR9	เก็อกม้า	5K	1 ตัว
9. C1	โพลีโพรไพลีน	1000PF	1 ตัว
10. C2	โพลีโพรไพลีน	0.01UF	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

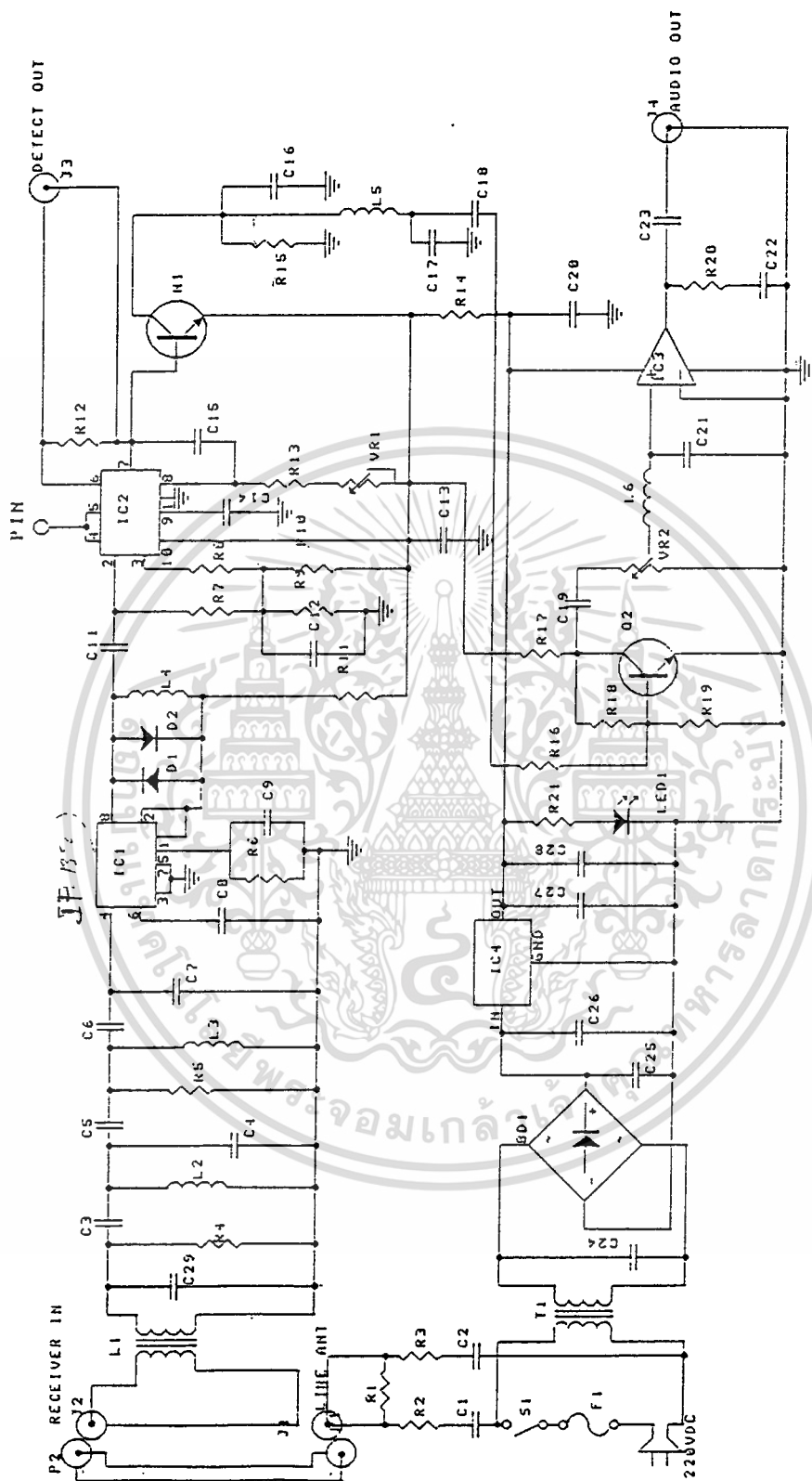
อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
11. C3	โพลีโพรไพลีน	47NF	3 ตัว
12. C4	โพลีโพรไพลีน	470NF	1 ตัว
13. C5	โพลีโพรไพลีน	33NF	1 ตัว
14. C6	อิเล็กโตรไลต์	47UF	1 ตัว
15. C7	อิเล็กโตรไลต์	0.22UF)	2 ตัว
16. C8	โพลีโพรไพลีน	560PF	1 ตัว
17. C9	โพลีโพรไพลีน	0.1UF	1 ตัว
18. D1	ซิลิกอน	1N1401	1 ตัว
19. ZD1,ZD2	ซิลิกอน	1N4756	2 ตัว
20. IC1	ซีมอส	MC145028	1 ตัว
21. IC2	ซีมอส	LM1893	1 ตัว
ชุด REGULAT			
อุปกรณ์	ชนิด	ค่า	จำนวน
1. R1,R2,R3,R4	คาร์บอน	4.7	4 ตัว
2. C1	เซรามิก	0.1UF	1 ตัว
4. C3,C4,C5	โพลีโพรไพลีน	0.1UF	3 ตัว
5. C6,C7	อิเล็กโตรไลต์	200UF	2 ตัว
6. IC1	ซีมอส	7805CT	1 ตัว
7. IC2	ซีมอส	7818CT	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



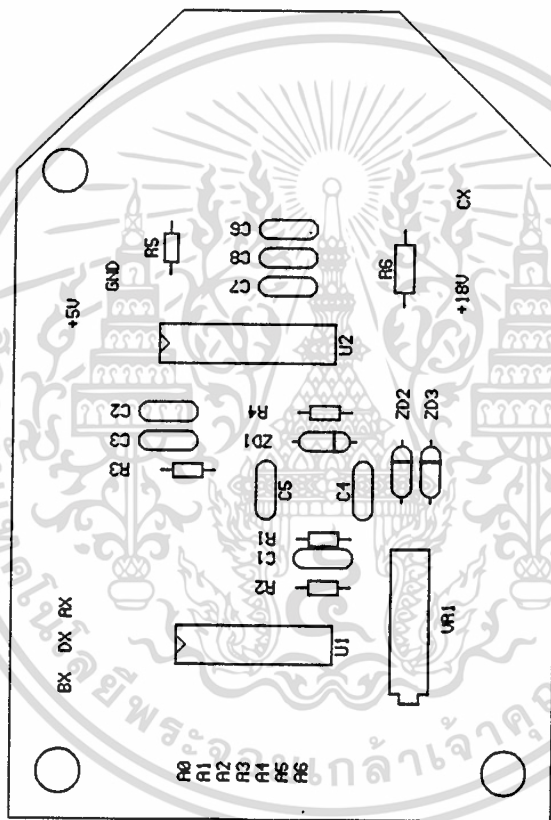
วงจรสมรรถนะของชุดส่งสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



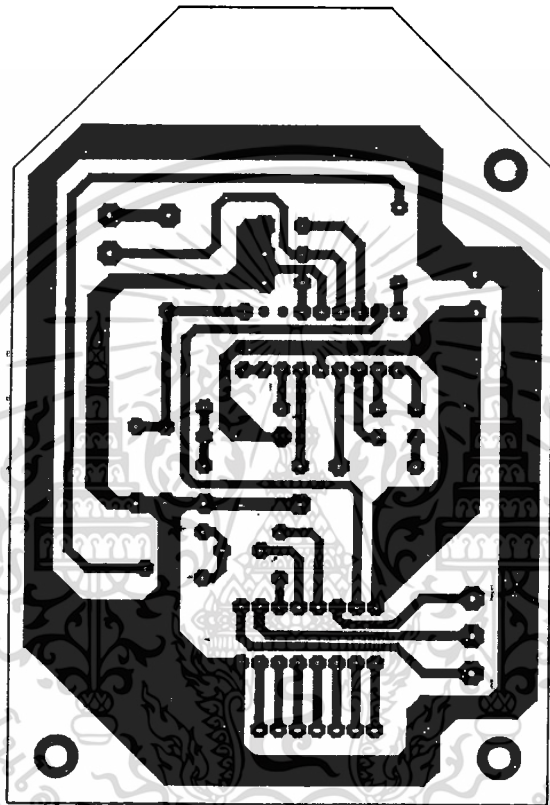
วงจรสมบรูณ์ของชุดรับสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



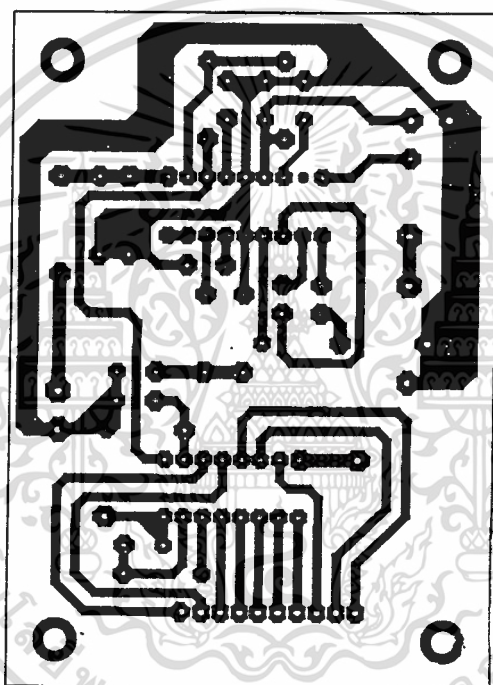
การลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



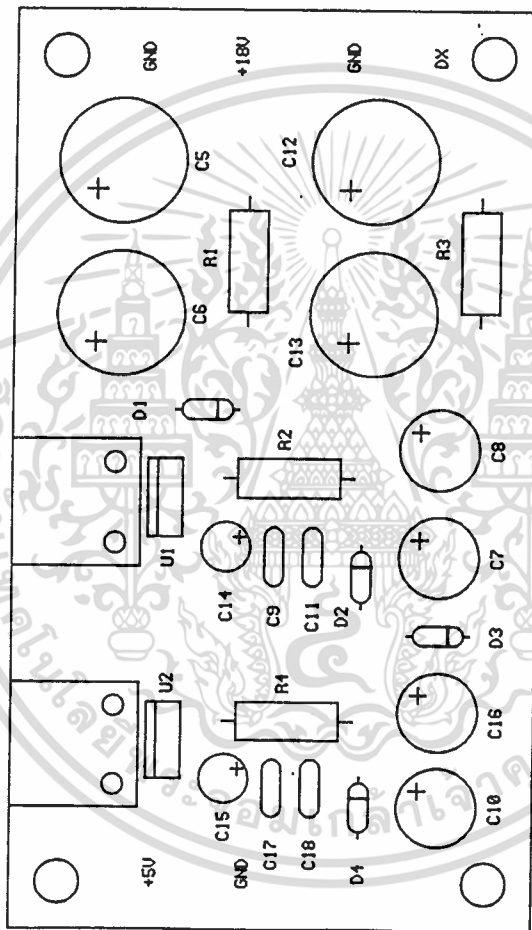
ลายวงจรพิมพ์ขนาดเท่าของจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



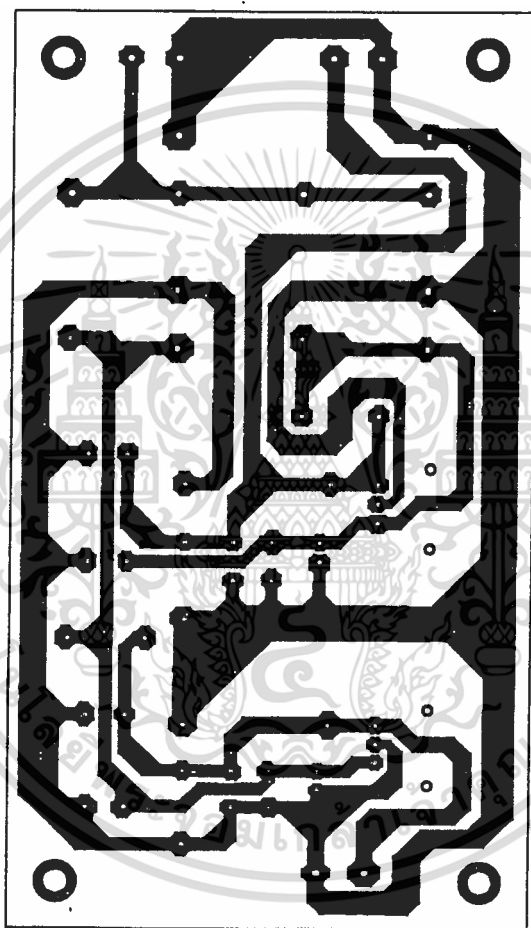
ลายวงจรพิมพ์ขนาดเท่าของจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลายวงจรพิมพ์ขนาดเท่าของจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VERSION 2.00

