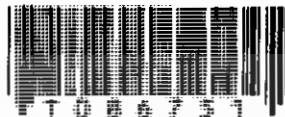


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถตรวจการณ์  
SURVEILLANCE CAR



FT 0 6 5 7 5 1



นาย วารินทร์	ริมปรีงยี	38013378
นาย วิชิต	เชื่อนาวิน	38013379
นาย สว่างพงษ์	พานทอง	38013386

เลขที่.....  
เลขทะเบียน..... 86751  
วัน,เดือน,ปี 14 ส.ค. 2552

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม  
ภาควิชา เทคโนโลยีอุตสาหกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## หัวข้อปริญญาานิพนธ์

## รถตรวจการณ์

โดย	นาย วารินทร์	ริมปริงษ์	38013378
	นาย วิชิต	เชื่อนาวิน	38013379
	นาย สว่างพงษ์	พานทอง	38013386

## อาจารย์ที่ปรึกษา

## อาจารย์ บุญยชนะ

## ภูระหงษ์

### บทคัดย่อ:

ในปัจจุบันเราได้คำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกเป็นพื้นฐานสำคัญในการทำงานในด้านต่างๆ

ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทางกลุ่มโครงการได้ทำการคิดค้นออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถจะตอบสนองต่อความสะดวกและปลอดภัย โดยที่ลักษณะโครงการที่สร้างขึ้นมานี้ จะถูกใช้งานเป็นตัวแทนของมนุษย์ในการเข้าตรวจตรา บริเวณพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมกับการตรวจตราโดยใช้ตัวมนุษย์เอง ซึ่งเป็นที่มาของชื่อโครงการว่า " รถตรวจการณ์ " ซึ่งจะมีลักษณะเป็นตัวรถที่สามารถบังคับได้ในระยะที่ปลอดภัย และส่งภาพเหตุการณ์บางส่วนกลับมาได้โดยใช้กล้องโทรทัศน์ขาวดำขนาดเล็ก ทำงานร่วมกับตัวเครื่องส่งสัญญาณภาพที่นำไปติดอยู่บนตัวรถ ส่วนตัวเครื่องรับสัญญาณภาพ สามารถใช้เครื่องรับโทรทัศน์ที่ใช้กันทั่วไป โดยจะส่งสัญญาณในช่วงความถี่ประมาณ 430 - 520 เมกะเฮิร์ตซ์ซึ่งอยู่ในย่านความถี่สูง และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งสำหรับโครงการนี้คือ สามารถนำไปเป็นแนวคิดในการพัฒนาประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS

SERVEILLANCE CAR

NAME	Mr.	VARIN	RIMPIRUNGSE	38013378
	Mr.	WICHIT	CHUANAVIN	38013379
	Mr.	SAWANGPONG	PHANTHONG	38013386

ADVISER Mr. BOONCHANA PHURAHONG

Abstract:

Nowadays safety and convenience are considered as major fundaments for various operations.

Thus, it is essential reason for our working group to invent the device to serv the safety and convenience purposes. The project objective is to invent unsuitable for human to go by themselves. This lead to project of " SERVEILLANCE CAR " Which is a remote control car (Equipped with black and white TV camera and vedio sender) from the safety distance control station at the UHF rang (Frequency about 430 - 520 MHz) whereas the reciever can be ordinary TV monitor. The other benifit of this project is it will lead to the future development.

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิด, อาจารย์ บุญชนะ ภูระหงษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาตลอดจน คณะอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่พวกผมทุกคน อันเป็นผลให้วันนี้ และทำให้ปริญญาบัตรนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณสมโชค สุขเกื้อ หัวหน้าศูนย์วิศวกรรมภาคกลางและตะวันออก ฝ่ายวิศวกรรม อ.ส.ม.ท. ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ เครื่องมือวัดต่างๆคุณ มนตรี ไชยโครต ที่ช่วยเป็นที่ปรึกษาในเรื่องวงจรบังคับรถตรวจการและเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเหลือ

ขอบคุณ หนังสือตำราต่างๆที่ให้ฉันคว้า

นาย วารินทร์ ริมปริงษ์  
นาย วิชิต เชื้อนาวัน  
นาย สว่างพงษ์ พานทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการ	3
2.1 การส่งโทรทัศน์	3
2.2 ตัวอย่างพื้นฐานของวงจรผลิตความถี่	10
บทที่ 3 โครงการทำงานของฮาร์ดแวร์	16
3.1 CCD กล้องวิดีโอขนาดเล็ก	16
3.2 ส่วนเครื่องส่งสัญญาณภาพ	17
3.3 ส่วนบังคับปรก	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง	43
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์โครงการ	47
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ก. วงจรและลายทองแดงของฮาร์ดแวร์	
ข. DATA SHEET	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

ในโลกปัจจุบัน ซึ่งสภาพแวดล้อมใกล้ตัวไม่ได้มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน อุปกรณ์ป้องกันภัยได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากมาเช่นเดียวกับเทคโนโลยีอื่นการนำเอากล้องโทรทัศน์วงจรปิดมาใช้ในการป้องกันภัยทางทรัพย์สินของสำนักงาน ห้างร้านต่างๆซึ่งจะทำให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น

ดังนั้นในโครงการนี้คณะผู้จัดทำจึงได้เสนอแนวความคิดในการนำกล้องโทรทัศน์วงจรปิดมาใช้ประโยชน์ในการให้ความปลอดภัยที่อาจเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้โดยการเสนอโครงการนี้เราได้มองเห็นความสำคัญต่อมนุษย์ โดยในโครงการนี้ได้นำกล้องโทรทัศน์วงจรปิดติดกับตัวรถบังคับที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของรถได้เพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมที่เป็นพิษที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นเพียงโครงการประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อความปลอดภัยของมนุษย์ และสามารถนำไปพัฒนาหรือเป็นแนวทางในการประดิษฐ์โครงการใหม่ๆที่เป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต ซึ่งโครงการรถตรวจการนี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน โดยเราจะอธิบายหลักการทำงานของทุกๆส่วนคร่าวๆให้เข้าใจก่อนเข้าสู่เนื้อหาโครงการรถตรวจการณ้จริง ส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนมีดังนี้

1.ตัวรถที่ใช้จะเป็นตัวรถที่ถูกดัดแปลงส่วนต่างๆให้เป็นไปตามลักษณะที่กลุ่มโครงการของเราต้องการ โดยจะติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงสองตัวซึ่งใช้ในการเดินหน้าและถอยหลัง, เลี้ยวซ้ายและขวา โดยที่มอเตอร์ทั้งสองตัวนี้จะถูกนำไปขับเฟืองที่ถูกออกแบบตามลักษณะที่เราต้องการอีกทีหนึ่งจึงจะทำการเลี้ยวซ้าย, เลี้ยวขวา, เดินหน้าและถอยหลังได้

2.ชุดควบคุมรถตรวจการณ้ ในส่วนนี้จะมีเครื่องส่งสัญญาณควบคุมและเครื่องรับ เครื่องส่งสัญญาณควบคุมมีหลักการดังนี้คือ จะใช้สัญญาณควบคุมเป็นสัญญาณโทรศัพท์ DTMF ( DUAL TONE MULTI FREQUENCY ) เช่นเดียวกับการกดปุ่มเพื่อที่จะโทรศัพท์ซึ่งจะเลือกสัญญาณ DTMF นี้มาใช้หสัญญาณ ตามความต้องการของโครงการและนำไปทำการ MODULATION และส่งสัญญาณออกอากาศ เครื่องรับจะทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกมาส่วนสัญญาณอื่นจะถูกตัดทิ้งไป และนำสัญญาณควบคุม DTMF นี้มาทำการแปลงเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BCD ( BINARY CODE DIGIT )ขนาด 4 บิต แล้นำเอาต์พุต BCD ที่ ได้ ไปแปลงเป็นเลขฐานสิบ (DECIMAL) ซึ่งจะนำเอาเอาต์พุตส่วนนี้ไปควบคุมมอเตอร์ และสวิตซ์ปิดเปิดไฟหน้า

### 3.กล้องวิดีโอขนาดเล็ก (CCD)

CCD เป็นโมดูลของกล้องวิดีโอแบบขาวดำที่ต่อสำเร็จรูปขนาดของ CCD เล็กมากประกอบอยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์แบบสองหน้าขนาด 54 มม. X 38 มม. ตัวเลนส์รับภาพมีความสูงจากแผ่นวงจรพิมพ์ 27 มม. สามารถทำงานในที่มืดต่ำกว่า 0.1 ลักซ์ได้โดยใช้ลำแสงอินฟราเรดมีน้ำหนักประมาณ 33 กรัม

### 4.เครื่องส่งสัญญาณภาพจากกล้องวิดีโอขนาดเล็ก หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า

VIDEO SENDER หลักการทำงานคร่าวๆมีดังนี้คือจะรับอินพุตสัญญาณภาพจาก CCDมาทำการผสมกับคลื่นพาหะที่ถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการ การทวีคูณความถี่โดยเริ่มจากวงจรผลิตความถี่ ผลิตความถี่ 62.5 MHz ความถี่นี้จะถูกทวีคูณเพิ่มเป็นสองเท่าเป็น 125 , 250 , 500 MHz ซึ่งความถี่ 500 MHz จะถูกนำไปเป็น CARRIER ผสมกับสัญญาณภาพและขับส่งออกอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการ

### 2.1 การส่งโทรทัศน์ (Television Broadcasting)

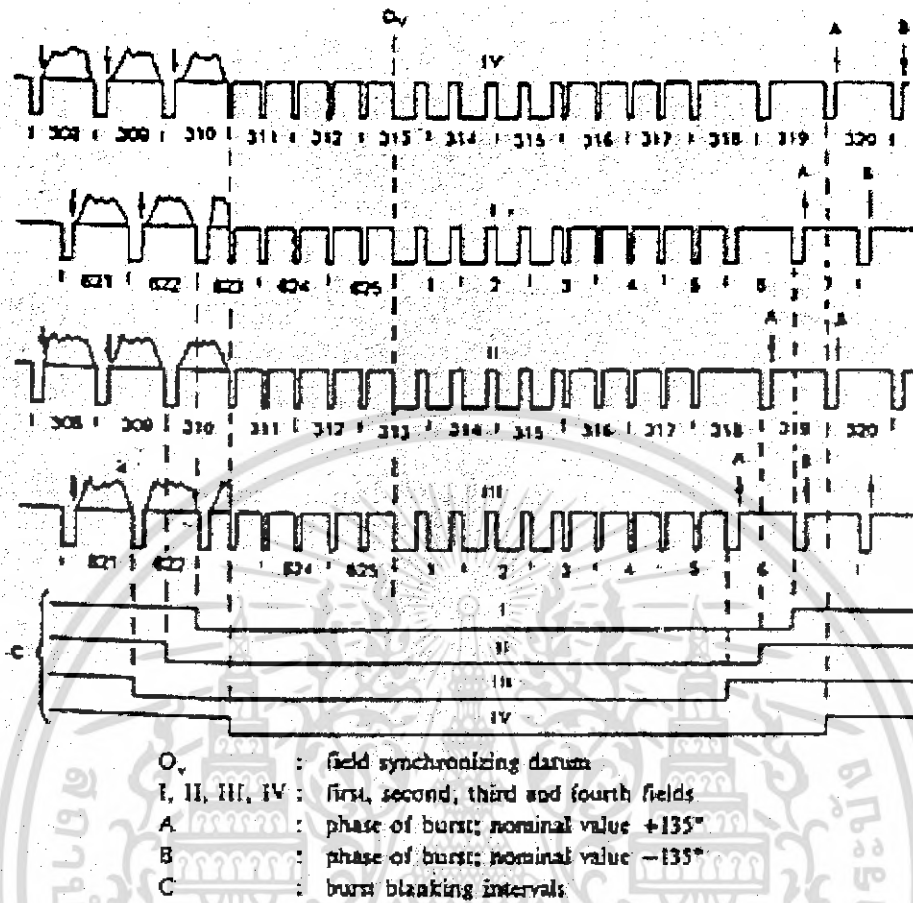
#### ลักษณะของสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำ (Black and White Television Signal)

สัญญาณโทรทัศน์ขาวดำประกอบด้วยสัญญาณภาพ (Picture Signal) กับสัญญาณซิงค์ เมื่อเอาสัญญาณทั้งสองนี้รวมกันจะเรียกว่า สัญญาณวิดีโอ (Video signal) และสัญญาณที่เกิดจากการนำสัญญาณวิดีโอมาอดดูเลขขึ้นกับคลื่นพาห์เรียกว่า สัญญาณวิชั่น (Vision signal)

ค่าเฉลี่ยของความถี่แสง คือ ศากระดับไฟตรง (D.C.) จะต้องถูกส่งออกไปด้วย จึงสามารถทำให้สัญญาณภาพและสัญญาณซิงค์ ถูกแยกออกจากกันได้ โดยอาศัยความแตกต่างกันทางขนาด