Begin Form About

```
.AutoRedraw      = -1 'True
BorderStyle      = 3 'Fixed Double
Caption          = "About"
ClientHeight     = 3000
ClientLeft       = 1455
ClientTop        = 1845
ClientWidth      = 5190
ControlBox       = 0 'False
FontBold         = -1 'True
FontItalic       = -1 'True
FontName         = "MS Sans Serif"
FontSize         = 8.25
FontStrikethru   = 0 'False
FontUnderline    = 0 'False
Height           = 3405
Icon             = 0
Left             = 1395
LinkMode         = 1 'Source
LinkTopic        = "Form1"
MaxButton        = 0 'False
MinButton        = 0 'False
ScaleHeight      = 3000
ScaleWidth       = 5190
Top              = 1500
Width            = 5310
```

Begin Timer Timer1

```
Interval        = 500
Left             = 600
Top              = 2400
```

End

Begin CommandButton Command1

```
Cancel          = -1 'True
Caption         = "OK"
Default         = -1 'True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Height = 375
Left = 2040
TabIndex = 4
Top = 2400
Width = 1095

End

Begin Image Image1

Height = 480
Left = 3480
Picture = ABOUT.FRX:0000
Top = 2400
Width = 480

End

Begin Line Line1

X1 = 480
X2 = 4680
Y1 = 1440
Y2 = 1440

End

Begin Label Label2

Alignment = 2 'Center
Caption = "โปรแกรมควบคุมเครื่องส่งสัญญาณเสียง"
FontBold = -1 'True
FontItalic = 0 'False
FontName = "EucrosiaUPC"
FontSize = 18
FontStrikethru = 0 'False
FontUnderline = 0 'False
ForeColor = &H00FF0000&
Height = 495
Left = 240
TabIndex = 1
Top = 120
Width = 4695

End

Begin Label Label1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Alignment      = 2 'Center
Caption        = "1/4 AC. Line"
FontBold       = -1 'True
FontItalic     = 0 'False
FontName       = "EucrosiaUPC"
FontSize       = 18
FontStrikethru = 0 'False
FontUnderline  = 0 'False
ForeColor      = &H00008000&
Height         = 375
Left           = 1440
TabIndex       = 0
Top            = 840
Width          = 2295
```

End

Begin Label Label3

```
Alignment      = 2 'Center
Caption        = "For Microsoft Visual Basic for Windows 3"
Height         = 252
Left           = 720
TabIndex       = 2
Top            = 1680
Width          = 3732
```

End

Begin Label Label4

```
Alignment      = 2 'Center
Caption        = "Copyright © 1995"
Height         = 255
Left           = 120
TabIndex       = 3
Top            = 1920
Width          = 4935
```

End

End

Dim stat As Integer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sub Command1_Click ()

'Cancel About form

Unload About

End Sub

Sub Form_Load ()

'Center form

Left = (Screen.Width - Width) / 2

Top = (Screen.Height - Height) / 2

'Place both happy faces

Image1.Left = 840

Image1.Top = 840

state = 1

'Make first face visible

Image1.Picture = LoadPicture("c:\kob\face01.ico")

End Sub

Sub Timer1_Timer ()

Select Case state

Case 1

Image1.Picture = LoadPicture("c:\kob\face01.ico")

state = 2

Case 2

Image1.Picture = LoadPicture("c:\kob\face02.ico")

state = 3

Case 3

Image1.Picture = LoadPicture("c:\kob\face03.ico")

state = 4

Case 4

Image1.Picture = LoadPicture("c:\kob\face02.ico")

state = 1

End Select

End Sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VERSION 2.00

Begin Form Form1

AutoRedraw = -1 'True
Caption = "โปรแกรม เครื่องควบคุมสัญญาณเสียงผ่านสาย AC."
ClientHeight = 4095
ClientLeft = 1005
ClientTop = 1680
ClientWidth = 8385
FontBold = -1 'True
FontItalic = 0 'False
FontName = "Angsana New"
FontSize = 8.25
FontStrikethru = 0 'False
FontUnderline = 0 'False
Height = 4785
Left = 945
LinkTopic = "Form1"
ScaleHeight = 273
ScaleMode = 3 'Pixel
ScaleWidth = 559
Top = 1050
Width = 8505
WindowState = 2 'Maximized

Begin SSFrame Frame3D1

Alignment = 2 'Center
Caption = "แผงควบคุม"
Font3D = 3 'Inset w/light shading
FontBold = -1 'True
FontItalic = 0 'False
FontName = "MS Sans Serif"
FontSize = 9.75
FontStrikethru = 0 'False
FontUnderline = 0 'False
Height = 1215
Left = 3480
TabIndex = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Top = 960
Width = 2175
Begin SSCheck Check3D1
Alignment = 1 'Right Justify
Caption = "1"
Font3D = 1 'Raised w/light shading
ForeColor = &H00FF0000&
Height = 350
Index = 1
Left = 960
TabIndex = 9
Top = 360
Width = 855

End

End

Begin SSPanel Panel3D1

Align = 1 'Align Top
BackColor = &H00C0C0C0&
BevelInner = 1 Inset
BorderWidth = 2
Font3D = 0 'None
Height = 495
Left = 0
TabIndex = 3
Top = 0
Width = 8385

Begin SpinButton Spin1

BackColor = &H00C0C0C0&
BorderColor = &H00808080&
ForeColor = &H00000000&
Height = 375
Left = 7820
ShadowBackColor = &H00000000&
TdThickness = 1
Top = 60
Width = 375

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End

Begin SSPanel Panel3D6

BackColor = &H00C0C0C0&
BevelInner = 1 Inset
BorderWidth = 2
Caption = "Page 1"
Font3D = 0 'None'
Height = 375
Left = 6810
TabIndex = 8
Top = 60
Width = 1005

End

Begin SSPanel Panel3D5

BackColor = &H00C0C0C0&
BevelInner = 1 Inset
BorderWidth = 2
Caption = "OFF = 512"
Font3D = 0 'None'
Height = 375
Left = 5280
TabIndex = 7
Top = 60
Width = 1530

End

Begin SSPanel Panel3D4

BackColor = &H00C0C0C0&
BevelInner = 1 Inset
BorderWidth = 2
Caption = ".ON = 0"
Font3D = 0 'None'
Height = 375
Left = 3750
TabIndex = 6
Top = 60
Width = 1530

End

Begin SSPanel Panel3D3

BackColor = &H00C0C0C0&

BevelInner = 1 Inset

BorderWidth = 2

Caption = "CH. 1"

Font3D = 0 'None

Height = 375

Left = 2050

TabIndex = 5

Top = 60

Width = 1695

End

Begin SSPanel Panel3D2

BackColor = &H00C0C0C0&

BevelInner = 1 Inset

BorderWidth = 2

Caption = "Untitled"

Font3D = 0 'None

Height = 380

Left = 60

TabIndex = 4

Top = 60

Width = 2000

End

End

Begin CommonDialog CMDialog1

Left = 6960

Top = 3360

End

Begin VScrollBar VScroll1

Height = 1215

LargeChange = 5

Left = 7440

Max = 100

TabIndex = 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TabStop      = 0 'False
Top          = 2640
Width       = 255
```

End

Begin HScrollBar HScroll1

```
Height      = 255
LargeChange = 5
Left        = 6240
Max         = 100
TabIndex    = 1
TabStop     = 0 'False
Top         = 3840
Width       = 1215
```

End

Begin Menu MenFile

```
Caption      = "&File"
```

Begin Menu MenFileOpen

```
Caption      = "&Open File"
```

End

Begin Menu MenFileSave

```
Caption      = "&Save Seting..."
```

End

Begin Menu MenFileSaveAs

```
Caption      = "Save Seting &As"
```

End

Begin Menu MenFileSep1

```
Caption      = "-"
```

End

Begin Menu MenFileExit

```
Caption      = "E&xit"
```

End

End

Begin Menu MenCtrl

```
Caption      = "&Control"
```

Begin Menu MenCtrlOff

```
Caption      = "Select O&ff All..."
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End

Begin Menu MenCtrlOn
    Caption      = "Select O&n All..."
End

Begin Menu MenCtrlXX
    Caption      = "XX"
End

End

Begin Menu MenHlp
    Caption      = "&Help"
    Begin Menu MenHlpAbout
        Caption   = "&About"
    End
End

End

Dim FName As String
Declare Function Outports Lib "Port.dll" (ByVal PortID As Integer, ByVal Value As Integer) As Integer

Sub Check3D1_Click (Index As Integer, Value As Integer)
    Dim tmp As Integer
    If Status(Index + ((Page - 1) * 128)) = True Then
        If Spin_Flag = 0 Then
            Sw_On = Sw_On - 1
            Sw_Off = Sw_Off + 1
            tmp = Outports(770, Index + ((Page - 1) * 128) - 1)
            tmp = Outports(776, 0)
        End If
    Else
        If Spin_Flag = 0 Then
            Sw_On = Sw_On + 1
            Sw_Off = Sw_Off - 1
            tmp = Outports(770, Index + ((Page - 1) * 128) - 1)
            tmp = Outports(776, 0)
        End If
    End If

    Panel3D4.Caption = "ON = " + Str(Sw_On)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Panel3D5.Caption = "OFF = " + Str(Sw_Off)
Status(Index + ((Page - 1) * 128)) = Value
End Sub

Sub Check3D1_GotFocus (Index As Integer)
    Panel3D3.Caption = "CH. " + Str(Index + ((Page - 1) * 128))
    FocusNum = Index
End Sub

Sub Check3D1_KeyUp (Index As Integer, KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    Dim I As Integer
    If Page > 1 And KeyCode = 34 And Shift = 0 Then
        Page = Page - 1
        Panel3D6.Caption = "Page" + Str(Page)
        Panel3D3.Caption = "CH. " + Str(FocusNum + ((Page - 1) * 128))
        For I = 1 To 128
            Spin_Flag = 1
            Check3D1(I).Caption = Str((Page - 1) * 128 + I)
            Check3D1(I).Value = Status((Page - 1) * 128 + I)
        Next I
        Spin_Flag = 0
    End If
    If Page < 4 And KeyCode = 33 And Shift = 0 Then
        Page = Page + 1
        Panel3D6.Caption = "Page" + Str(Page)
        Panel3D3.Caption = "CH. " + Str(FocusNum + ((Page - 1) * 128))
        For I = 1 To 128
            Spin_Flag = 1
            Check3D1(I).Caption = Str((Page - 1) * 128 + I)
            Check3D1(I).Value = Status((Page - 1) * 128 + I)
        Next I
        Spin_Flag = 0
    End If
End Sub

```

Sub Form_Load ()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Dim I As Integer
Dim J As Integer
Dim temp As Integer
'Frame3D1.Top = Panel3D1.Height
'Frame3D1.Left = 0
'Frame3D1.Height = Form1.ScaleHeight - HScroll1.Height - Panel3D1.Height
'Frame3D1.Width = Form1.ScaleWidth - VScroll1.Width
For I = 0 To 15
    For J = 1 To 8
        If (I * 8 + J) <> 1 Then
            Load Check3D1(I * 8 + J)
            Check3D1(I * 8 + J).Visible = True
            Check3D1(I * 8 + J).Caption = Str(I * 8 + J)
            Check3D1(I * 8 + J).Left = Check3D1(1).Width * (J - 1) + Check3D1(1).Left
            If I > 0 Then
                Check3D1(I * 8 + J).Top = Check3D1(1).Height * I + Panel3D1.Height + Check3D1(1).
Top
            End If
        End If
        Status(I * 8 + J) = Check3D1(I * 8 + J).Value
        temp = Outports(770, 0)
    Next J
Next I
HScroll1.Visible = False
VScroll1.Visible = False
Sw_On = 0
Sw_Off = 512
Page = 1
FocusNum = 1
Spin_Flag = 0
Fname = ""
'MessageBeep -1
End Sub

Sub Form_Resize ()
    VScroll1.Top = Panel3D1.Height

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

VScroll1.Left = Form1.ScaleWidth - VScroll1.Width
VScroll1.Height = Form1.ScaleHeight - HScroll1.Height - Panel3D1.Height
HScroll1.Top = Form1.ScaleHeight - HScroll1.Height
HScroll1.Left = 0
HScroll1.Width = Form1.ScaleWidth - VScroll1.Width
Frame3D1.Top = Panel3D1.Height
Frame3D1.Left = 0
Frame3D1.Height = Form1.ScaleHeight - Panel3D1.Height - HScroll1.Height
Frame3D1.Width = Form1.ScaleWidth - VScroll1.Width
If Panel3D2.Width + Panel3D3.Width + Panel3D4.Width + Panel3D5.Width + Spin1.Width + 40 <
Form1.Width Then
    Panel3D6.Width = Form1.Width - (Panel3D2.Width + Panel3D3.Width + Panel3D4.Width +
Panel3D5.Width) - 235 - Spin1.Width
    Spin1.Left = Panel3D2.Width + Panel3D3.Width + Panel3D4.Width + Panel3D5.Width +
Panel3D6.Width + 45
End If
End Sub

Sub MenCtrlOff_Click ()
Dim I As Integer
For I = 1 To 512
    Status(I) = False
    tmp = Outports(770, I - 1)
    tmp = Outports(776, 0)
Next I
For I = 1 To 128
    Spin_Flag = 1
    Check3D1(I).Value = False
Next I
Spin_Flag = 0
Sw_On = 0
Sw_Off = 512
Panel3D4.Caption = "ON =" + Str(0)
Panel3D5.Caption = "OFF =" + Str(512)
End Sub

```

```

For I = 1 To 512
    Input #1, Status(I)
Next I
Close #1
Page = 1
FocusNum = 1
Panel3D2.Caption = CMDialog1.Filename
Fname = CMDialog1.Filename
Panel3D4.Caption = "ON = " + Str(Sw_On)
Panel3D5.Caption = "OFF = " + Str(Sw_Off)
Panel3D6.Caption = "Page" + Str(Page)
Panel3D3.Caption = "CH. " + Str(FocusNum + ((Page - 1) * 128))
For I = 1 To 128
    Spin_Flag = 1
    Check3D1(I).Caption = Str((Page - 1) * 128 + I)
    Check3D1(I).Value = Status(I)
Next I
Spin_Flag = 0
Check3D1(1).SetFocus
Notdone:
Exit Sub
End Sub

Sub MenFileSave_Click ()
    If Fname <> "" Then
        Open Fname For Output Access Write As #1
        Print #1, Str(Sw_On)
        Print #1, Str(Sw_Off)
        For I = 1 To 512
            Print #1, Str(Status(I))
        Next I
        Close #1
    Else
        MenFileSaveAs_Click
    End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sub MenFileSaveAs_Click ()

Dim I As Integer

On Error GoTo Nothings

'common dialogbox

CMDialog1.Filter = "Setting File (*.set) | *.set| All File (*.*)|*.*"

CMDialog1.FilterIndex = 1

CMDialog1.Flags = OFN_HIDEREADONLY

CMDialog1.Action = DLG_FILE_SAVE

Open CMDialog1.FileName For Output Access Write As #1

Print #1, Str(Sw_On)

Print #1, Str(Sw_Off)

For I = 1 To 512

Print #1, Str(Status(I))

Next I

Close #1

Nothings:

Exit Sub

End Sub

Sub MenHlpAbout_Click ()

About.Show modal

End Sub

Sub Spin1_SpinDown ()

Dim I As Integer

If Page > 1 Then

Page = Page - 1

Panel3D6.Caption = "Page" + Str(Page)

Panel3D3.Caption = "CH. " + Str(FocusNum + ((Page - 1) * 128))

For I = 1 To 128

Spin_Flag = 1

Check3D1(I).Caption = Str((Page - 1) * 128 + I)

Check3D1(I).Value = Status((Page - 1) * 128 + I)

Next I

Spin_Flag = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

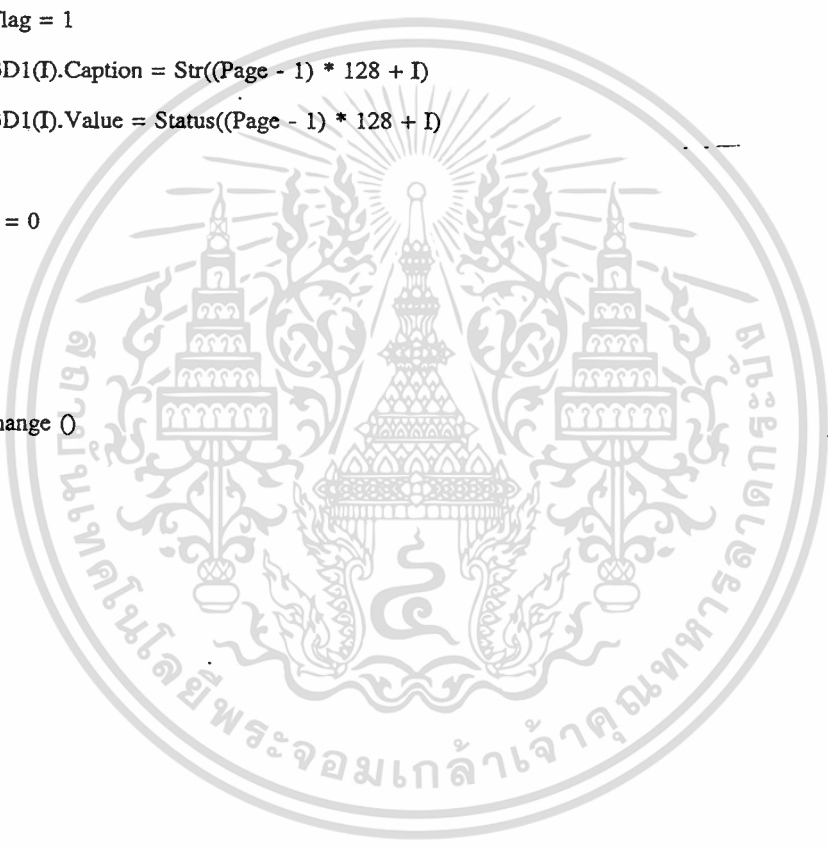
```

End If
End Sub

Sub Spin1_SpinUp ()
    Dim I As Integer
    If Page < 4 Then
        Page = Page + 1
        Panel3D6.Caption = "Page" + Str(Page)
        Panel3D3.Caption = "CH. " + Str(FocusNum + ((Page - 1) * 128))
        For I = 1 To 128
            Spin_Flag = 1
            Check3D1(I).Caption = Str((Page - 1) * 128 + I)
            Check3D1(I).Value = Status((Page - 1) * 128 + I)
        Next I
        Spin_Flag = 0
    End If
End Sub

Sub VScroll1_Change ()
End Sub

```



```
/* PORT.C - DLL for Visual Basic applications.*/
```

```
#include <windows.h>
```

```
#include <dos.h>
```

```
int FAR PASCAL _export OutPorts( int PortID,int Val );
```

```
/* This function is the library entry point.
```

```
It should be present in any DLL you create
```

```
for Visual Basic applications. */
```

```
int FAR PASCAL LibMain( HANDLE hInstance, WORD wDataSeg,  
WORD wHeapSize, LPSTR lpszCmdLine )
```

```
{  
    if ( wHeapSize > 0 )  
        UnlockData( 0 );  
    return( 1 );  
}
```

```
int FAR PASCAL _export OutPorts( int PortID,int Val )
```

```
{  
    outport(PortID,Val);  
    return 1;  
}
```

; BITPACK.DEF
; module-definition file

LIBRARY PORT

DESCRIPTION 'DLL example for Microsoft Visual Basic '

EXETYPE WINDOWS

CODE PRELOAD MOVEABLE DISCARDABLE

DATA PRELOAD MOVEABLE SINGLE

HEAPSIZE 1024



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VERSION 2.00

Begin Form Form2

BorderStyle = 3 'Fixed Double

Caption = "Select Between"

ClientHeight = 2775

ClientLeft = 2100

ClientTop = 2175

ClientWidth = 4830

Height = 3180

Left = 2040

LinkTopic = "Form2"

MaxButton = 0 'False

MinButton = 0 'False

ScaleHeight = 185

ScaleMode = 3 'Pixel

ScaleWidth = 322

Top = 1830

Width = 4950

Begin SSFrame Frame3D1

Alignment = 2 'Center

Caption = " Select "

Font3D = 3 'Inset w/light shading

FontBold = -1 'True

FontItalic = 0 'False

FontName = "MS Sans Serif"

FontSize = 12

FontStrikethru = 0 'False

FontUnderline = 0 'False

Height = 2775

Left = 0

TabIndex = 6

Top = 0

Width = 4815

Begin SSOption Option3D2

Caption = "OFF"

Font3D = 3 'Inset w/light shading

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Height = 375
Left = 3120
TabIndex = 3
Top = 1440
Value = -1 'True'
Width = 615

End

Begin SSOption Option3D1

Caption = "ON"
Font3D = 3 'Inset w/light shading'
Height = 375
Left = 1200
TabIndex = 2
TabStop = 0 'False'
Top = 1440
Width = 615

End

Begin SSCommand Command3D2

Caption = "CANCEL"
Font3D = 2 'Raised w/heavy shading'
Height = 495
Left = 2880
TabIndex = 5
Top = 1920
Width = 975

End

Begin SSCommand Command3D1

Caption = "OK"
Font3D = 2 'Raised w/heavy shading'
Height = 495
Left = 960
TabIndex = 4
Top = 1920
Width = 975

End

Begin TextBox Text2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FontBold      = -1 'True
FontItalic    = 0 'False
FontName      = "MS Sans Serif"
FontSize      = 9.75
FontStrikethru = 0 'False
FontUnderline = 0 'False
Height        = 360
Left          = 3240
MaxLength     = 3
TabIndex      = 1
Top           = 840
Width         = 975
```

End

Begin TextBox Text1

```
BackColor      = &H00FFFFFF&
FontBold       = -1 'True
FontItalic     = 0 'False
FontName       = "MS Sans Serif"
FontSize       = 9.75
FontStrikethru = 0 'False
FontUnderline  = 0 'False
Height         = 360
Left           = 1200
MaxLength      = 3
TabIndex       = 0
Top            = 840
Width          = 975
```

End

Begin Label Label2

```
Alignment      = 2 'Center
BackColor      = &H00C0C0C0&
Caption        = "To"
FontBold       = -1 'True
FontItalic     = 0 'False
FontName       = "MS Sans Serif"
FontSize       = 9.75
```

```
FontStrikethru = 0 'False
FontUnderline = 0 'False
ForeColor = &H00FF0000&
Height = 495
Left = 2520
TabIndex = 8
Top = 840
Width = 735
```

End

Begin Label Label1

```
Alignment = 2 'Center
BackColor = &H00C0C0C0&
Caption = "From"
FontBold = -1 'True
FontItalic = 0 'False
FontName = "MS Sans Serif"
FontSize = 9.75
FontStrikethru = 0 'False
FontUnderline = 0 'False
ForeColor = &H00FF0000&
Height = 495
Left = 480
TabIndex = 7
Top = 840
Width = 735
```

End

End

End

Option Explicit

Sub Command3D1_Click ()

Dim I As Integer

Dim temp As Integer

If Not IsNumeric(Text1.Text) Then

MsgBox "String in Textbox 1 is not numeric. Please enter again"

Beep

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Text1.Text = ""
Text1.SetFocus
Exit Sub
End If
If Not IsNumeric(Text2.Text) Then
    MsgBox "String in Textbox 2 is not numeric. Please enter again"
    Beep
    Text2.Text = ""
    Text2.SetFocus
    Exit Sub
End If
If Val(Text1.Text) > Val(Text2.Text) Then
    MsgBox "Value in Textbox 1 must less than value in Textbox 2. Please enter again"
    Beep
    Exit Sub
End If
If Val(Text1.Text) < 1 And Val(Text1.Text) > 512 Then
    MsgBox "Value in Textbox 1 must between 1 - 512"
    Beep
    Text1.Text = ""
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
If Val(Text2.Text) < 1 And Val(Text2.Text) > 512 Then
    MsgBox "Value in Textbox 2 must between 1 - 512"
    Beep
    Text2.Text = ""
    Text2.SetFocus
    Exit Sub
End If
If Option3D1.Value = True Then
    temp = True
    If Sw_Off > (Val(Text2.Text) - Val(Text1.Text)) + 1 Then
        Sw_On = Sw_On + (Val(Text2.Text) - Val(Text1.Text)) + 1
        Sw_Off = Sw_Off - (Val(Text2.Text) - Val(Text1.Text)) - 1
    End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