การส่งโทรทัศน์ในประเทศไทยใช้มาตรฐานของ CCIR ซึ่งได้กำหนดลักษณะของสัญญาณวิดีโอมีรูปร่างดังรูปที่ 2.1.1 สัญญาณเช่นนี้จะทำให้ภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์มีลักษณะเป็นเส้นโดยเกิดจากการกวาด (scanning) ของลำอิเล็กตรอน การกวาดแต่ละเส้นใช้เวลา 64 ไมโครวินาที ภาพเต็มจอ หรือ 1 ภาพ (Frame) ประกอบด้วยเส้นภาพ 625 เส้น (Line)

การกวาดจะทำการกวาดเส้นจำนวนคี่ก่อน แล้วจึงมาเป็นเส้นจำนวนคู่เรียกว่า การกวาดแบบ Interlaced Scanning ดังนั้น ใน 1 ภาพ ประกอบด้วย 2 ฟิลด์ (Field) จึงเกิดภาพขึ้นมาเป็นจำนวน 25 ภาพต่อวินาที



รูปที่ 2.1.1 Video Signal

**ความถี่พาห้สำหรับการส่งโทรทัศน์**

ในการส่งโทรทัศน์นั้น ความถี่พาห้ที่จะใช้สำหรับแต่ละช่องสัญญาณหรือสำหรับแต่ละสถานีส่งโทรทัศน์นั้น จะถูกกำหนดให้อยู่ในย่าน VHF และ UHF ก็เพราะสัญญาณรวมมีแถบความถี่กว้างถึง 5 MHz ย่านความถี่ที่กำหนดให้แบ่งออกเป็นหลายย่าน ดังนี้

ย่าน VHF ล่าง	แบนด์ I	41	---	65 MHz
ย่าน VHF บน	แบนด์ III	174	---	230 MHz
ย่าน UHF	แบนด์ IV	470	---	582 MHz
ย่าน UHF	แบนด์ V	606	---	790 MHz

(แบนด์ II 88 MHz ถึง 108 MHz ใช้สำหรับวิทยุกระจายเสียงระบบเอฟเอ็ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Band	Ch	Frequency (MHz)	Picture Carrier (MHz)	Sound Carrier (MHz)
I (MHz) (41-68)	1	41-47	(ไม่ใช่ส่งโทรทัศน์)	(ไม่ใช่ส่งโทรทัศน์)
	2	47-54	48.25	53.75
	3	54-61	55.25	60.75
	4	61-68	62.25	67.75
II (MHz) (174-223)	5	174-181	175.25	180.75
	6	181-188	182.25	187.75
	7	188-195	189.25	194.75
	8	195-202	196.25	201.75
	9	202-209	203.25	208.75
	10	209-216	210.25	215.75
	11	216-223	217.25	222.75
	12	223-230	224.25	229.75

ตารางที่ 1 การกำหนดช่องโทรทัศน์ (CCIR-B)

Standard	A Britain	B EBU1	C Belgaim1	D Russia	E France1	F Belgaim2	M USA
Lines	405	625	625	625	819	819	525
Field/Sec	50	50	50	50	50	50	60
Frame/Sec	25	25	25	25	25	25	30
Lines/Sec	10125	15625	15625	15625	20475	20475	15750
Time of Line (uS)	98.7	64	64	64	48.84	48.84	63.5
V i d e o B.W. (MHz)	3	5	5	6	10	5	4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Grammar	0.4-0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.45
Vestigial S.B. (MHz)	+0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-2	-0.75	-0.75
Standard	A Britain	B EBU1	C Belgaim1	D Russia	E France1	F Belgaim2	M USA
Distance of Sound & Video Freq	-3.5	+5.5	+5.5	+6.5	+11.15	+5.5	+4.5
A.M. Video Modulate	+	-	+	-	+	+	-
S o u n d Modulate	AM	FM	AM	FM	AM	AM	FM
Deviation of Sound Frequency		± 50		± 50			± 25
(KHz) Pre- Amphasis		50		50			75
Channel B.W.	5	7	7	8	14	7	6
Power Ratio of Picture & Sound	4:1	5:1	4:1	5:1	4:1	4:1	10:1
% Level of Top Black	35	75	25	75	25	25	75
Blanking	30 %	75 %	25 %	75 %	25 %	25 %	75 %
W h i t e Level	10 %	10 %	100 %	10 %	100 %	100 %	12.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 มาตรฐานสากลของการส่งโทรทัศน์ (ระบบ CCIR)

ช่อง 1 ไม่ใช้กับการส่งโทรทัศน์ ใช้เพื่อกิจการอย่างอื่น

Standard	G	H	I Britain	K Russia	L France 2	N Argentina
UHF 625 Line 50 Field						
Video B.W. (MHz)	5	5	5.5	6	6	4.2
Distance of Sound & Video Freq	5.5 MHz	5.5 MHz	6 MHz	6.5 MHz	6.5 MHz	4.5 MHz
Video Modulate	-	-	-	-	+	+
Sound Modulate	FM	FM	FM	FM	AM	FM
Power Ratio of Picture & Sound	10:1	10:1	10:1	10:1	8:1	10:1
Vestigial S . B . (MHz)	0.75 PAL/ SECAM_3	1.25 PAL/ SECAM_3	1.25 PAL	0.75 SECAM_3	1.25 SECAM_3	0.75 SECAM_3

ตารางที่ 3 เป็นมาตรฐานสากลสำหรับการส่งโทรทัศน์ของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ระบบการส่งโทรทัศน์ทุกระบบ Aspect ratio หรืออัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของภาพ 4:1 การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

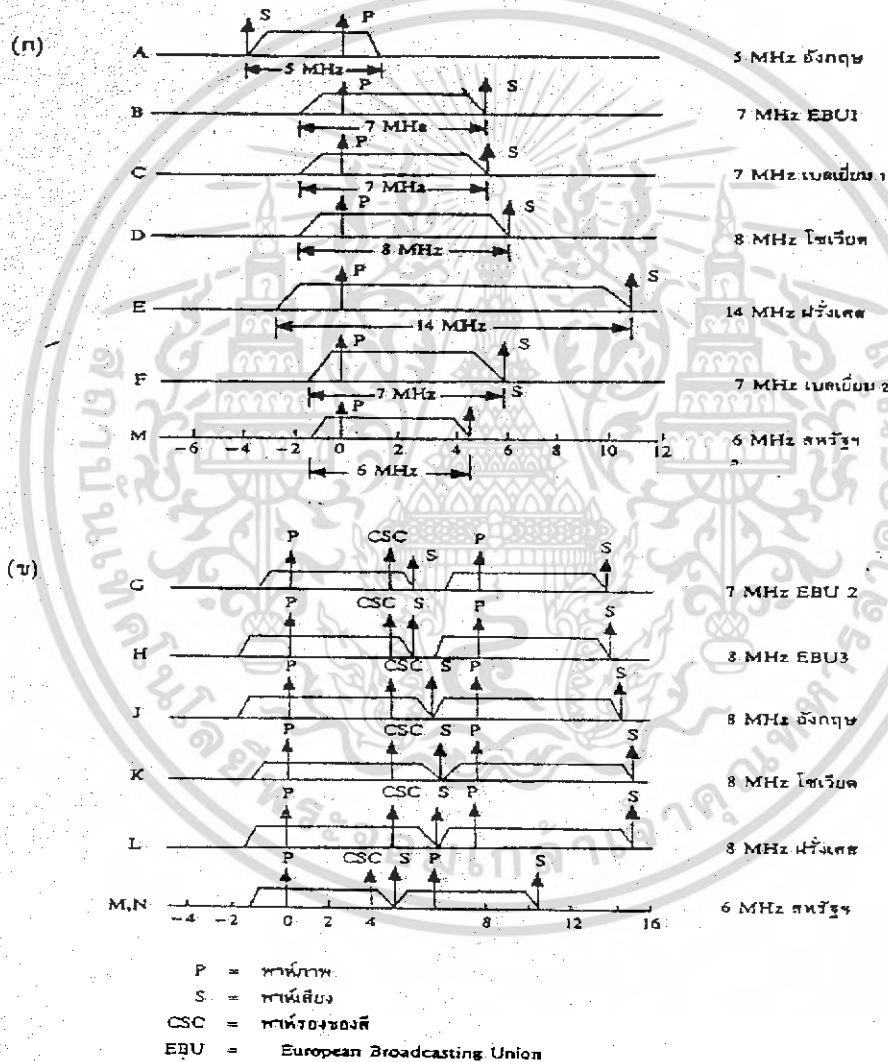
กวาดของเส้นภาพเป็นแบบสอดแทรก (interlace scanning) โดยกวาดจากซ้ายไปขวา จากบนมาล่าง ความถี่ของฟิลด์ปกติจะเท่ากับความถี่ของไฟฟ้าที่ใช้ในบ้าน ทุกระบบ ยกเว้นระบบ 405 เส้นของอังกฤษ คลื่นที่ส่งออกไปเป็นแบบ Horizontal polarization สายอากาศของเครื่องรับจะวางขนานกับพื้นโลก

Country	Standard	Country	Standard
Argentina	N	Ugoslavia	B,G
Austria	B	Australia	B
Belgiam	C,F	Bangladesh	B
Canada	M	Bulgana	D
Check Republic	D	Srlanka	B
Egypt	B	Denmark	B
France	E,L	Findland	B
Hungary	D	Gana	B,G
India	B	Natherland	B
Irland	A	Iran	M
Japan	M	Italy	B,G
Korea	M	Jordan	B,G
Malaysia	B,G	Luxemberg	F
New Zealand	B	Mexico	M
Norway	B	Morocco	B
Panama	M	Nigena	B
Portugal	B	Pakistan	B
Romania	D	Poland	D
Singapore	B,G	Simbubway	B
Sweden	B	Saudi Arabia	M
USA	M	Espain	B
West Germany	B,G	Britian	A,I
East Germany	D	Russia	D,K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thailand	B	Monaco	E
----------	---	--------	---

ตารางที่ 4 มาตรฐานโทรทัศน์ในประเทศต่าง ๆ



รูปที่ 2.1.2 แสดง คุณลักษณะของช่องในระบบโทรทัศน์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ช่องในย่าน VHF (ข) ช่องในย่าน UHF

### เครื่องส่งโทรทัศน์

เครื่องส่งโทรทัศน์ประกอบด้วย เครื่องส่งภาพและเสียงการมอดดูเลชันของสัญญาณซึ่งเป็นแบบเอเอ็ม สามารถกระทำได้ที่ระดับกำลังต่ำหรือสูง แต่นิยมจะกระทำที่กำลังต่ำ ณ ความถี่ปลานกลาง ( Low power, IF modulation system )

### 2.2 ตัวอย่างวงจรออสซิลเลเตอร์

วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติสำคัญ 4 ประการคือ

1. มีเสถียรภาพของวงจรดี
  2. ให้รูปที่เป็นไซน์เวฟจริงๆ
  3. มีสัญญาณรบกวนต่ำ
- เป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องกับวงจรอื่น ๆ

แต่ในทางปฏิบัติแล้วก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับวงจรออสซิลเลเตอร์ วงจรที่ออกแบบมาเป็นอย่างดีบางครั้งเมื่อนำไปใช้งานจริงกลับมีปัญหา เช่นปัญหาจากออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ ที่ใช้ในวงจรออสซิลเลเตอร์ หากออกแบบให้มีลายทองแดงยาวหรือเลี้ยวไปเลี้ยวมาเกินความจำเป็น ก็จะเป็นการทำให้เกิดค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุที่ไม่ต้องการเกิดขึ้นมา อันมีผลทำให้ความถี่และการทำงานของวงจรผิดพลาดได้ วงจรออสซิลเลเตอร์มีอยู่มากมายหลายแบบ ดังรูปที่ 2.2.1

ดังรูปที่ 2.2.1(ก) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบอินดักทีฟคัปเปิล นิยมใช้กันในยุคแรกของการเริ่มต้นวิทยุ วงจรนี้อาศัยการป้อนกลับของสัญญาณเอาต์พุต มาทำให้เกิดออสซิลเลต ถ้ามีการป้อนกลับมากเกินไป จะสัญญาณที่ผิดเพี้ยนได้ง่าย

รูปที่ 2.2.1(ข) เป็นวงจรฮาร์ตเลย์ ออสซิลเลเตอร์ ( Hartley oscillator ) เป็นวงจรที่ปรับปรุงมาจากวงจรออสซิลเลเตอร์แบบอินดักทีฟคัปเปิล โดยใช้ตัวเหนี่ยวนำแบบมีแท็ปแทนตัวเหนี่ยวนำที่มี 2 ขด ป้อนสัญญาณกลับมาช่วยให่วงจรมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

รูปที่ 2.2.1 ( ค ) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบ อิเล็กตรอน-คัปเปิล (electron coupled oscillators : ECO<sub>s</sub>) บางครั้งก็เรียกว่า แคโทดคัปเปิล (cathode coupled), อีมิตเตอร์คัปเปิล (emitter coupled) หรือซอร์สคัปเปิล ( source coupled ) มีประสิทธิภาพดีกว่าฮาร์ตเลย์ออสซิลเลเตอร์มาก เพราะมีการต่อส่วนหนึ่งของวงจรจูนลงกราวด์ เป็นการลดอิมพีแดนซ์ที่ขาเดรนของเพดในขณะที่กำลังทำงาน

วงจรออสซิลเลเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์เปิด สามารถต่อส่วนหนึ่งของวงจรมายาว เข้าไป เพื่อขยายสัญญาณเอาต์พุตให้แรงขึ้น โดยที่ความถี่ที่กำเนิดไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น นับว่าเป็นจุดเด่นของวงจรออสซิลเลเตอร์ระบบนี้จริง ๆ

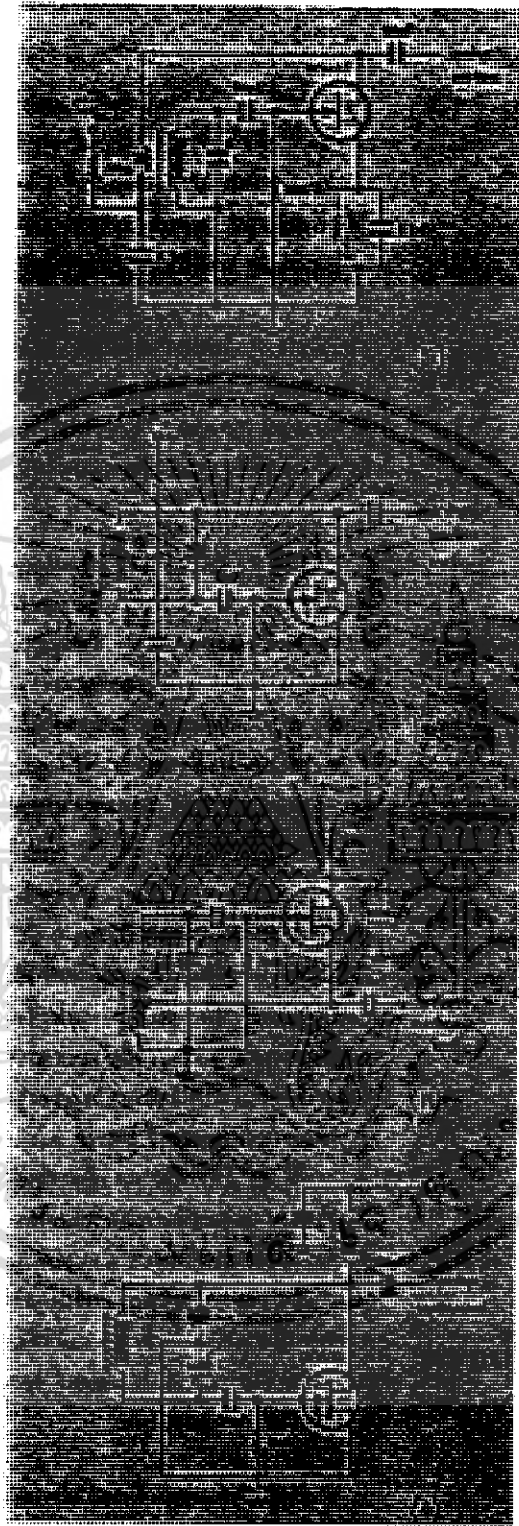
รูปที่ 2.2.1 (ง) วงจรออสซิลเลเตอร์แบบโคลพิตส์ (Colpitts oscillator) มีลักษณะวงจร คล้ายฮาร์ตเลย์ออสซิลเลเตอร์ แต่จะตัวเก็บประจุสองตัวต่ออนุกรมเป็นวงจรแบ่งแรงดันไว้ ช่วยให้ วงจรมีเสถียรภาพดี การต่อตัวเก็บประจุลักษณะนี้จะเป็นการเพิ่มขนาดของตัวเก็บประจุที่ใช้ปรับ ความถี่ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่ที่ต่อเข้ากับเพดกว้างยิ่งขึ้นในบางวงจรจะจัดวงจรให้ ตัวเหนี่ยวนำสามารถปรับค่าได้ โดยการปรับสลักจูนแล้วใช้ตัวเก็บประจุในวงจรเป็นค่าคงที่ เวลาที่ ปรับความถี่ก็ปรับที่ตัวเหนี่ยวนำเพียงตัวเดียว

รูปที่ 2.2.2 เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบแคลิปปี้(Clapp oscillator) เป็นวงจรที่นำเอา ส่วนดีของวงจรออสซิลเลเตอร์แบบโคลพิตส์ แบบอิเล็กทรอนิกส์เปิด และแบบฮาร์ตเลย์มารวมกัน

ในรูปที่ 2.2.2 (ก) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบแคลิปปี้ที่มีส่วนคล้ายคลึงกับระบบวิทยุรี เจนเนอเรชันในส่วนของวงจรจูน ซึ่งถ้าค่าตัวเก็บประจุให้ถึงจุดหนึ่งวงจรก็จะเกิดการออสซิ ลเลตออกมา

รูปที่ 2.2.2 (ข) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบแคลิปปี้กนูริต (Clapp Gouriet oscillator) นิยมใช้ในระบบออสซิลเลเตอร์ที่ใช้คริสตรอน

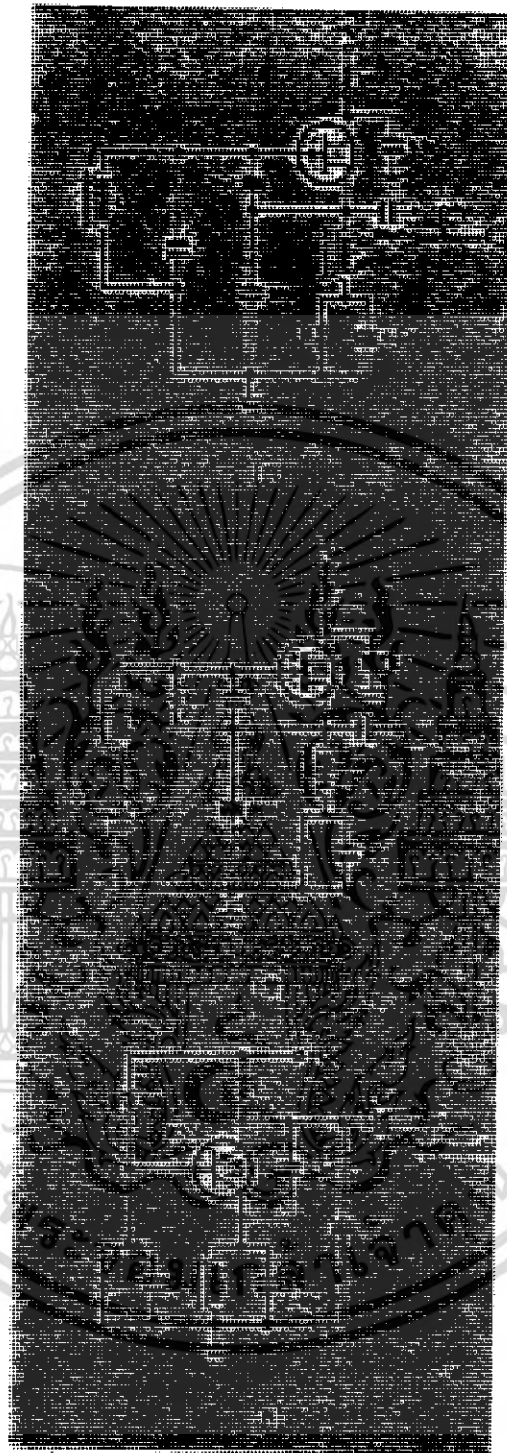
รูปที่ 2.2.2 (ค) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบกราวด์เบสคูพิตส์ ซึ่งมีความถี่ออสซิลเล เตอร์คงที่มากนิยมใช้ในการผลิตคลื่นวิทยุ



รูปที่ 2.2.1 วงจรขอสซิลเลเตอร์แบบต่างๆ

- (ก) วงจรขอสซิลเลเตอร์แบบอินดักทีฟคัปเปิล (ข) วงจรฮาร์ดเสย์ขอสซิลเลเตอร์  
 (ค) วงจรขอสซิลเลเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์คัปเปิล (ง) วงจรขอสซิลเลเตอร์โคสพิตส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



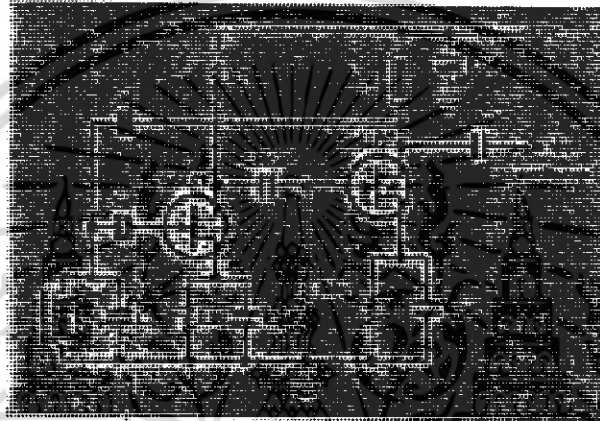
รูปที่ 2.2.2 วงจรของสขิลเลเตอร์แบบแคล์ปเบิ้ล

- (ก) วงจรของสขิลเลเตอร์แบบแคล์ปป้อรรมดา
- (ข) วงจรของสขิลเลเตอร์แบบแคล์ปปลูพริต
- (ค) วงจรของสขิลเลเตอร์แบบกราวด์-เบลโครพิตส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

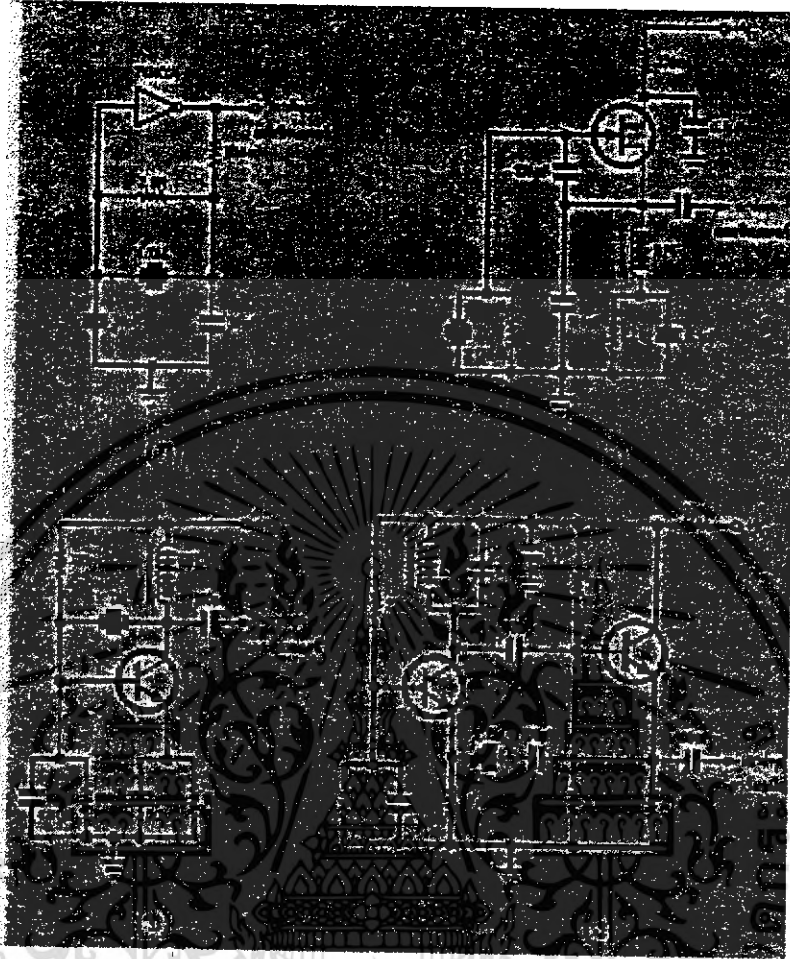
รูปที่ 2.2.3 เป็นวงจรฟังก์ชันอินออสซิลเลเตอร์ ใช้วิธีการของความต้านทานช่วงลบ ทำให้

การ ออสซิลเลชัน โดยมีตัวเก็บประจุค่าน้อยมาก ๆ เป็นตัวบั่นกลับแบบบวกนอกจากนี้ยังสามารถ เพิ่มค่าความถี่ในการออสซิลเลตได้ถึงช่วง VHF/UHF โดยการต่อกันไดโอด (gunn diode) ซึ่งเป็นไดโอดชนิดพิเศษเข้าไปอนุกรมกับขดลวด L ซึ่งจะให้ความถี่คงที่ และมีอัตราส่วนสัญญาณ ต่อสัญญาณรบกวน (S/N) ที่สูงมาก