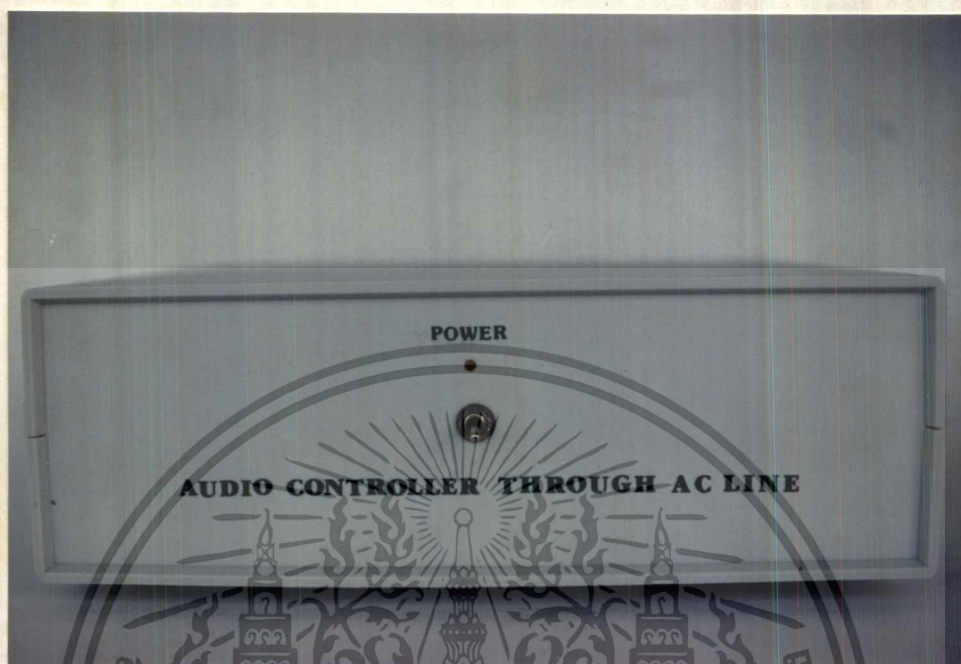
Else
    temp = False
    If Sw_On > (Val(Text2.Text) - Val(Text1.Text)) + 1 Then
        Sw_On = Sw_On - (Val(Text2.Text) - Val(Text1.Text)) - 1
        Sw_Off = Sw_Off + (Val(Text2.Text) - Val(Text1.Text)) + 1
    End If
End If
For I = Val(Text1.Text) To Val(Text2.Text)
    Status(I) = temp
Next I
Form1.Panel3D4.Caption = "ON = " + Str(Sw_On)
Form1.Panel3D5.Caption = "OFF = " + Str(Sw_Off)
Page = Val(Text2.Text) / 128 + 1
Form1.Panel3D6.Caption = "Page" + Str(Page)
Form1.Panel3D3.Caption = "CH. " + Str(FocusNum + ((Page - 1) * 128))
For I = 1 To 128
    Spin_Flag = 1
    Form1.Check3D1(I).Caption = Str((Page - 1) * 128 + I)
    Form1.Check3D1(I).Value = Status((Page - 1) * 128 + I)
Next I
Spin_Flag = 0
Unload Form2
End Sub

Sub Command3D2_Click ()
    Unload Form2
End Sub

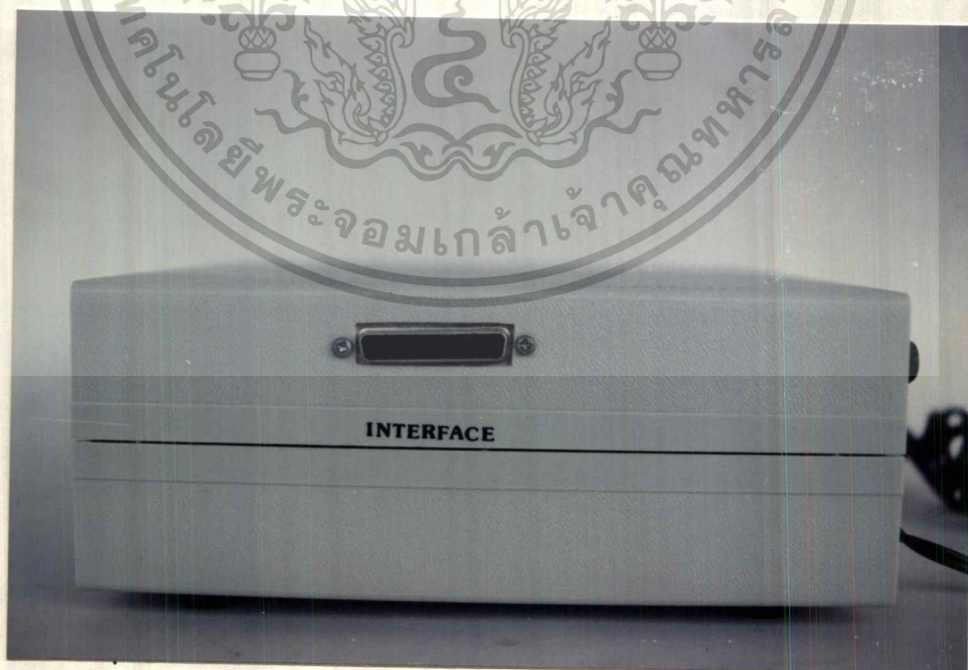
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