รูปที่ 2.2.3 วงจรฟังก์ชันอินออสซิลเลเตอร์

รูปที่ 2.2.4 เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์โดยใช้คริสตรอน ถือได้ว่าเป็นวงจรที่มีความคงที่ของสัญญาณสูง มีสัญญาณรบกวนต่ำ ในการทำงานของวงจรจะอาศัยการบิดตัวของแบบคริสตรอนกำเนิดเป็นความถี่ออกมา ค่าความถี่ที่กำเนิดออกมาขึ้นอยู่กับรูปร่างและความหนาแน่นของแผ่นคริสตรอน



รูปที่ 2.2.4 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบใช้คริสตอล

(ก) การใช้คริสตอลร่วมกับ CMOS

(ข) วงจรเพอร์ซอสซิลเลเตอร์

(ค) วงจรโคพิตส์ออสซิลเลเตอร์แบบใช้ออสซิลเลเตอร์

(ง) วงจรบัตเลอร์ออสซิลเลเตอร์

ในรูปที่ 2.2.4 (ก) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบใช้คริสตอลอย่างง่าย ๆ ที่มาต่อร่วมกับไอซีชนิด CMOS โดยอาศัยการเลื่อนเฟส ทำให่วงจรเกิดการออสซิลเลตขึ้นมา

รูปที่ 2.2.4 (ข) เป็นวงจรทรานซิสเตอร์ซึ่งต่อร่วมกับคริสตอลเรียกวงจรนี้ว่า เพอร์ ออสซิลเลเตอร์ (Pierce oscillator)

รูปที่ 2.2.4 (ค) เป็นวงจรที่อาศัยค่าโครงของวงจรออสซิลเลเตอร์แบบโคพิตส์มาต่อร่วมกับ

คริสตอล ส่วนรูปที่ 2.2.4 (ง) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบใช้คริสตอลที่สามารถกำเนิดความถี่ได้ถึง 120 MHz เรียกวงจรนี้ว่า บัตเลอร์ ออสซิลเลเตอร์ (Butler oscillator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

## โครงสร้างการทำงานของฮาร์ดแวร์

### 3.1 CCD กล้องวิดีโอขนาดเล็ก

CCD เป็นโมดูลของกล้องวิดีโอแบบขาวดำที่ต่อสำเร็จรูป ขนาดของ CCD เล็กมาก ประกอบอยู่บนแผ่นวงจรมีพิมพ์แบบ 2 หน้า ขนาด 54 มม. X 38 มม. ตัวเลนส์รับภาพมีความสูงจากแผ่นวงจรมีพิมพ์ 27 มม. สามารถทำงานในที่มืดต่ำกว่า 0.1 ลักซ์ ได้ โดยใช้ลำแสงอินฟราเรด มีน้ำหนักประมาณ 33 กรัม

รายละเอียดจำนวนเส้น (resolutionx)

- แนวตั้ง 380 เส้น
- แนวนอน 450 เส้น

ความถี่ในการกวาด (scanning frequency)

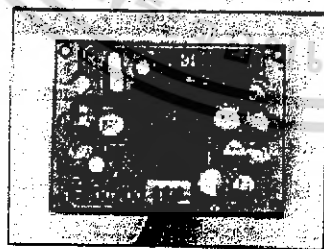
- แนวตั้ง 15.625 กิโลเฮิร์ตซ์
- แนวนอน 50 เฮิร์ตซ์ (มาตรฐาน CCIR)

มุมกล้อง (lens angle)

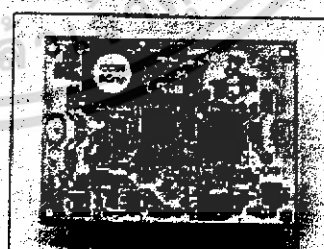
- แนวตั้ง 74°
- แนวนอน 55°

สภาพในการใช้งาน (operating conditions)

- ทำงานในช่วงอุณหภูมิ +50°C จนถึง -10°C



ก. ด้านหน้า



ข. ด้านหลัง

รูปที่ 3.1.1 แสดงรูปด้านหน้าและด้านหลังของตัวกล้อง CCD

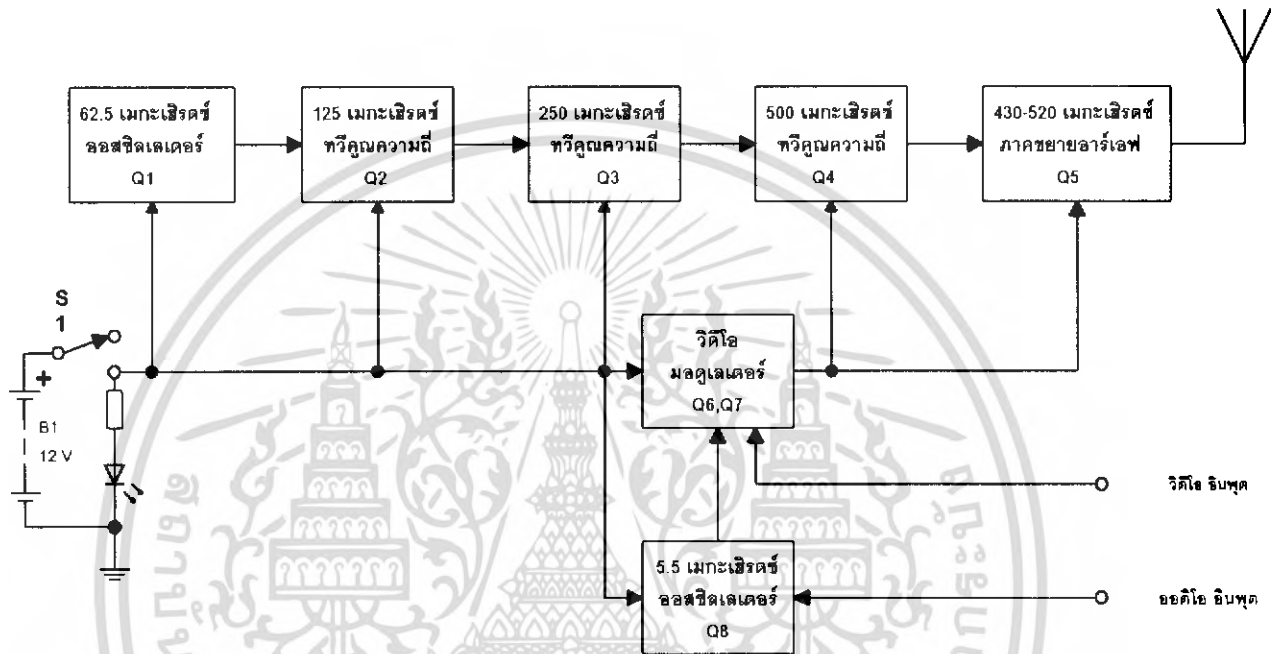
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

### 3.2 ส่วนเครื่องส่งสัญญาณภาพ (Video Sender Section)

#### พื้นฐานของวงจร

โครงสร้างของวงจรในเบื้องต้น ได้แสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 3.2.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอ

จากรูปที่ 1 ประกอบด้วยภาคออสซิลเลเตอร์ความถี่ 62.5 เมกะเฮิรตซ์ ภาคทวีคูณความถี่เป็นสองเท่า (frequency doubler circuit) ซึ่งจะทำการเพิ่มความถี่ขึ้นเป็นสองเท่าจากความถี่ที่ได้ในแต่ละบล็อก ความถี่ออสซิลเลเตอร์จะถูกทวีคูณความถี่ขึ้นมา จนมีความถี่อยู่ในช่วงประมาณ 430-520 เมกะเฮิรตซ์ จะถูกใช้เป็นความถี่คลื่นพาหะของสัญญาณภาพ (video carrier frequency) ในย่านความถี่ยูเอชเอฟ ระบบ PAL อีกบล็อกหนึ่งคือภาคออสซิลเลเตอร์การทำงานของวงจร

วงจรเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอที่สมบูรณ์อยู่ในรูปที่ 3.2.2 การทำงานก็จะจัดเรียงส่วนประกอบของวงจรดังลักษณะการจัดแบ่งตามบล็อกไดอะแกรม เริ่มจากทรานซิสเตอร์  $Q_1$  ถูกจัดวงจรในลักษณะเบสร่วม (common base) เพื่อทำหน้าที่กำเนิดความถี่ออสซิลเลเตอร์ร่วมกับ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_6$  และ  $L_3$  ประกอบเป็นวงจรจูนเพื่อผลิตความถี่ให้ได้เท่ากับ 62.5 เมกะเฮิรตซ์ โดยมี  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  เป็นตัวต้านทานไบแอสให้กับ  $Q_1$  ความสามารถที่จะทำการขยายความถี่ออสซิลเลเตอร์ให้

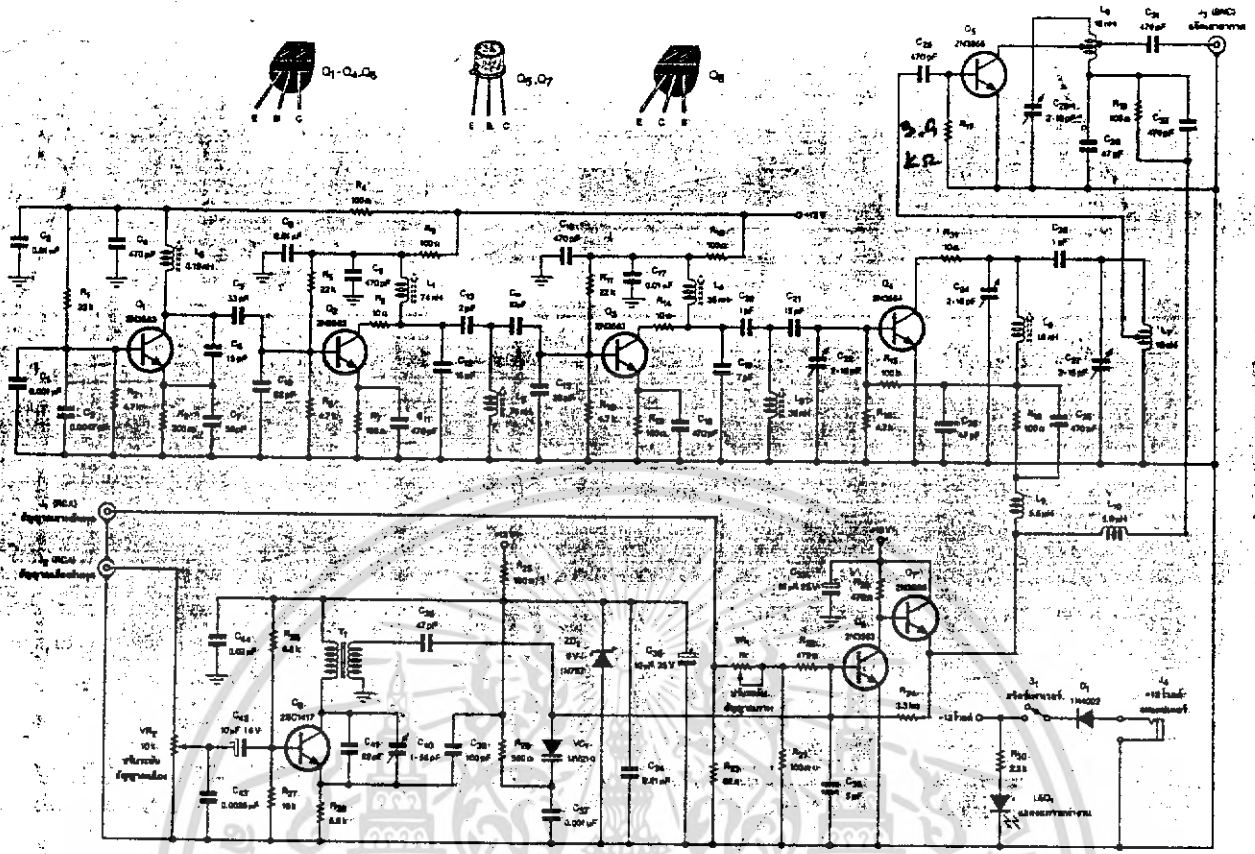
มีประสิทธิภาพพอนั้น ก็อาศัยอัตราส่วนการขยายแรงแรงดันระหว่าง  $C_6$  กับ  $C_7$  ซึ่งจะส่งผลให้อัตราการขยายของ  $Q_1$  ทางขาคอลเล็กเตอร์มีมากกว่าหนึ่ง

ตัวเก็บประจุ  $C_5$  และ  $C_{10}$  ก็ประกอบเป็นวงจรจูนเช่นเดียวกัน นอกจากจะคัปปลิงสัญญาณความถี่แล้ว ยังทำหน้าที่เป็นวงจรแบ่งแรงดัน (voltage divider) เพื่อจ่ายให้กับขาเบสของ  $Q_2$  มีขนาดแรงดันประมาณ 1 โวลต์ ของสัญญาณความถี่จากขาคอลเล็กเตอร์  $Q_1$  ทρανซิสเตอร์  $Q_2$  ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณเกินขอบเขต (overdrive amplifier) ทำให้การขยายสัญญาณทางอินพุตออกมามีความเพี้ยนเกิดขึ้น และนั่นก็คือการทำให้เกิดเป็นความถี่ ฮาร์โมนิก ของสัญญาณอินพุตขึ้นอย่างมากมาย แต่สำหรับในส่วนนี้ต้องการเพียงความถี่ฮาร์โมนิกที่สองของสัญญาณอินพุตเท่านั้น ซึ่งจะมีความถี่เป็นสองเท่า

$L_1$  และ  $C_{12}$  ทำหน้าที่เป็นวงจรจูน เพื่อจูนให้ความถี่ที่ออกมาทางขาคอลเล็กเตอร์ของ  $Q_2$  มีค่าความถี่เท่ากับ 125 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่ขาเบสของ  $Q_2$  จะสังเกตเห็นตัวเก็บประจุ  $C_{10}$  ต่อในลักษณะเรโซแนนซ์แบบอนุกรม (series resonant) ที่ความถี่มูลฐาน โดยตัวเก็บประจุ  $C_{10}$  นี้ จะจ่ายกระแสให้กับขาเบส  $Q_2$  เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขยายสัญญาณความถี่ออสซิลเลเตอร์ให้สูงขึ้น

$C_{13}$ ,  $C_{14}$ ,  $C_{15}$  และตัวเหนี่ยวนำ  $L_2$  ประกอบกันเป็นวงจรจูนสองชั้น (double tuned) ทำหน้าที่กรองความถี่ฮาร์โมนิกที่สูงกว่าฮาร์โมนิกที่สองออกไปในส่วนนี้ความถี่มูลฐานเท่ากับ 62.5 เมกะเฮิร์ตซ์

ทρανซิสเตอร์  $Q_3$  ทำหน้าที่เหมือนกันกับ  $Q_2$  ทุกประการ คือ ขยายสัญญาณเกินขอบเขต ต่างกันที่ค่าความถี่เรโซแนนซ์ของวงจรจูนทางอินพุตขาเบสของ  $Q_3$  นั้น จะเรโซแนนซ์ที่ความถี่



รูปที่ 3.2.2 วงจรสมบูรณของเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ

125 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งเอาต์พุตฮาร์โมนิกที่สองของ  $Q_3$  จะมีความถี่ประมาณ 250 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยมี  $C_{19}$  และ  $L_4$  ทำหน้าที่เป็นวงจรจูนในขณะที่  $C_{20}$ ,  $C_{21}$ ,  $C_{22}$  และ  $L_5$  ทำหน้าที่กรองความถี่ฮาร์โมนิกที่สูงกว่าความถี่ 250 เมกะเฮิร์ตซ์ออกไป

ทรานซิสเตอร์  $Q_4$  ก็ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายเกินขอบเขตเช่นเดียวกับ  $Q_3$  โดยมี  $C_{21}$  และ  $C_{22}$  เป็นชุดแบ่งแรงดันไบแอสให้กับขาเบส  $Q_4$  วงจรจูนความถี่ประกอบด้วย  $C_{24}$  และ  $L_6$  ในส่วนของวงจรขยาย  $Q_4$  จะสังเกตเห็นว่าที่ขาอิมิตเตอร์ของ  $Q_4$  ไม่มีตัวเก็บประจุ หรือตัวต้านทานบายพาสเลย ทั้งนี้เนื่องมาจาก เป็นเรื่องยากที่จะหาค่าตัวต้านทานหรือตัวเก็บประจุบายพาส มาไบแอสให้กับขาอิมิตเตอร์ที่ใช้งานในย่านความถี่สูงประมาณ 430-520 เมกะเฮิร์ตซ์ และที่ความถี่สูง ๆ นั้น ค่าความต้านทานที่ขาอิมิตเตอร์ควรมีค่าน้อยมาก เพราะมันมีผลต่ออัตราขยายกำลังของ  $Q_4$  ถ้าหากค่าความต้านทานมาก จะทำให้อัตราการขยายของ  $Q_4$  ลดลง ดังนั้น ทางแก้ปัญหาคือที่ดีที่สุดคือ ต่อขาอิมิตเตอร์ของ  $Q_4$  ลงกราวด์แทน

ภาคขยายความถี่วิทยุออกสายอากาศประกอบด้วย  $Q_5$  ทำหน้าที่ขยายกำลังออก โดยมี  $Q_4$  เป็นตัวขับและทำหน้าที่เป็นวงจรจูนสองชั้นให้กับ  $Q_5$  ไปในตัวด้วย วงจรจูนสองชั้นประกอบด้วย  $C_{24}$ ,  $C_{25}$ ,  $C_{27}$  และ  $L_6$ ,  $L_7$  ทรานซิสเตอร์  $Q_4$ ,  $Q_5$  จะสามารถทำงานได้ก็ต่ออาศัยแรงดันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการสวิตช์ทำงานจากทรานซิสเตอร์  $Q_7$  ซึ่งจะผ่านแรงดัน + 4.5 – 6.5 โวลต์ ผ่าน  $L_9$  และ  $L_{10}$  ไปไบแอสให้กับ  $Q_4$ ,  $Q_5$  โดยในขณะที่ไม่มีสัญญาณเสียงและสัญญาณวิดีโอป้อนเข้ามาที่อินพุตของวงจร จะทำให้ขาอิมิตเตอร์ของ  $Q_7$  มีแรงดันตกคร่อมอยู่ประมาณ + 4.5 – 6.5 โวลต์ ซึ่งเป็นแรงดันจุดทำงานของ  $Q_7$  ขณะทำงานปกติ

ทรานซิสเตอร์  $Q_7$  ทำหน้าที่เป็นภาคมอดูเลเตอร์สัญญาณภาพด้วย โดยมีทรานซิสเตอร์  $Q_6$  เป็นตัวขยายสัญญาณก่อน และอัตราขยายสัญญาณก่อน และอัตราขยายสัญญาณก็กำหนดได้ที่  $Q_6$  ซึ่งมีค่าประมาณ 8 เท่า มีแบนด์วิดท์มากกว่า 10 เมกะเฮิร์ตซ์ สามารถขับโหลดได้เต็มที่ 75 โอห์ม ที่ระดับความแรงสัญญาณ 10 โวลต์พีคทูพีค สัญญาณภาพที่เข้ามาทางอินพุตไม่เข้ามาจากกล้องถ่ายวิดีโอหรือจากเครื่องเล่นวิดีโอ จะถูกคัปปลิ่งโดยตรงมาเข้าสู่จุดต่อ  $R_{22}$ ,  $R_{21}$  โดยผ่าน  $VR_1$  เป็นตัวปรับอัตราขยายสัญญาณภาพ ตัวต้านทาน  $R_{24}$  เป็นตัวช่วยในการกำหนดอัตราขยายและกำหนดจุดทำงานของ  $Q_6$  ส่วนตัวต้านทาน  $R_{23}$  เป็นตัวรักษาระดับความต้านทานทางอินพุตให้มีค่าเท่ากับ 75 โอห์ม

ส่วนของการมอดูเลตสัญญาณเสียงทำงานโดย  $Q_8$  จะต่อวงจรร่วมกับ  $C_{37}$ ,  $C_{41}$ ,  $R_{29}$ ,  $VC_1$  และ  $T_1$  ในส่วนนี้จะทำหน้าที่กำเนิดความถี่ออสซิลเลเตอร์ ซึ่งเป็นคลื่นพาห์ของเสียงความถี่ 5.5 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยมีลักษณะการทำงานในแบบควบคุมความถี่ด้วยแรงดัน (voltage control oscillator, VCO) มีตัวต้านทาน  $R_{26}$ ,  $R_{27}$ ,  $R_{28}$  เป็นตัวไบแอสให้  $Q_8$  ชุดตัวเก็บประจุความถี่  $C_{40}$  ใช้ปรับความถี่ออสซิลเลเตอร์ให้ได้ค่าที่แน่นอน ขณะเดียวกัน  $Q_8$  ก็ทำหน้าที่เป็นตัวมอดูเลเตอร์ของสัญญาณเสียงด้วย เมื่อมีความถี่เสียงเข้ามาทางอินพุต มี  $VR_2$  เป็นตัวปรับระดับความแรงของสัญญาณ สัญญาณที่ถูกขยายด้วย  $Q_8$  จะทำให้วาริแคป  $VC_1$  เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความจุตามสัญญาณความถี่เสียง ทำให้ความถี่ออสซิลเลเตอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าการมอดูเลตแบบเอฟเอ็ม (frequency modulator, FM)

วาริแคป  $VC_1$  จะถูกไบแอสด้วยแรงดัน +9 โวลต์ ซึ่งได้จากซีเนอร์ไดโอด  $ZD_1$ , ตัวต้านทาน  $R_{25}$  และ  $R_{29}$  แรงดันนี้ยังใช้แรงดันไบแอสแก่  $Q_8$  ด้วยสัญญาณคลื่นพาห์ของเสียงจะไปรวมกับสัญญาณภาพที่ขาเบสของ  $Q_6$

การรักษาเสถียรภาพของแบนด์วิดท์ของสัญญาณภาพ ทำได้โดยการต่อตัวเก็บประจุค่า น้อย ๆ ครอบตัวต้านทาน  $R_{24}$  เพื่อรักษาค่าความต้านทาน เมื่อความถี่สัญญาณภาพสูง ๆ จะทำให้ความต้านทานของตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานของ  $R_{24}$

แหล่งจ่ายแรงดันสำหรับวงจรนี้ทั้งหมดอาจได้มาจากตัวกล้องถ่ายวิดีโอ หรือได้มาจากแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ มีลักษณะเป็นถ่านอัลคาไลน์หรือนิแคดก็ได้ บางครั้งอาจจะซื้อขนาด 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โวลต์ ก้อนเล็ก ๆ ถ้าหาได้ นำมาต่อขนานกันเพื่อเพิ่มขนาดกระแสให้สูงขึ้น หรือใช้ขนาด 1.2 โวลต์ มาอนุกรมกัน 10 ก้อนก็ได้ ในวงจรจะมีสวิตช์ S<sub>1</sub> เป็นสวิตช์เปิดปิด มีไดโอด D<sub>1</sub> เป็นตัวป้องกันการ ต่อกลับขั้ว LED, แสดงสถานะทำงาน และ R<sub>30</sub> ทำหน้าที่จำกัดกระแสให้ LED,

### การสร้าง

การสร้างให้ทำแผ่นวงจรพิมพ์ตามรูปที่ 3.2.2 สำหรับแผ่นวงจรพิมพ์ของเครื่องส่ง สัญญาณวิทยุไอวีควรจะใช้ชนิดอีพ็อกซี (epoxy) จะเหมาะกว่า เนื่องจากการใช้งานของวงจรนี้ เกี่ยวเนื่องกับความถี่ค่อนข้างสูง แผ่นวงจรชนิดอีพ็อกซีนี้จะให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าได้สูง, มีการ สูญเสียทางไฟฟ้าต่ำ, มีความแข็งแรงทนทาน และมีลักษณะการดูดกลืนความชื้นต่ำ เมื่อได้แผ่น วงจรพิมพ์ตามต้องการแล้วทำการลงอุปกรณ์ตามรูปที่ 3.2.4 อุปกรณ์ทุกตัวควรใส่ให้ถูกค่าและมี ค่าตรงกับที่ระบุไว้ด้วย เพราะที่ความถี่สูง ๆ ถ้าค่าอุปกรณ์ผิดพลาดไปอาจทำให้วงจรไม่ทำงานได้

สำหรับอุปกรณ์จำพวกตัวต้านทาน, ตัวเก็บประจุ และอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำนั้นคงจะไม่ ต้องอธิบายอะไรมากนัก เพราะตำแหน่งและค่าก็มีบอกไว้แล้ว แต่สำหรับอุปกรณ์บางประเภทต้อง มีรายละเอียดในการสร้างพอสมควร อุปกรณ์นั้นคือตัวเหนี่ยวนำและขดลวดต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจร และทำให้การพันตามที่กำหนดดังนี้

T<sub>1</sub> ใช้หม้อแปลงออสซิลเลเตอร์ของวิทยุเอเอ็ม เป็นกระเปาะแกนคอยล์สี่แดง

L<sub>1</sub> และ L<sub>2</sub> ใช้ลวดอบน้ำยาเบอร์ 22 พันบนแกนอากาศที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.6-3 มิลลิเมตร จำนวน 7 รอบ

L<sub>4</sub> และ L<sub>5</sub> ใช้ลวดอบน้ำยาเบอร์ 22 พันบนแกนอากาศเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.6-3 มิลลิเมตร จำนวน 3 รอบ