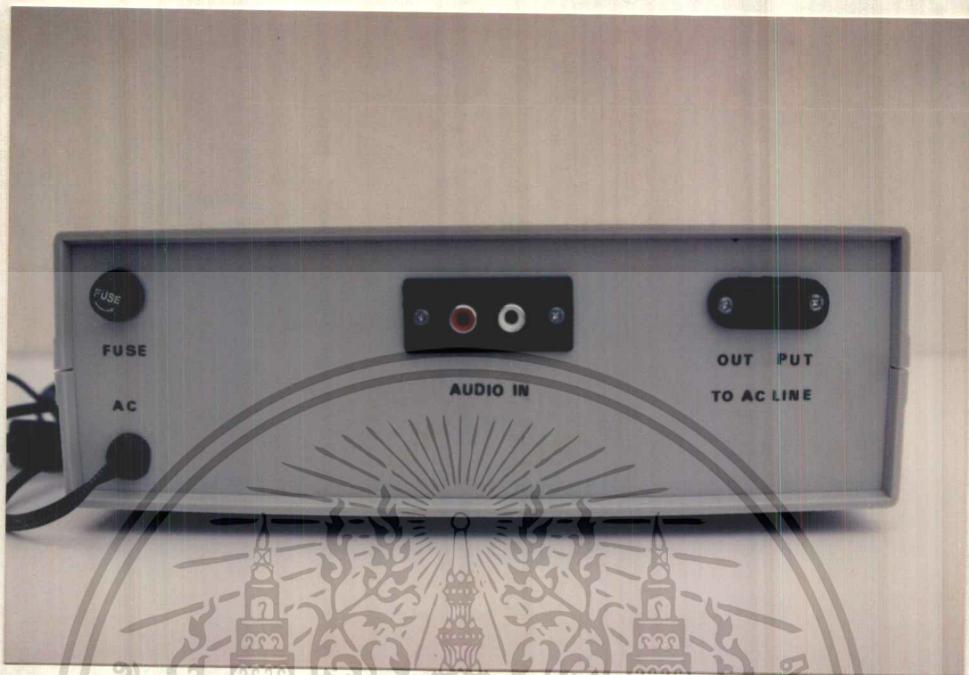


รูปแสดงด้านหน้าเครื่องควบคุม

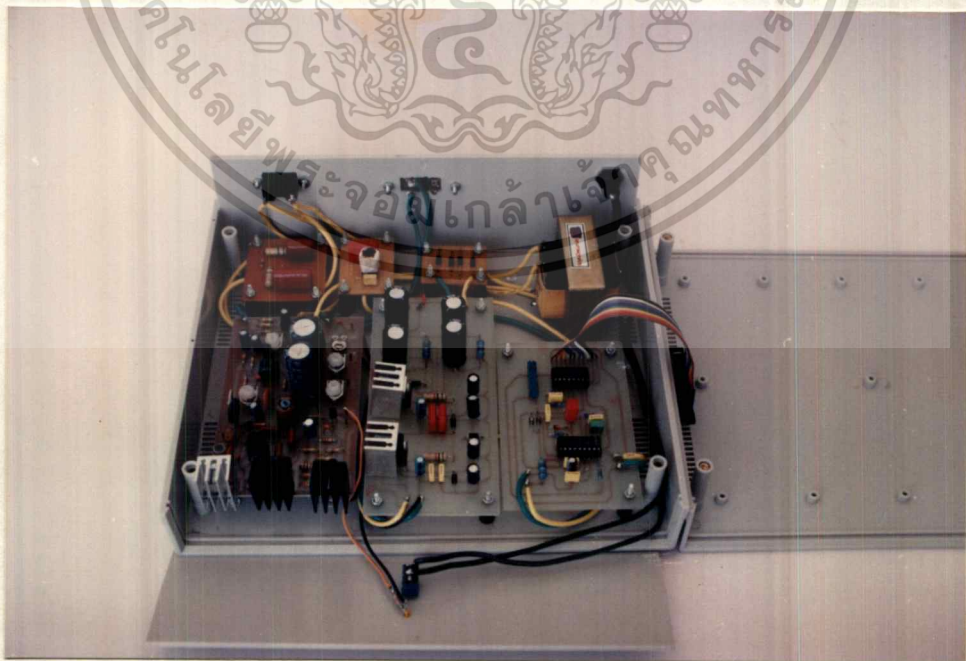


รูปแสดงพอร์ตอินเทอร์เฟซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

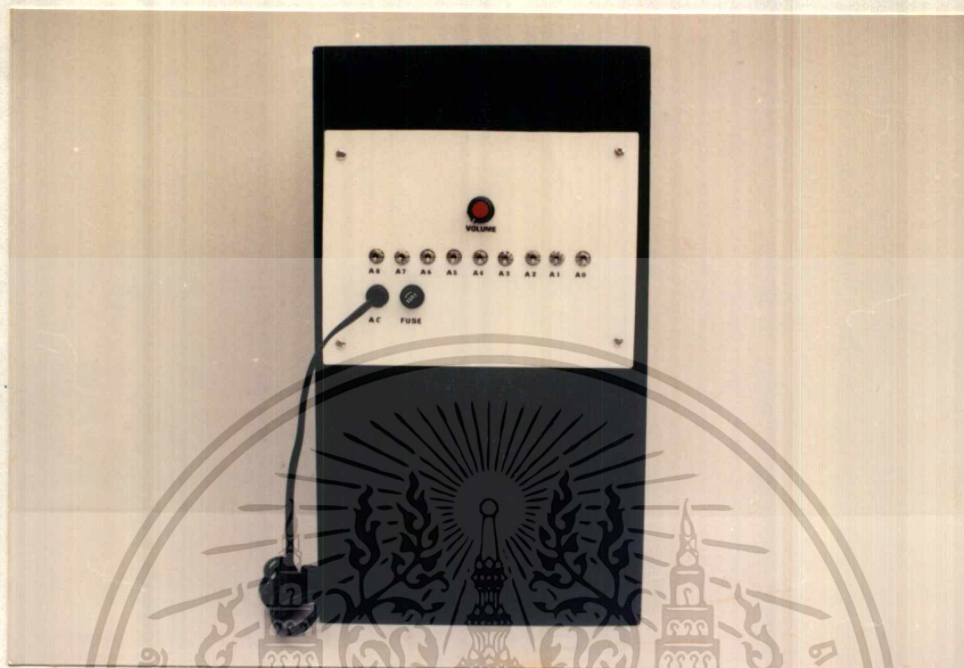


รูปแสดงด้านหลังเครื่องควบคุม

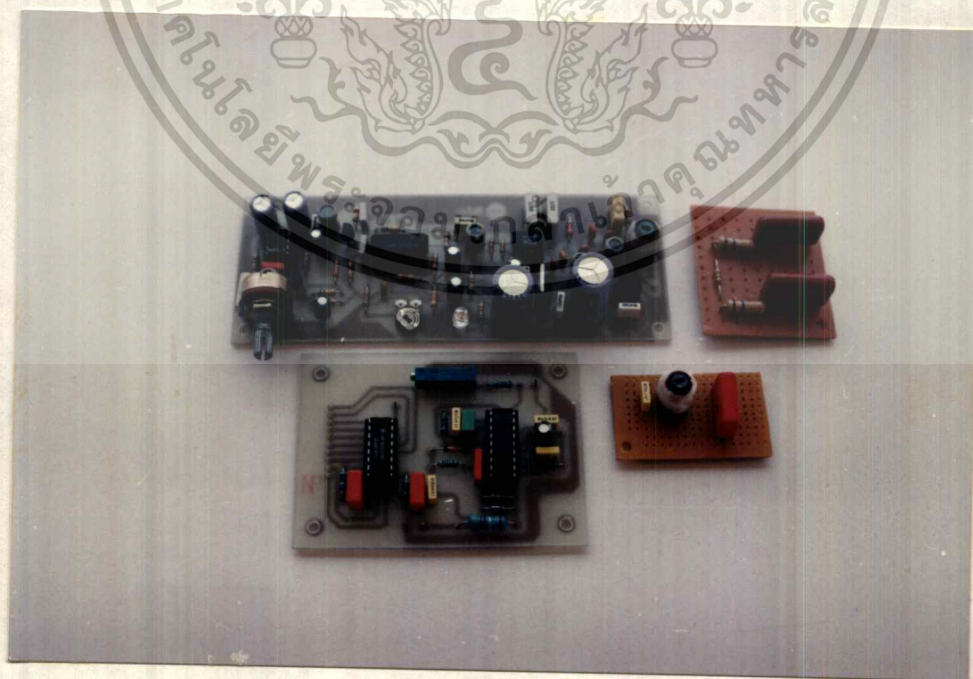


รูปแสดงอุปกรณ์ภายในชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

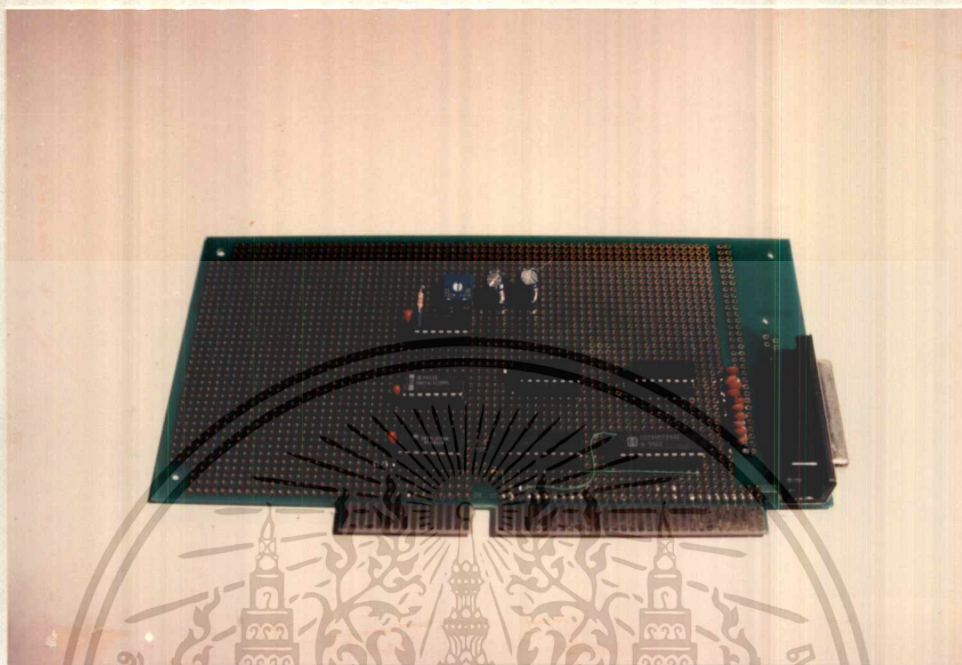


รูปแสดงเครื่องรับสัญญาณเสียง และ สัญญาณควบคุม



รูปแสดงอุปกรณ์ภายในเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงชุดการ์ดอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Encoder and Decoder Pairs CMOS

These devices are designed to be used as encoder/decoder pairs in remote control applications.

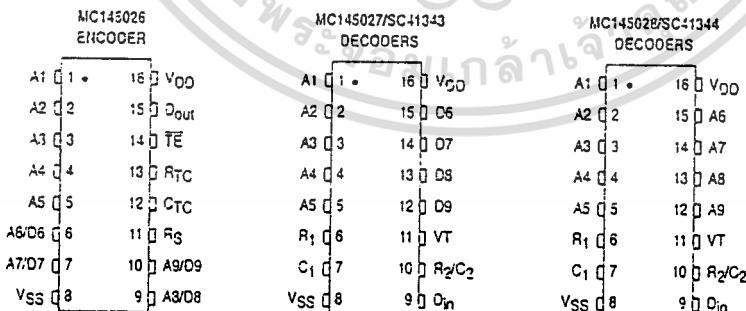
The MC145026 encodes nine lines of information and serially sends this information upon receipt of a transmit enable (TE) signal. The nine lines may be encoded with trinary data (low, high, or open) or binary data (low or high). The words are transmitted twice per encoding sequence to increase security.

The MC145027 decoder receives the serial stream and interprets five of the trinary digits as an address code. Thus, 243 addresses are possible. If binary data is used at the encoder, 32 addresses are possible. The remaining serial information is interpreted as four bits of binary data. The valid transmission (VT) output goes high on the MC145027 when two conditions are met. First, two addresses must be consecutively received (in one encoding sequence) which both match the local address. Second, the 4 bits of data must match the last valid data received. The active VT indicates that the information at the Data output pins has been updated.

The MC145028 decoder treats all nine trinary digits as an address which allows 19,683 codes. If binary data is encoded, 512 codes are possible. The VT output goes high on the MC145028 when two addresses are consecutively received (in one encoding sequence) which both match the local address.

- Operating Temperature Range: -40 to +85°C
- Very-Low Standby Current for the Encoder: 300 nA Maximum @ 25°C
- Interfaces with RF, Ultrasonic, or Infrared Modulators and Demodulators
- RC Oscillator, No Crystal Required
- High External Component Tolerance: Can Use $\pm 5\%$ Components
- Internal Power-On Reset Forces All Decoder Outputs Low
- For Infrared Applications, See Applications Notes AN1016 and AN1126
- Operating Voltage Range: MC145026 = 2.5 to 18 V^{*}
 MC145027, MC145028 = ± 1.5 to 18 V
- Low-Voltage Versions Available:
 SC41343 = 2.8 to 10 V Version of the MC145027
 SC41344 = 2.8 to 10 V Version of the MC145028

PIN ASSIGNMENTS



^{*} All MC145026 devices manufactured after date code 9314 or 314 are guaranteed over this wider voltage range. All previous designs using the low-voltage SC41342 should convert to the MC145026, which is a drop-in replacement. The SC41342 part number will be discontinued.

MC145026
MC145027
MC145028
SC41343
SC41344



P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648



D SUFFIX
SOG
CASE 751B



DW SUFFIX
SOG
CASE 751G

ORDERING INFORMATION

MC145025P	Plastic DIP
MC145026D	SOG
MC145027P, SC41343P	Plastic DIP
MC145027DW, SC41343DW	SOG
MC145028P, SC41344P	Plastic DIP
MC145028DW, SC41344DW	SOG

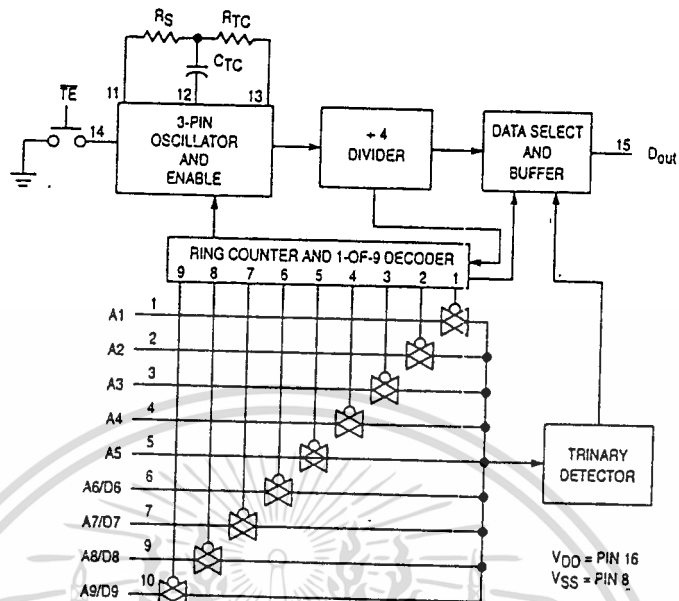


Figure 1. MC145026 Encoder Block Diagram

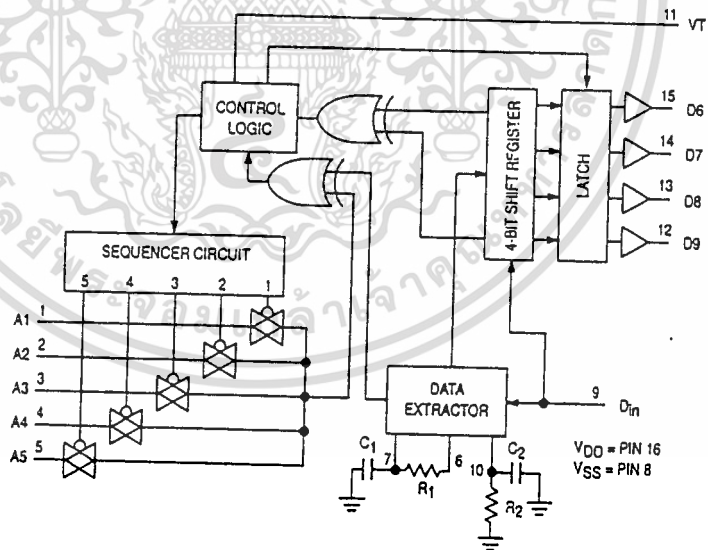


Figure 2. MC145027 Decoder Block Diagram

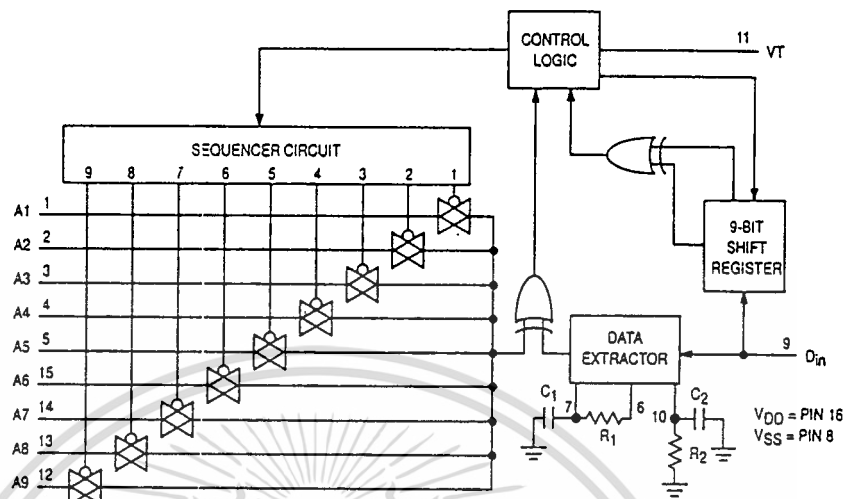


Figure 3. MC145028 Decoder Block Diagram

MAXIMUM RATINGS* (Voltage Referenced to Vss)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage (except SC41343, SC41344)	-0.5 to +18	V
V _{DD}	DC Supply Voltage (SC41343, SC41344 only)	-0.5 to +10	V
V _{in}	DC Input Voltage	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
V _{out}	DC Output Voltage	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
I _{in}	DC Input Current, per Pin	±10	mA
I _{out}	DC Output Current, per Pin	±10	mA
P _D	Power Dissipation, per Package	500	mW
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature, 1 mm from Case for 10 Seconds	260	°C

* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation should be restricted to the limits in the Electrical Characteristics tables or Pin Descriptions section.

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range V_{SS} ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{DD}.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — MC145026*, MC145027, and MC145028 (Voltage Referenced to V_{SS})

Symbol	Characteristic	V _{DD} V	Guaranteed Limit						Unit
			-40°C		25°C		+85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
V _{OL}	Low-Level Output Voltage (V _{in} = V _{DD} or 0)	5.0 10 15	— — —	0.05 0.05 0.05	— — —	0.05 0.05 0.05	— — —	0.05 0.05 0.05	V
V _{OH}	High-Level Output Voltage (V _{in} = 0 or V _{DD})	5.0 10 15	4.95 9.95 14.95	— — —	4.95 9.95 14.95	— — —	4.95 9.95 14.95	— — —	V
V _{IL}	Low-Level Input Voltage (V _{out} = 4.5 or 0.5 V) (V _{out} = 9.0 or 1.0 V) (V _{out} = 13.5 or 1.5 V)	5.0 10 15	— — —	1.5 3.0 4.0	— — —	1.5 3.0 4.0	— — —	1.5 3.0 4.0	V
V _{IH}	High-Level Input Voltage (V _{out} = 0.5 or 4.5 V) (V _{out} = 1.0 or 9.0 V) (V _{out} = 1.5 or 13.5 V)	5.0 10 15	3.5 7.0 11	— — —	3.5 7.0 11	— — —	3.5 7.0 11	— — —	V
I _{OH}	High-Level Output Current (V _{out} = 2.5 V) (V _{out} = 4.5 V) (V _{out} = 9.5 V) (V _{out} = 13.5 V)	5.0 5.0 10 15	-2.5 -0.52 -1.3 -3.6	— — — —	-2.1 -0.44 -1.1 -3.0	— — — —	-1.7 -0.36 -0.9 -2.4	— — — —	mA
I _{OL}	Low-Level Output Current (V _{out} = 0.4 V) (V _{out} = 0.5 V) (V _{out} = 1.5 V)	5.0 10 15	0.52 1.3 3.6	— — —	0.44 1.1 3.0	— — —	0.36 0.9 2.4	— — —	mA
I _{in}	Input Current — $\overline{TE}$ (MC145026, Pull-up Device)	5.0 10 15	— — —	— — —	3.0 16 35	11 60 120	— — —	— — —	μA
I _{in}	Input Current R _S (MC145026), O _{in} (MC145027, MC145028)	15	—	±0.3	—	±0.3	—	±1.0	μA
I _{in}	Input Current A1-A5, A6/D6-A9/D9 (MC145026), A1-A5 (MC145027), A1-A9 (MC145028)	5.0 10 15	— — —	— — —	— — —	±110 ±500 ±1000	— — —	— — —	μA
C _{in}	Input Capacitance (V _{in} = 0)	—	—	—	—	7.5	—	—	pF
I _{DD}	Quiescent Current — MC145026	5.0 10 15	— — —	— — —	— — —	0.1 0.2 0.3	— — —	— — —	μA
I _{DD}	Quiescent Current — MC145027, MC145028	5.0 10 15	— — —	— — —	— — —	50 100 150	— — —	— — —	μA
I _{dd}	Dynamic Supply Current — MC145026 (f _c = 20 kHz)	5.0 10 15	— — —	— — —	— — —	200 400 600	— — —	— — —	μA
I _{dd}	Dynamic Supply Current — MC145027, MC145028 (f _c = 20 kHz)	5.0 10 15	— — —	— — —	— — —	400 800 1200	— — —	— — —	μA