L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> และ L<sub>8</sub> ใช้ลวดอบน้ำยาเบอร์ 22 ชูดเอาน้ำยาที่เคลือบอยู่ออกให้หมด ลักษณะ การใส่เหมือนกับใส่ลวดจัมป์ (ไม่มีการพันขดลวด) โดยจะยกให้ลอยสูงจากแผ่นวงจรพิมพ์ ประมาณ 1.5 เซนติเมตร ส่วน L<sub>7</sub> และ L<sub>8</sub> ต้องมีการแท็ปกลางด้วย ก็ให้ใช้ขาอุปกรณ์ที่ตัดทิ้งไป แล้วบัดกรีตรงระหว่างกลางของเส้นลวดเลย

L<sub>9</sub> และ L<sub>10</sub> เป็นขดลวดอาร์เอฟ (RFC) ค่าประมาณ 5.6 ไมโครเฮนรี่ หาซื้อได้ตามร้าน บ้านหม้อ ถ้าหากต้องการทำเองก็ใช้ลวดอบน้ำยาเบอร์ 40 พันบนตัวต้านทานค่า 1 เมกะโอห์ม ขนาด 0.5 วัตต์ จนเต็มแล้วบัดกรีขาของขดลวดเข้ากับขาของตัวต้านทาน

จุดต่ออินพุตนั้นเป็นแจ๊ค RCA แบบยึดแน่น และตรงจุดต่อสายอากาศควรเป็นแบบแจ๊ค BNC และสายอากาศใช้แบบชักได้สูงประมาณ 60 เซนติเมตร ตัวกล่องควรจะเป็นกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะลูมิเนียม เพื่อประโยชน์ในการใช้ตัวถังเป็นซีลด์ป้องกันสัญญาณรบกวนด้วย ถ้าหากไม่ต้องการใช้แบตเตอรี่ภายใน อาจใช้แรงดันจากตัวกล้องวิตไอได้ โดยทำแจ๊คอะแดปเตอร์ไว้ต่อแทน

### รายการอุปกรณ์

ตัวต้านทาน ขนาด ? วัตต์ +5%

R1,R5,R11 -22k $\Omega$	3 ตัว
R2,R6,R12,R16 -4.7k $\Omega$	4 ตัว
R3,R4,R7,R9,R10,R13,R18,R19,R21,R25 -100 $\Omega$	10 ตัว
R8,R14,R31 -10 $\Omega$	3 ตัว
R15 -100 k $\Omega$	1 ตัว
R17,R30 -12.2 k $\Omega$	2 ตัว
R20,R22 -470 $\Omega$	2 ตัว
R29 -560 $\Omega$	1 ตัว
R24 -3.3 k $\Omega$	1 ตัว
R26,R28 -6.8 k $\Omega$	2 ตัว
R27 -10 k $\Omega$	1 ตัว
R23 -82 $\Omega$	1 ตัว
VR1 - ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้าตัวนอนเล็ก -1 k $\Omega$	1 ตัว
VR2 - ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้าตัวนอนเล็ก -10 k $\Omega$	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

C1 -0.00047 uF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C2,C37 -0.001 uF 50 V เซรามิก	2 ตัว
C3,C9,C17,C34 -0.01 uF 50 V เซรามิก	4 ตัว
C4,C9,C11,C16,C18,C25,C28,C31,C32 -470 pF 50 V เซรามิก	9 ตัว
C5 -33 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C6,C21 -15 pF 50 V เซรามิก	2 ตัว
C7 -56 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C10,C41 –82 pF 50 V เซรามิก	2 ตัว
C12 –18 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C13 –2 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C14 –22 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C15 –39 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C19 –7 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C20,C26 –1 pF 50 V เซรามิก	2 ตัว
C36 –5 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C23,C38 –47 pF 50 V เซรามิก	2 ตัว
C22,C24,C27 –Trimmer 2-18 pF 50 V	3 ตัว
C30 –Trimmer 2-8 pF 50 V	3 ตัว
C33,C35 –10 pF 25 V แทนทาลัม	2 ตัว
C39 –100 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C40 –Trimmer 5-56 pF	3 ตัว
C42 –10 uF 16 V อิเล็กโทรลิก	1 ตัว
C43 –0.0022 uF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C44 –0.02 uF 50 V เซรามิก	1 ตัว
<b>อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ</b>	
Q1 – Q3,Q6 – 2N3563	4 ตัว
Q4 – 2N3564	1 ตัว
Q5,Q7 – 2N3866	2 ตัว
Q8 – C1417 หรือ 2N3563	1 ตัว
ZD1 –ZenerDiode 9 V 0.5 วัตต์	1 ตัว
VC1 –MV2108 Varicab Diode	1 ตัว
D1 –1N4002	1 ตัว
LED1 –Light Emitting Diode	1 ตัว

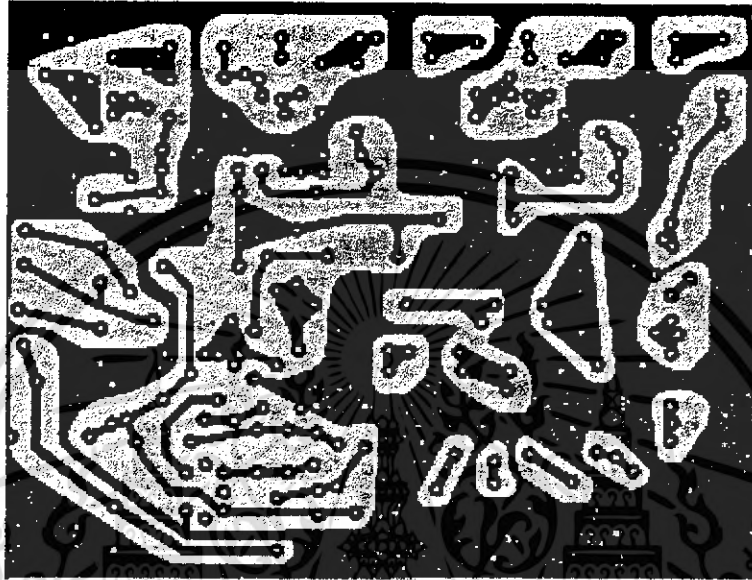
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่น ๆ

T1 - ทรานซิสเตอร์ AM สีแดง

1 ตัว

L1 - L10 - ทุบในเนื้อเรื่อง



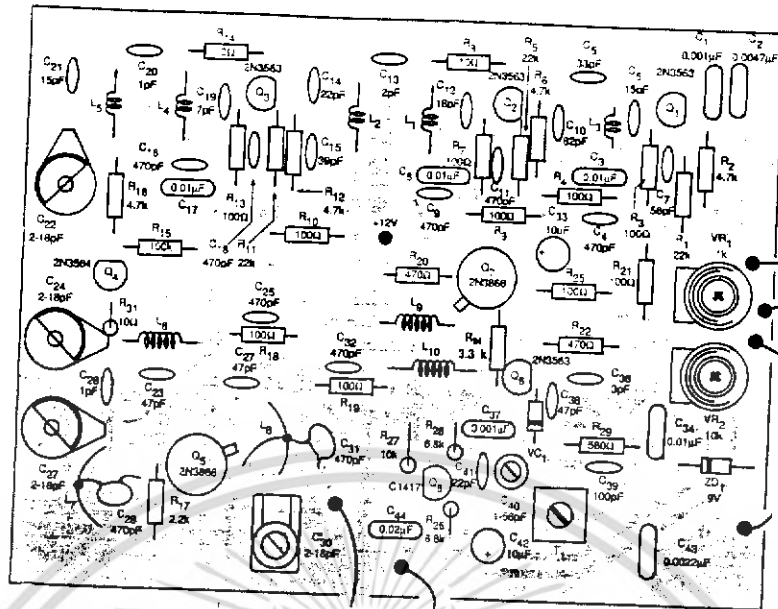
รูปที่ 3.2.3 ลายแผ่นวงจรพิมพ์

#### การปรับแต่ง

เมื่อประกอบอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ครบหมดทุกตัวแล้ว ต้องตรวจทานดูความถูกต้องของค่าและขั้วจนแน่ใจว่าไม่มีการผิดพลาดแน่นอน จากนั้นก็จ่ายไฟ 12 โวลต์ เข้าเครื่องเปิดสวิตช์  $S_1$  ให้ต่อวงจร จะสังเกตเห็น LED, ติดสว่าง จากนั้นใช้โวลต์มิเตอร์ตั้งย่านการวัดมาที่ดีซีโวลต์ 50 V แล้ววัดแรงดันตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

- ที่ตัวต้านทาน  $R_4, R_9, R_{10}, R_{25}$  และขาคอลเล็กเตอร์ของ  $Q_7$  จะได้เท่ากับ +12 โวลต์
- ที่ขาอีมิเตอร์ของ  $Q_1, Q_2$  และ  $Q_3$  จะได้แรงดันเท่ากับ +1 ถึง +1.5 โวลต์
- ที่ขาคอลเล็กเตอร์ของ  $Q_4$  และ  $Q_5$  จะมีแรงดันเท่ากับ +4.5 ถึง +6.5 โวลต์

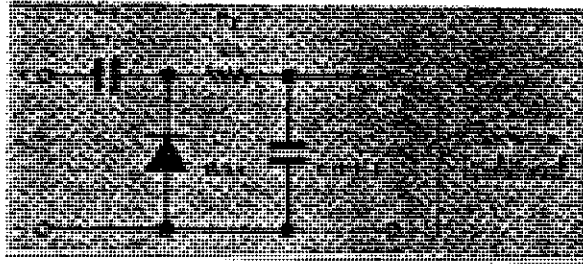
ต่อไปเป็นการปรับแต่งโดยใช้อาร์เอฟโพรบช่วย วงจรของอาร์เอฟโพรบแสดงดังรูปที่ 3.2.5 ซึ่งจะใช้ร่วมกับดีซีโวลต์มิเตอร์ เมื่อต่ออาร์เอฟโพรบเรียบร้อยแล้วต่อเข้ากับมิเตอร์ ตั้งย่าน



รูปที่ 3.2.4 การลงอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์

การวัดมาที่ 10 VDA แล้วเอาปลายของโพรบวัดที่ขาเบสของ  $Q_2$  เทียบกับกราวด์ จูน  $L_3$  จนกว่า  $Q_2$  จะเริ่มผลิตความถี่ออกมา ซึ่งจะอ่านค่าแรงดันที่โวลต์มิเตอร์ ได้ประมาณ 0.5-1 โวลต์ แล้วย้ายไปวัดที่ขาเบสของ  $Q_3$  แล้วจูน  $L_4$  และ  $L_2$  ให้อ่านแรงดันโวลต์มิเตอร์ได้สูงสุด แล้วย้ายไปวัดที่ขาเบสของ  $Q_4$  จูน  $L_4$ ,  $L_5$  ให้อ่านแรงดันได้สูงที่สุด และในขั้นตอนนี้เองก็ย้อนกลับไปจูน  $L_1$ ,  $L_2$  และ  $C_{27}$  ให้อ่านแรงดันได้สูงที่สุด พร้อมกับย้อนมาปรับ  $L_4$ ,  $L_5$  ซ้ำอีกรอบหนึ่ง

นำเครื่องรับโทรทัศน์และเครื่องเล่นวิดีโอมาต่อเข้ากับเครื่องส่งนี้ โดยอาจจะวางโทรทัศน์ไว้ใกล้ ๆ ก่อนเพื่อย้ายแกการจูนช่อง เปิดเครื่องรับโทรทัศน์ เลื่อย่านการรับของช่องโทรทัศน์มาที่ย่าน UHF เปิดเครื่องเล่นวิดีโอแล้วปรับตัวจูนละเอียด (fine tuning) ของโทรทัศน์ จนสามารถรับสัญญาณภาพได้ แล้วปรับ  $VR_1$ ,  $C_{27}$ ,  $C_{30}$  จนภาพที่รับได้นั้นมีความชัดเจนนที่สุด จากนั้นมาทำการจูน T<sub>1</sub> เพื่อให้ได้เสียงที่ดังและดีที่สุด ถ้าเสียงดังหรือแตกให้ลดความแรงสัญญาณได้ด้วย  $VR_2$  ให้ทดลองปรับซ้ำดูอีกรอบ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการรับที่ดีที่สุด ก็เป็นอันเสร็จสิ้นการปรับแต่ง