*Also see next Electrical Characteristics table for 2.5 V specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — MC145026 (Voltage Referenced to V_{SS})

Symbol	Characteristic	V _{DD} V	Guaranteed Limit						Unit
			−40°C		25°C		+85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
V _{OL}	Low-Level Output Voltage (V _{in} = 0 V or V _{DD})	2.5	—	0.05	—	0.05	—	0.05	V
V _{OH}	High-Level Output Voltage (V _{in} = 0 V or V _{DD})	2.5	2.45	—	2.45	—	2.45	—	V
V _{IL}	Low-Level Input Voltage (V _{out} = 0.5 V or 2.0 V)	2.5	—	0.3	—	0.3	—	0.3	V
V _{IH}	High-Level Input Voltage (V _{out} = 0.5 V or 2.0 V)	2.5	2.2	—	2.2	—	2.2	—	V
I _{OH}	High-Level Output Current (V _{out} = 1.25 V)	2.5	0.28	—	0.25	—	0.2	—	mA
I _{OL}	Low-Level Output Current (V _{out} = 0.4 V)	2.5	0.22	—	0.2	—	0.16	—	mA
I _{in}	Input Current (T _E — Pull-Up Device)	2.5	—	—	0.09	1.8	—	—	μA
I _{in}	Input Current (A1–A5, A6/D6–A9/D9)	2.5	—	—	—	±25	—	—	μA
I _{DD}	Quiescent Current	2.5	—	—	—	0.05	—	—	μA
I _{dd}	Dynamic Supply Current (f _c = 20 kHz)	2.5	—	—	—	40	—	—	μA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — SC41343 and SC41344 (Voltage Referenced to V_{SS})

Symbol	Characteristic	V _{DD} V	Guaranteed Limit						Unit
			-40°C		25°C		+85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
V _{OL}	Low-Level Output Voltage (V _{in} = 0 V or V _{DD})	2.8	—	0.05	—	0.05	—	0.05	V
		5.0	—	0.05	—	0.05	—	0.05	
		10	—	0.05	—	0.05	—	0.05	
V _{OH}	High-Level Output Voltage (V _{in} = 0 V or V _{DD})	2.8	2.75	—	2.75	—	2.75	—	V
		5.0	4.95	—	4.95	—	4.95	—	
		10	9.95	—	9.95	—	9.95	—	
V _{IL}	Low-Level Input Voltage (V _{out} = 2.3 V or 0.5 V) (V _{out} = 4.5 V or 0.5 V) (V _{out} = 9.0 V or 1.0 V)	2.8	—	0.84	—	0.84	—	0.84	V
		5.0	—	1.5	—	1.5	—	1.5	
		10	—	3.0	—	3.0	—	3.0	
V _{IH}	High-Level Input Voltage (V _{out} = 0.5 V or 2.3 V) (V _{out} = 0.5 V or 4.5 V) (V _{out} = 1.0 V or 9.0 V)	2.8	1.96	—	1.96	—	1.96	—	V
		5.0	3.5	—	3.5	—	3.5	—	
		10	7.0	—	7.0	—	7.0	—	
I _{OH}	High-Level Output Current (V _{out} = 1.4 V) (V _{out} = 4.5 V) (V _{out} = 9.0 V)	2.8	-0.73	—	-0.7	—	-0.55	—	mA
		5.0	-0.59	—	-0.5	—	-0.41	—	
		10	-1.3	—	-1.1	—	-0.9	—	
I _{OL}	Low-Level Output Current (V _{out} = 0.4 V) (V _{out} = 0.5 V) (V _{out} = 1.0 V)	2.8	0.35	—	0.3	—	0.24	—	mA
		5.0	0.8	—	0.6	—	0.4	—	
		10	3.5	—	2.9	—	2.3	—	
I _{in}	Input Current — D _{in}	10	—	±0.3	—	±0.3	—	±1.0	μA
I _{in}	Input Current A1–A5 (SC41343) A1–A9 (SC41344)	2.8	—	—	—	±30	—	—	μA
		5.0	—	—	—	±140	—	—	
		10	—	—	—	±600	—	—	
C _{in}	Input Capacitance (V _{in} = 0)	—	—	—	—	7.5	—	—	pF
I _{DD}	Quiescent Current	2.8	—	—	—	60	—	—	μA
		5.0	—	—	—	75	—	—	
		10	—	—	—	150	—	—	
I _{dd}	Dynamic Supply Current (f _c = 20 kHz)	2.8	—	—	—	300	—	—	μA
		5.0	—	—	—	500	—	—	
		10	—	—	—	1000	—	—	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS — MC145026*, MC145027, and MC145028 ($C_L = 50 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Symbol	Characteristic	Figure #	V_{DD}	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
t_{TLH}, t_{THL}	Output Transition Time	4, 8	5.0 10 15	— — —	200 100 80	ns
t_r	D_{in} Rise Time — Decoders	5	5.0 10 15	— — —	15 15 15	μs
t_f	D_{in} Fall Time — Decoders	5	5.0 10 15	— — —	15 5.0 4.0	μs
f_{osc}	Encoder Clock Frequency	6	5.0 10 15	0.001 0.001 0.001	2.0 5.0 10	MHz
f	Decoder Frequency — Referenced to Encoder Clock	12	5.0 10 15	1.0 1.0 1.0	240 410 450	kHz
t_w	TE Pulse Width — Encoders	7	5.0 10 15	65 30 20	— — —	ns

*Also see next Switching Characteristics table for 2.5 V specifications.

SWITCHING CHARACTERISTICS — MC145026 ($C_L = 50 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Symbol	Characteristic	Figure #	V_{DD}	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
t_{TLH}, t_{THL}	Output Transition Time	4, 8	2.5	—	450	ns
f_{osc}	Encoder Clock Frequency	6	2.5	1.0	250	kHz
t_w	TE Pulse Width	7	2.5	1.5	—	μs

SWITCHING CHARACTERISTICS — SC41343 and SC41344 ($C_L = 50 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Symbol	Characteristic	Figure #	V_{DD}	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
t_{TLH}, t_{THL}	Output Transition Time	4, 8	2.8 5.0 10	— — —	320 200 100	ns
t_r	D_{in} Rise Time	5	2.8 5.0 10	— — —	15 15 15	μs
t_f	D_{in} Fall Time	5	2.8 5.0 10	— — —	15 15 5.0	μs
f	Decoder Frequency — Referenced to Encoder Clock	12	2.8 5.0 10	1.0 1.0 1.0	100 240 410	kHz

MC145028

This decoder operates in the same manner as the MC145027 except that nine address lines are used and no data output is available. The VT output is used to indicate that a valid address has been received. For transmission security, two identical transmitted words must be consecutively received before a VT output signal is issued.

The MC145028 allows 19,683 addresses when trinary levels are used. 512 addresses are possible when binary levels are used.

PIN DESCRIPTIONS

MC145026 ENCODER

A1–A5, A6/D6–A9/D9

Address, Address/Data Inputs (Pins 1–7, 9, and 10)

These address/data inputs are encoded and the data is sent serially from the encoder via the D_{out} pin.

RS, CTC, RTC

(Pins 11, 12, and 13)

These pins are part of the oscillator section of the encoder (see Figure 9).

If an external signal source is used instead of the internal oscillator, it should be connected to the RS input and the RTC and CTC pins should be left open.

TE

Transmit Enable (Pin 14)

This active-low transmit enable input initiates transmission when forced low. An internal pull-up device keeps this input normally high. The pull-up current is specified in the Electrical Characteristics table.

D_{out}

Data Out (Pin 15)

This is the output of the encoder that serially presents the encoded data word.

VSS

Negative Power Supply (Pin 8)

The most-negative supply potential. This pin is usually ground.

VDD

Positive Power Supply (Pin 16)

The most-positive power supply pin.

MC145027 AND MC145028 DECODERS

A1–A5, A1–A9

Address Inputs (Pins 1–5) — MC145027,

Address Inputs (Pins 1–5, 15, 14, 13, 12) — MC145028

These are the local address inputs. The states of these pins must match the appropriate encoder inputs for the VT pin to go high. The local address may be encoded with trinary or binary data.

D6–D9

Data Outputs (Pins 15, 14, 13, 12) — MC145027 ONLY

These outputs present the binary information that is on encoder inputs A6/D6 through A9/D9. Only binary data is acknowledged; a trinary open at the MC145026 encoder is decoded as a high level (logic 1).

D_{in}

Data In (Pin 9)

This pin is the serial data input to the decoder. The input voltage must be at CMOS logic levels. The signal source driving this pin must be dc coupled.

R₁, C₁

Resistor 1, Capacitor 1 (Pins 6, 7)

As shown in Figures 2 and 3, these pins accept a resistor and capacitor that are used to determine whether a narrow pulse or wide pulse has been received. The time constant $R_1 \times C_1$ should be set to 1.72 encoder clock periods:

$$R_1 C_1 = 3.95 R_{TC} C_{TC}$$

R₂/C₂

Resistor 2/Capacitor 2 (Pin 10)

As shown in Figures 2 and 3, this pin accepts a resistor and capacitor that are used to detect both the end of a received word and the end of a transmission. The time constant $R_2 \times C_2$ should be 33.5 encoder clock periods (four data periods per Figure 11): $R_2 C_2 = 77 R_{TC} C_{TC}$. This time constant is used to determine whether the D_{in} pin has remained low for four data periods (end of transmission). A separate on-chip comparator looks at the voltage-equivalent two data periods ($0.4 R_2 C_2$) to detect the dead time between received words within a transmission.

VT

Valid Transmission Output (Pin 11)

This valid transmission output goes high after the second word of an encoding sequence when the following conditions are satisfied:

1. the received addresses of both words match the local decoder address, and
2. the received data bits of both words match

VT remains high until either a mismatch is received or no input signal is received for four data periods.

VSS

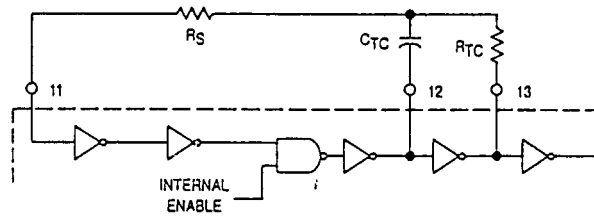
Negative Power Supply (Pin 8)

The most-negative supply potential. This pin is usually ground.

VDD

Positive Power Supply (Pin 16)

The most-positive power supply pin.



This oscillator operates at a frequency determined by the external RC network; i.e.,

$$f = \frac{1}{2.3 R_{TC} C_{TC}'} \text{ (Hz)}$$

for 1 kHz $\leq f \leq$ 400 kHz

where: $C_{TC}' = C_{TC} + C_{\text{layout}} + 12 \text{ pF}$

$R_S = 2 R_{TC}$

$R_S \geq 20 \text{ k}$

$R_{TC} \geq 10 \text{ k}$

$400 \text{ pF} < C_{TC} < 15 \text{ }\mu\text{F}$

The value for R_S should be chosen to be ≥ 2 times R_{TC} . This range ensures that current through R_S is insignificant compared to current through R_{TC} . The upper limit for R_S must ensure that $R_S \times 5 \text{ pF}$ (input capacitance) is small compared to $R_{TC} \times C_{TC}$.

For frequencies outside the indicated range, the formula is less accurate. The minimum recommended oscillation frequency of this circuit is 1 kHz. Susceptibility to externally induced noise signals may occur for frequencies below 1 kHz and/or when resistors utilized are greater than 1 M Ω .