รูปที่ 3.2.5 ส่วนของอาร์เอฟโพรบ

### 3.3 ส่วนบังคับรถ ( CONTROL CAR SECTION )

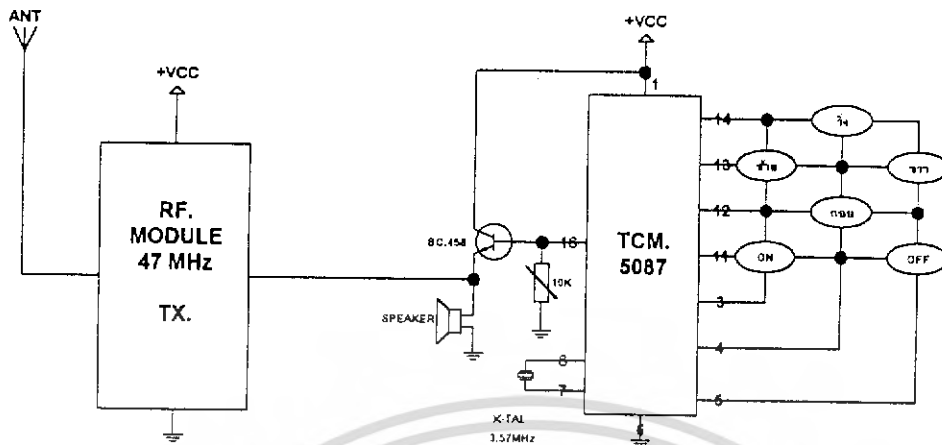
ในส่วนนี้สามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้คือ

1. ส่วนตัวเครื่องส่งสัญญาณควบคุม
2. ส่วนตัวเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณควบคุม

ซึ่งจะมีหลักการทำงานดังนี้คือ

#### เครื่องส่งสัญญาณควบคุม

จะใช้สัญญาณโทนหรือรหัสเป็นสัญญาณควบคุม โดยจะเป็นสัญญาณ DTMF ( DUAL TONE MULTI FREQUENCY ) หรือสัญญาณที่ได้จากแป้นคีย์โทรศัพท์ ซึ่งจะมีความถี่แต่ละการบังคับที่ความถี่ที่แตกต่างกัน ซึ่งทั้งหมดนี้จะเป็นการทำงานโดย IC TCM 5087 และนำสัญญาณที่ได้ไปทำการ MODULATION แบบ FM และทำการขยายสัญญาณส่งออกสายอากาศ โดยส่วนนี้จะเป็นหน้าที่ของ TX - RF MODULE 47 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งสามารถจะควบคุมการทำงานได้ในระยะประมาณ 20 เมตร โดยจะแสดงให้เห็นเป็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานดังรูปที่ 3.3.1

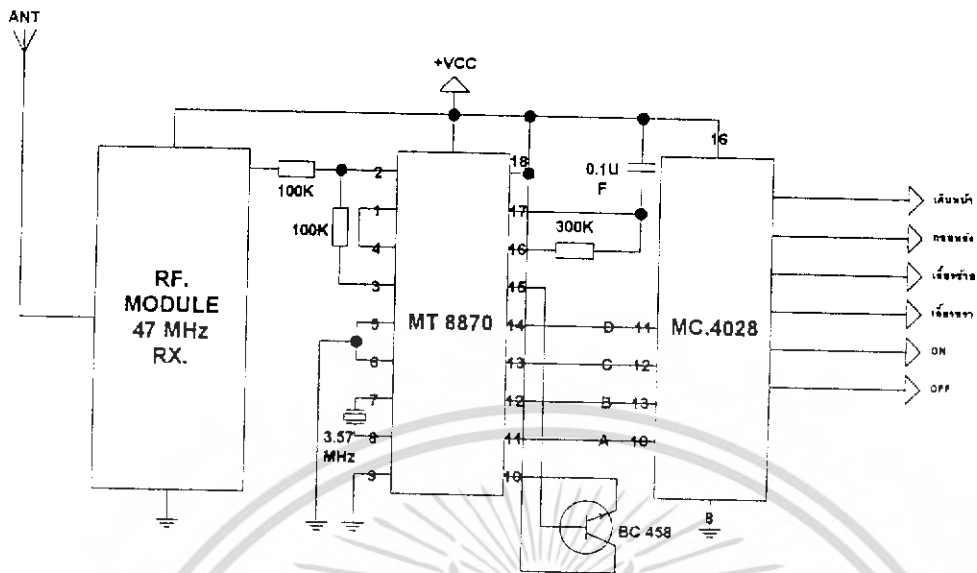


รูปที่ 1 ภาคส่งสัญญาณควบคุม

รูปที่ 3.3.1 ภาคส่งสัญญาณควบคุม

### เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณควบคุม DTMF

ในส่วนเครื่องรับนี้จะใช้ RX - RF MODULE 47 เมกะเฮิร์ตซ์ ในการรับสัญญาณและทำการ DETECT สัญญาณ CARRIER 47 เมกะเฮิร์ตซ์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณควบคุม DTMF มาทำการถอดรหัสความถี่โทรศัพท์และรหัสส่วนนี้ จะถูกนำไปขับมอเตอร์โดยทำงานผ่าน IC MC4028 ซึ่งเป็น IC CMOS (BCD-TO-DECIMAL DECODER) เอาต์พุตจากจุดนี้จะนำไปใช้ในการควบคุมต่อไป ซึ่งรูปที่ 3.3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณควบคุม DTMF

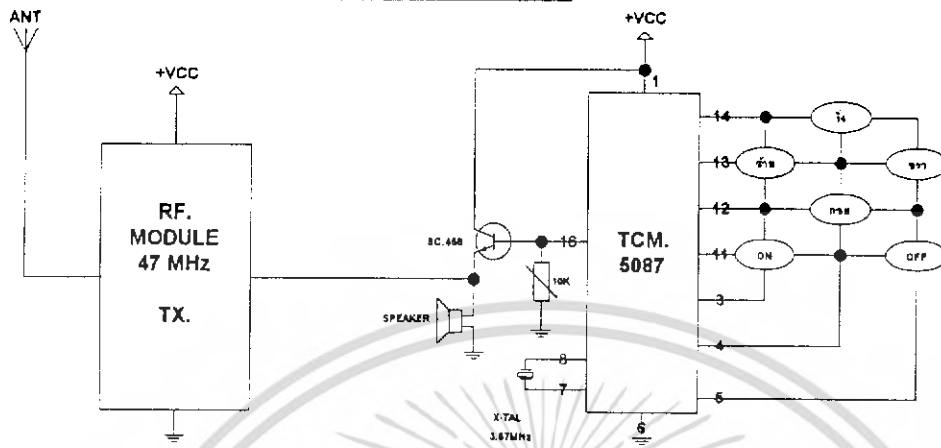


รูปที่ 2 ภาครับ/ถอดรหัส/ควบคุมมอเตอร์

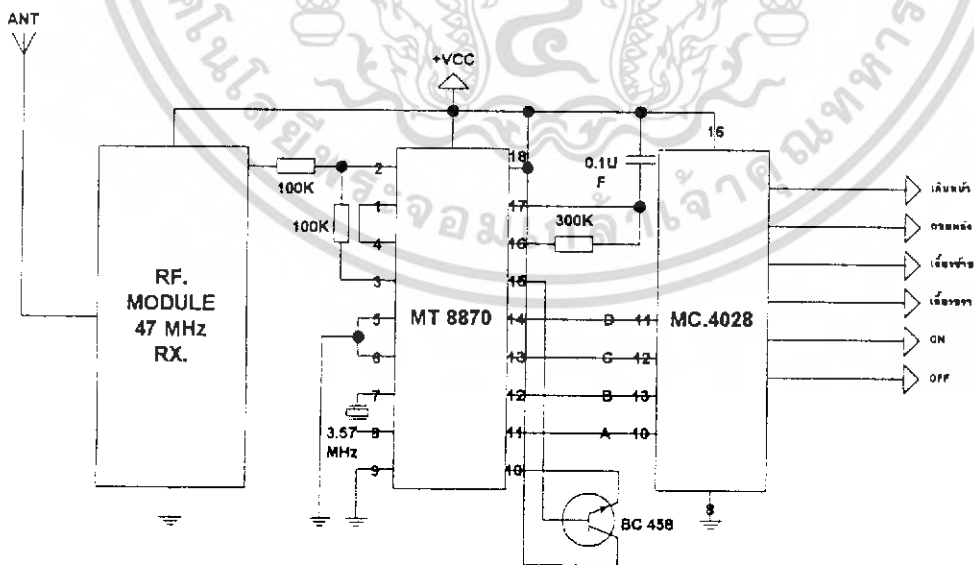
รูปที่ 3.3.2 ภาครับ/ถอดรหัส/ควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**วงจร ควบคุมรถตรวจการณ์**  
**CIRCUIT CONTROL CAR**

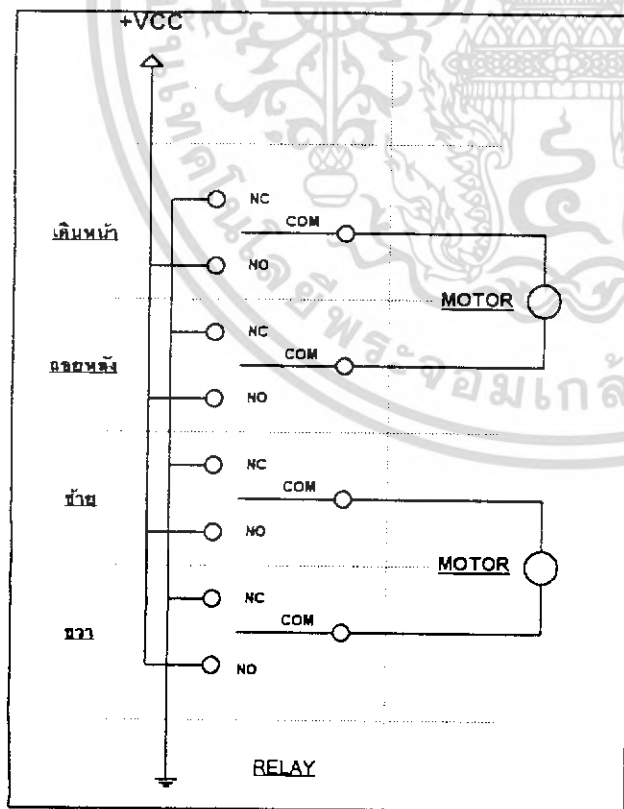
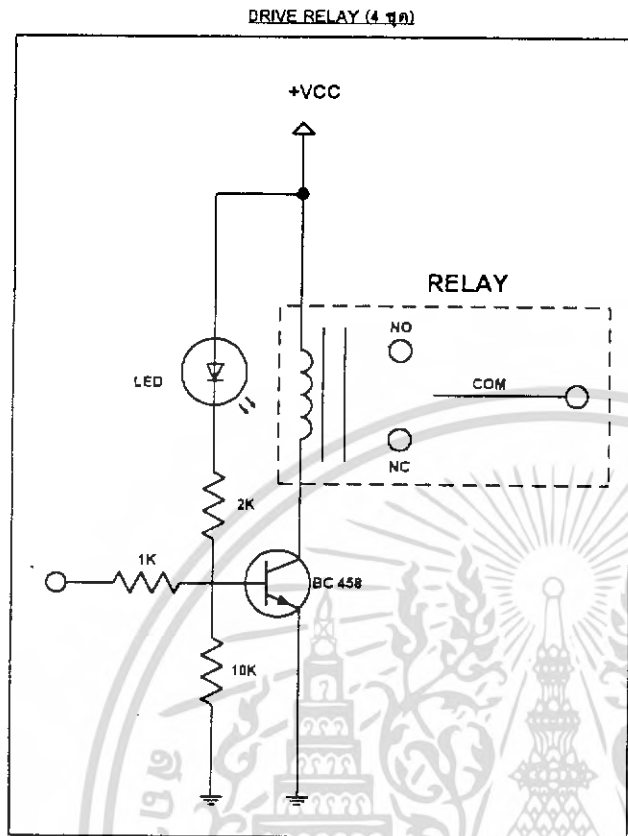