Figure 9. Encoder Oscillator Information

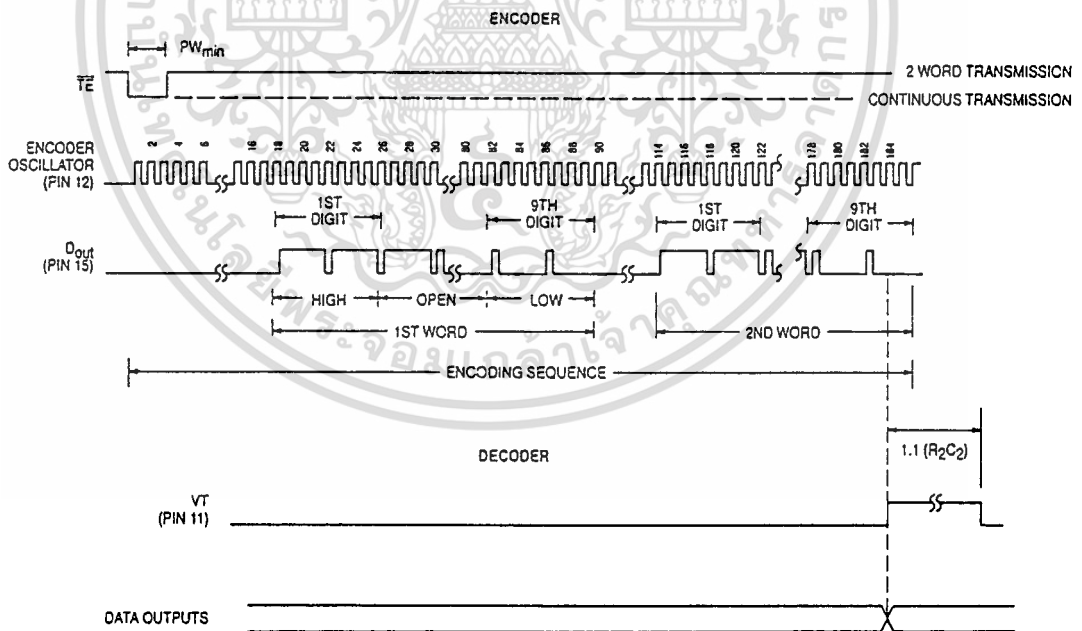


Figure 10. Timing Diagram

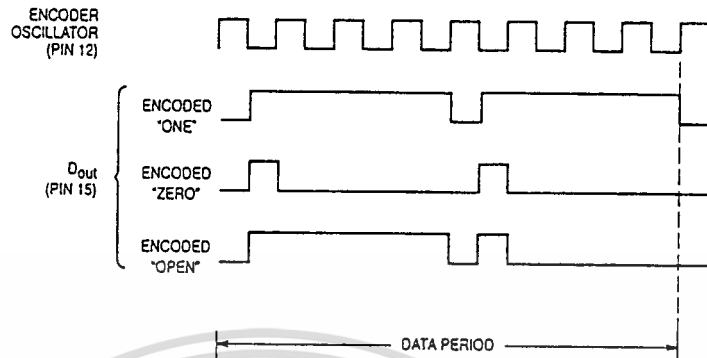


Figure 11. Encoder Data Waveforms

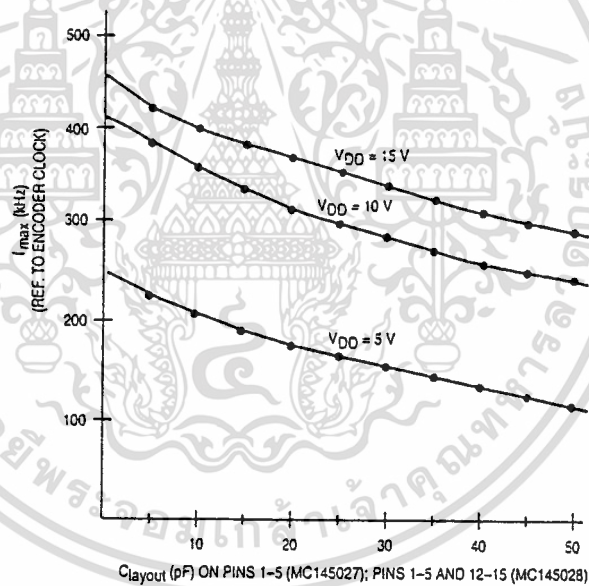


Figure 12. $f_{\max}$ vs C_{layout} — Decoders Only

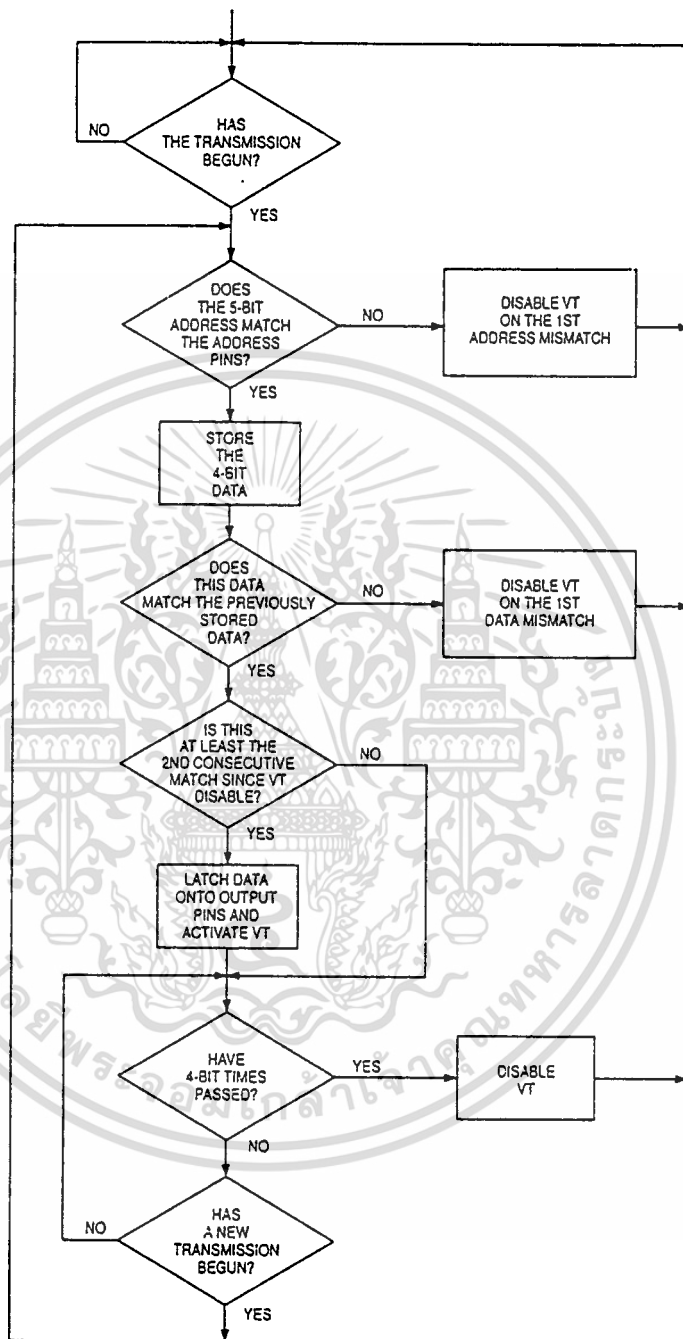


Figure 13. MC145027 Flowchart

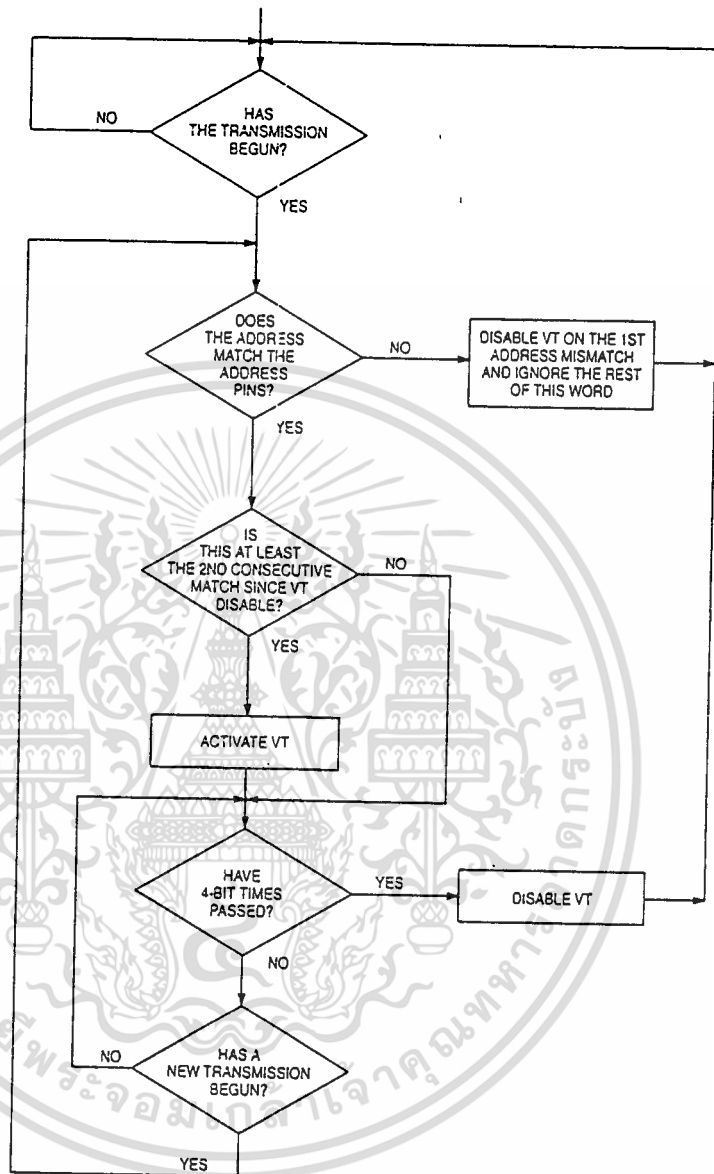


Figure 14. MC145028 Flowchart

MC145027 AND MC145028 TIMING

To verify the MC145027 or MC145028 timing, check the waveforms on C1 (Pin 7) and R2/C2 (Pin 10) as compared to the incoming data waveform on D_{in} (Pin 9).

The R-C decay seen on C1 discharges down to 1/3 V_{DD} before being reset to V_{DD}. This point of reset (labelled "DOS" in Figure 15) is the point in time where the decision is made whether the data seen on D_{in} is a 1 or 0. DOS should not be too close to the D_{in} data edges or intermittent operation may occur.

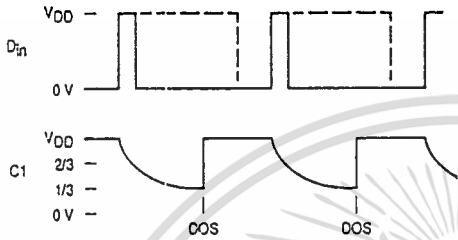


Figure 15. R-C Decay on Pin 7 (C1)

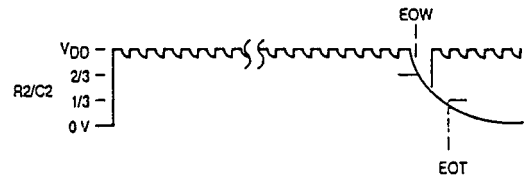
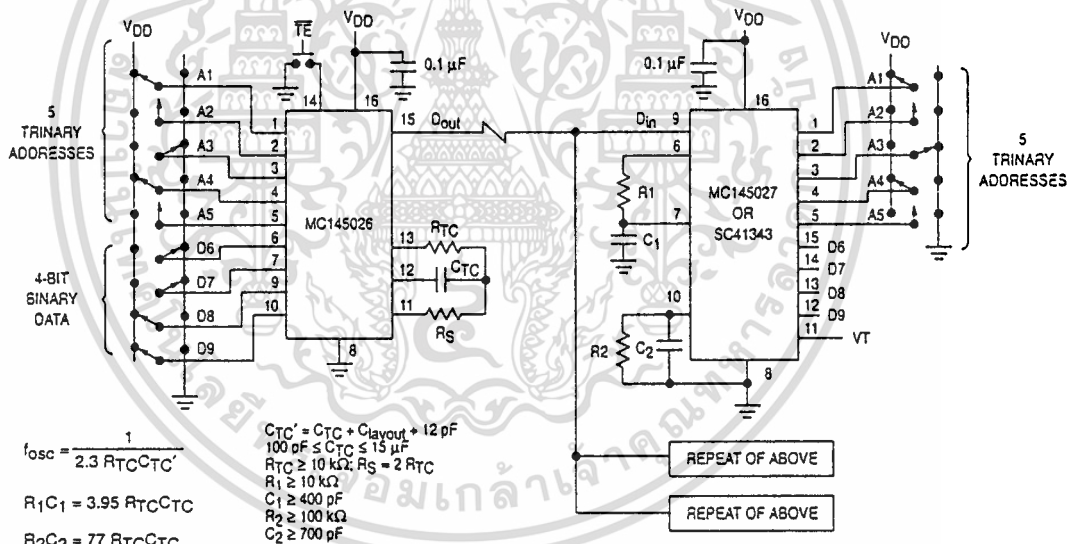


Figure 16. R-C Decay on Pin 10 (R2/C2)

The other timing to be checked on the MC145027 and MC145028 is on R2/C2 (see Figure 16). The R-C decay is continually reset to V_{DD} as data is being transmitted. Only between words and after the end-of-transmission (EOT) does R2/C2 decay significantly from V_{DD}. R2/C2 can be used to identify the internal end-of-word (EOW) timing edge which is generated when R2/C2 decays to 2/3 V_{DD}. The internal EOT timing edge occurs when R2/C2 decays to 1/3 V_{DD}. When the waveform is being observed, the R-C decay should go down between the 2/3 and 1/3 V_{DD} levels, but not too close to either level before data transmission on D_{in} resumes.

Verification of the timing described above should insure a good match between the MC145026 transmitter and the MC145027 and MC145028 receivers.



Example R/C Values (All Resistors and Capacitors are $\pm 5\%$)

(CTC' = CTC + 20 pF)

f _{osc} (kHz)	R _{TC}	CTC'	R _S	R ₁	C ₁	R ₂	C ₂
362	10 k	120 pF	20 k	10 k	470 pF	100 k	910 pF
191	10 k	240 pF	20 k	10 k	910 pF	100 k	1800 pF
83.7	10 k	490 pF	20 k	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
42.5	10 k	1020 pF	20 k	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	2020 pF	20 k	10 k	8200 pF	100 k	0.015 μ F
9.53	10 k	5100 pF	20 k	10 k	0.02 μ F	200 k	0.02 μ F
1.71	50 k	5100 pF	100 k	50 k	0.02 μ F	200 k	0.1 μ F

Figure 17. Typical Application

APPLICATIONS INFORMATION

INFRARED TRANSMITTER

In Figure 18, the MC145026 encoder is set to run at an oscillator frequency of about 4 to 9 kHz. Thus, the time required for a complete two-word encoding sequence is about 20 to 40 ms. The data output from the encoder gates an RC oscillator running at 50 kHz; the oscillator shown starts rapidly enough to be used in this application. When the "send" button is not depressed, both the MC145026 and oscillator are in a low-power standby state. The RC oscillator has to be trimmed for 50 kHz and has some drawbacks for frequency stability. A superior system uses a ceramic resonator oscillator running at 400 kHz. This oscillator feeds a divider as shown in Figure 19. The unused inputs of the MC14011UB must be grounded.

The MLED81 IRED is driven with the 50-kHz square wave at about 200 to 300 mA to generate the carrier. If desired, two IREDs wired in series can be used (see Application Note AN1016 for more information). The bipolar IRED switch, shown in Figure 18, offers two advantages over a FET. First, a logic FET has too much gate capacitance for the MC14011UB to drive without waveform distortion. Second, the bipolar drive permits lower supply voltages, which are an advantage in portable battery-powered applications.

The configuration shown in Figure 18 operates over a supply range of 4.5 to 18 V. A low-voltage system which operates down to 2.5 V could be realized if the oscillator section of a MC74HC4060 is used in place of the MC14011UB. The data output of the MC145026 is inverted and fed to the RESET pin of the MC74HC4060. Alternately, the MC74HCU04 could be used for the oscillator.

Information on the MC14011UB is in book number DL131/D. The MC74HCU04 and MC74HC4060 are found in book number DL129/D.

INFRARED RECEIVER

The receiver in Figure 20 couples an IR-sensitive diode to input preamp A1, followed by band-pass amplifier A2 with a gain of about 10. Limiting stage A3 follows, with an output of about 800 mVp-p. The limited 50 kHz burst is detected by comparator A4 that passes only positive pulses, and peak-detected and filtered by a diode/RC network to extract the data envelope from the burst. Comparator A5 boosts

the signal to logic levels compatible with the MC145027/28 data input. The Din pin of these decoders is a standard CMOS high-impedance input which must *not* be allowed to float. Therefore, direct coupling from A5 to the decoder input is utilized.

Shielding should be used on at least A1 and A2, with good ground and high-sensitivity circuit layout techniques applied.

For operation with supplies higher than +5 V, limiter A4's positive output swing needs to be limited to 3 to 5 V. This is accomplished via adding a zener diode in the negative feedback path, thus avoiding excessive system noise. The biasing resistor stack should be adjusted such that V3 is 1.25 to 1.5 V.

This system works up to a range of about 10 meters. The gains of the system may be adjusted to suit the individual design needs. The 100 Ω resistor in the emitter of the first 2N5088 and the 1 k Ω resistor feeding A2 may be altered if different gain is required. In general, more gain does not necessarily result in increased range. This is due to noise floor limitations. The designer should increase transmitter power and/or increase receiver aperture with fresnel lensing to greatly improve range. See applications note AN1016 for additional information.

Information on the MC34074 is in data book DL128/D.

TRINARY SWITCH MANUFACTURERS

Midland Ross—Electronic Connector Div.

617/491-5400

Grayhill

312/354-1040

Augat/Alcoswitch

617/685-4371

Aries Electronics

201/996-6841

The above companies may not have the switches in a DIP. For more info, call them or consult EEM or Gold Book. Ask for SPDT with center OFF.

Alternative: A SPST can be placed in series between a SPDT and the Encoder or Decoder to achieve trinary action.

Motorola cannot recommend one supplier over another and in no way suggests that this is a complete listing of trinary switch manufacturers.

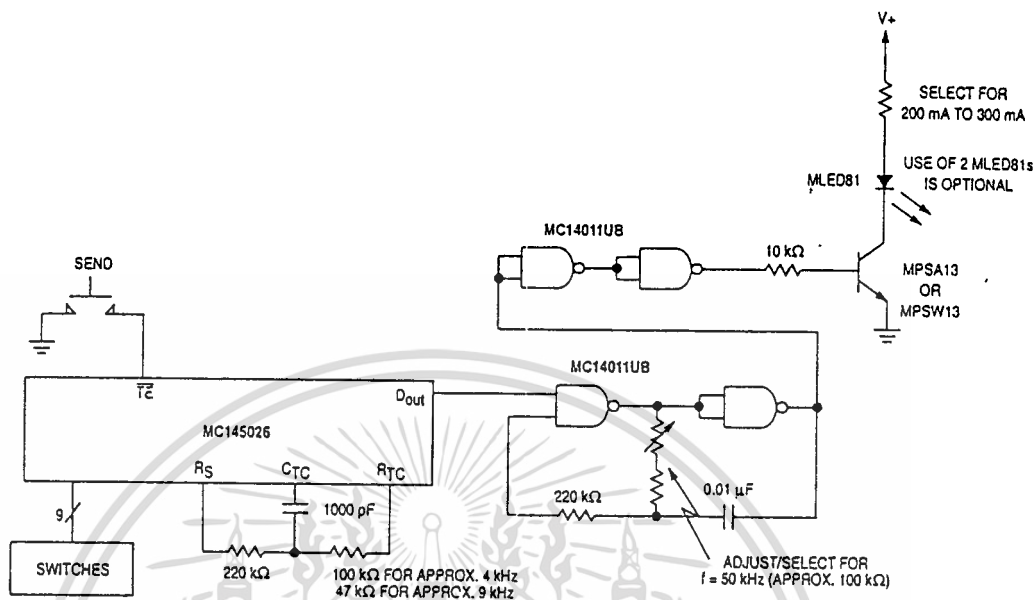


Figure 18. IRED Transmitter Using RC Oscillator to Generate Carrier Frequency

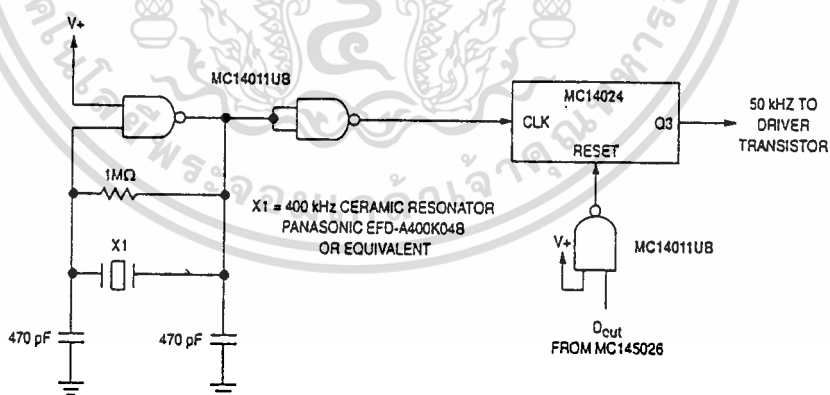


Figure 19. Using a Ceramic Resonator to Generate Carrier Frequency

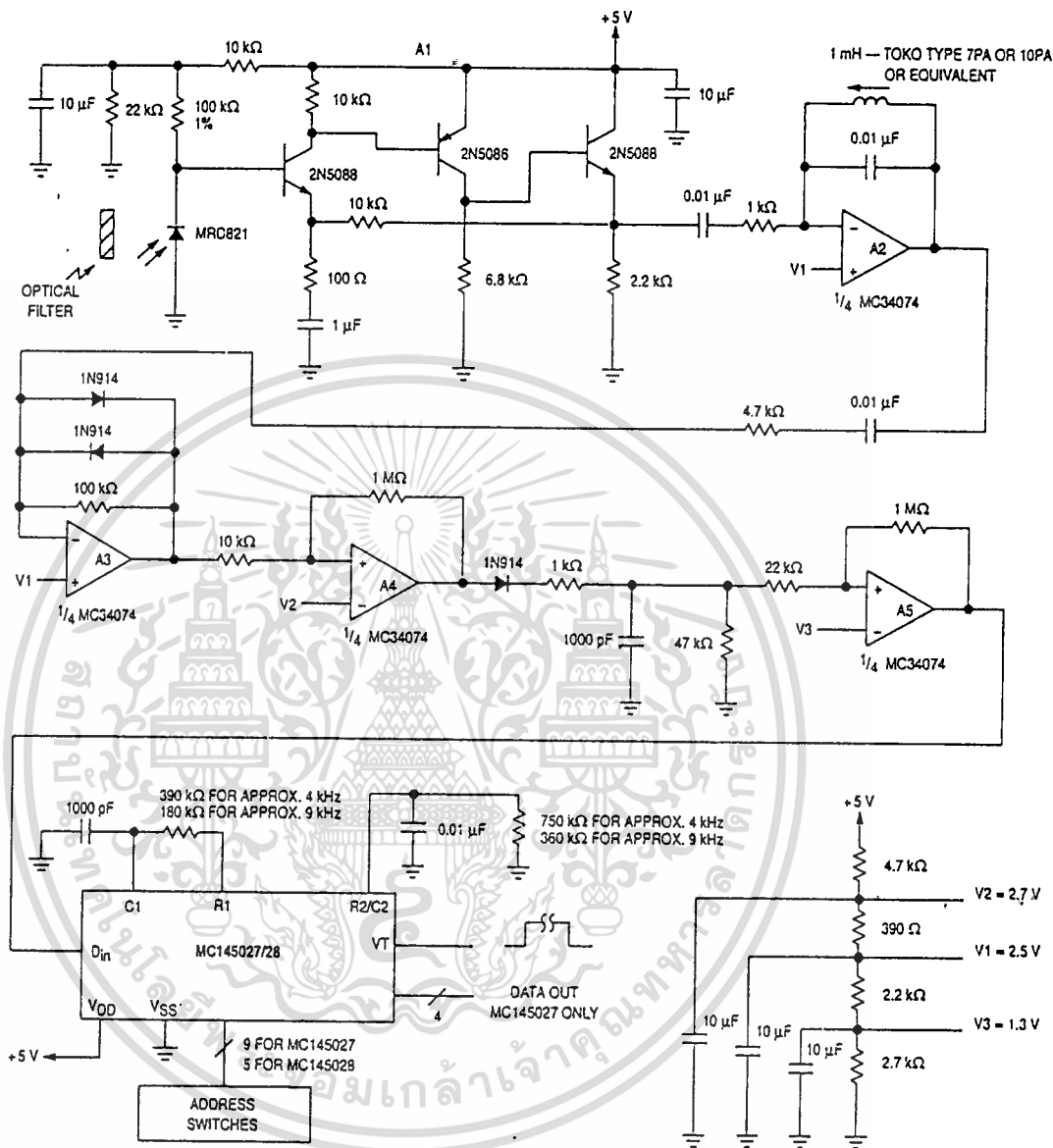


Figure 20. Infrared Receiver