รูปที่ 1 ภาคส่งสัญญาณควบคุม

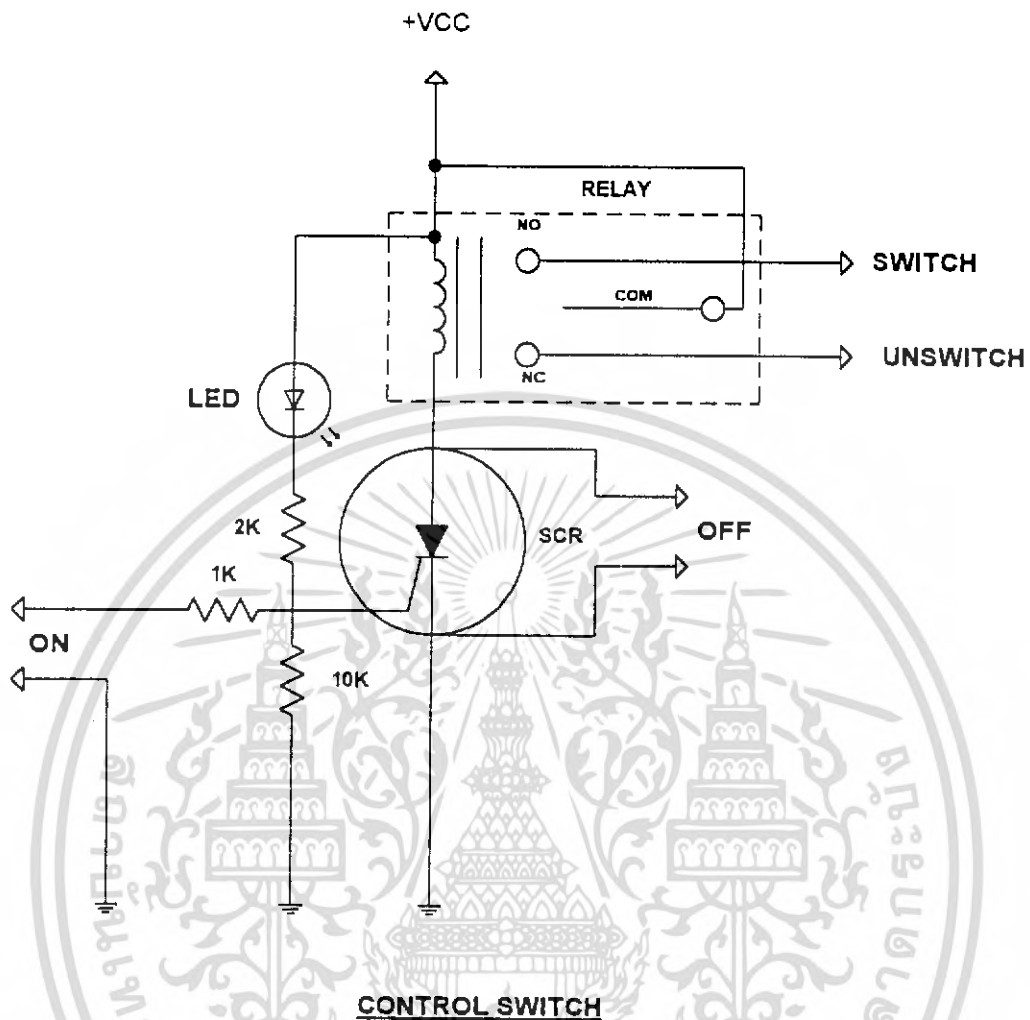


รูปที่ 2 ภาครับ/ถอดรหัส/ควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

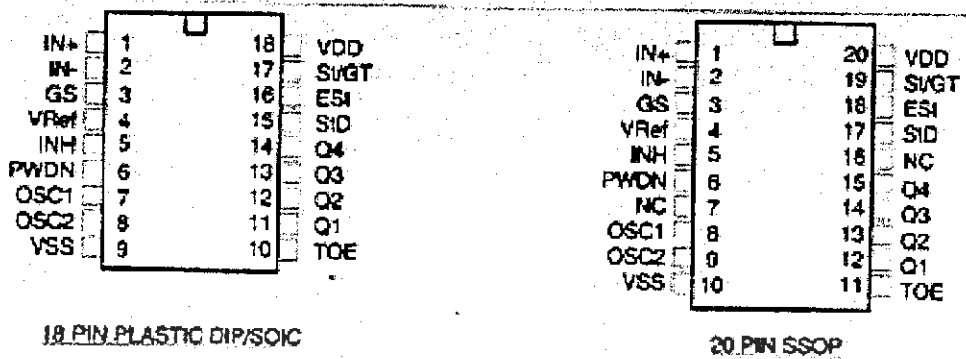


MT8870 ไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ ( INTEGRATED DTMF RECEIVER )

MT8870 ใช้ถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม DTMF ( DUAL TONE MULTI FREQUENCY ) ใช้เป็นตัวเลข BCD ( BINARY CODE DECIMAL ) ขนาด 4 บิต โดยใช้งานร่วมกับคริสตอล 3.579 เมกะเฮิร์ตซ์เท่านั้น

ก่อนอื่นขอให้ความหมายของคำว่า *ถอดรหัสความถี่โทรศัพท์* อันหมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่ม ( ชนิด TONE หรือ DTMF ) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.3 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870

ในยุคก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ มักใช้ไอซีจำพวกเฟสล็อกกลูป (PHASE LOCK LOOP) ซึ่งสร้างปัญหาสารพัด ไม่ว่าจะเรื่องของความถี่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก

#### คุณสมบัติของ MT8870

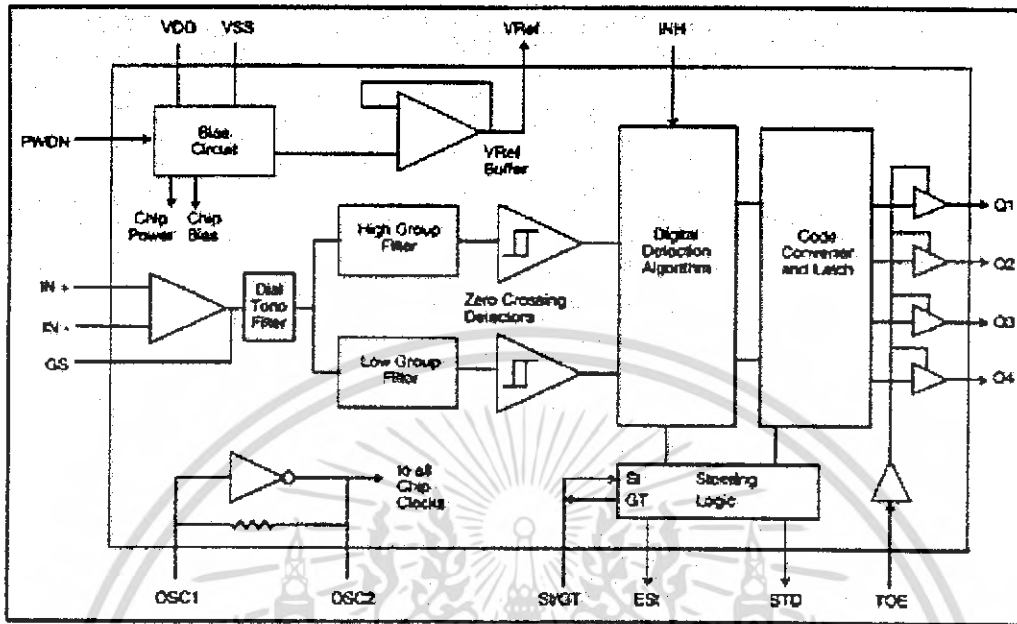
- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF RECEIVER)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราการขยายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (GUARD TIME) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

#### การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดเล็ก หรือ PABX
- ใช้กับงานด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

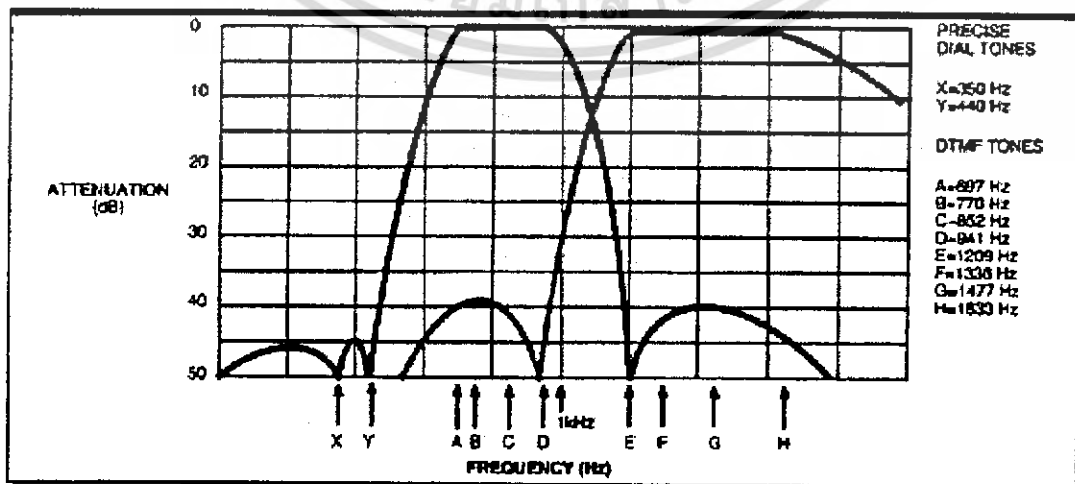
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของ MT8870



รูปที่ 3.3.4 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัส ฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO<sup>2</sup>-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามาส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาต์พุตเป็นวงจรถอดรหัส 3 สถานะรูปที่ 3.3.3 แสดงขาของ MT8870 และรูปที่ 3.3.4 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รูปที่ 3.3.5 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

## ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

- ภาคกรองความถี่ ( FILTER SECTION )
- ภาคถอดรหัส ( DECODER SECTION )
- ภาคตรวจสัญญาณ ( STEERING CIRCUIT )
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง ( DIFFERENTIAL INPUT )
- ภาคกำเนิดความถี่ ( OSCILLATOR )

F <sub>w ow</sub>	F <sub>High</sub>	No	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
F <sub>w ow</sub>	F <sub>High</sub>	No	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

## รูปที่ 3.3.6 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคกรองสัญญาณความถี่

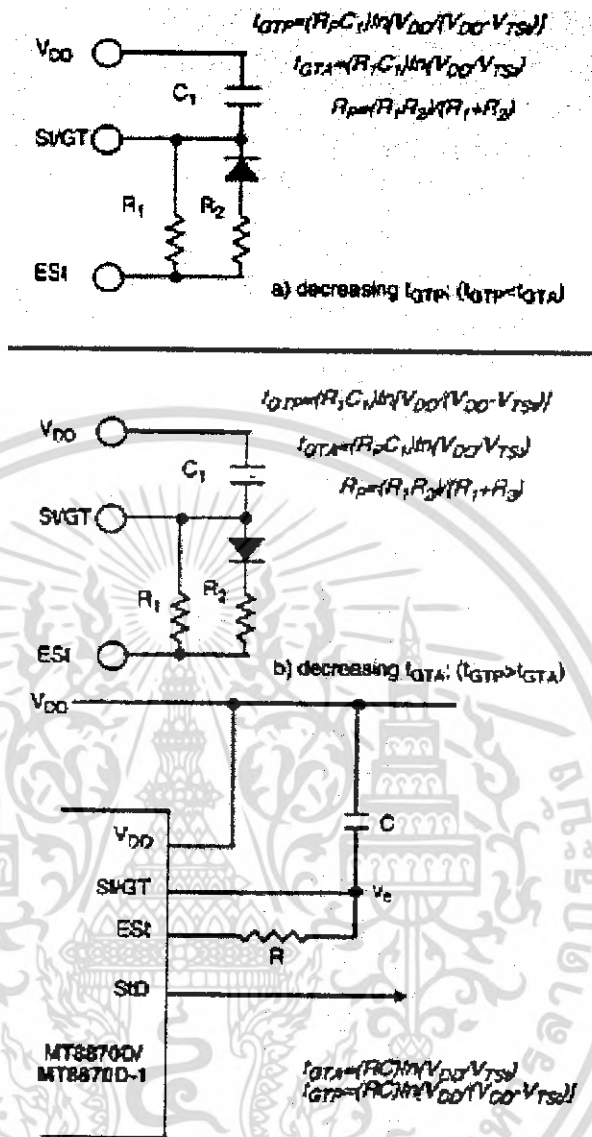
ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ ( SIX-ORDER SWITCHED CAPACITOR BAND PASS FILTER ) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

### ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est ( EARLY STEERING ) ก็จะถูกแยกที่ฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงในรูปที่ 3.3.6

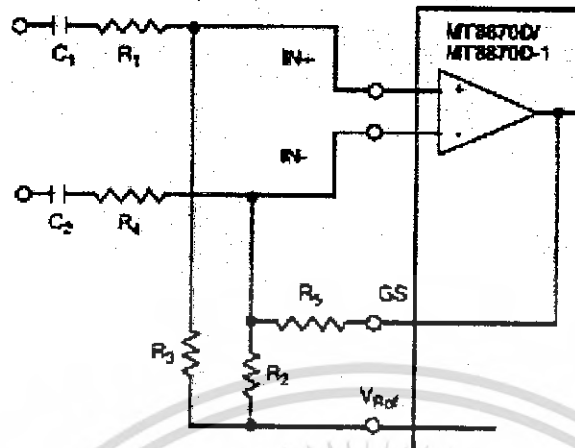
### ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร



รูปที่ 3.3.7 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทร์ (GARD TIME) พร้อมวิธีคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Differential Input Amplifier

$C_1=C_2=10\text{ nF}$

$R_1=R_4=R_5=100\text{ k}\Omega$

$R_2=6\text{ k}\Omega, R_3=37.5\text{ k}\Omega$

All resistors are  $\pm 1\%$  tolerance.  
All capacitors are  $\pm 5\%$  tolerance.

$$R_3 = \frac{R_2 R_5}{R_2 + R_5}$$

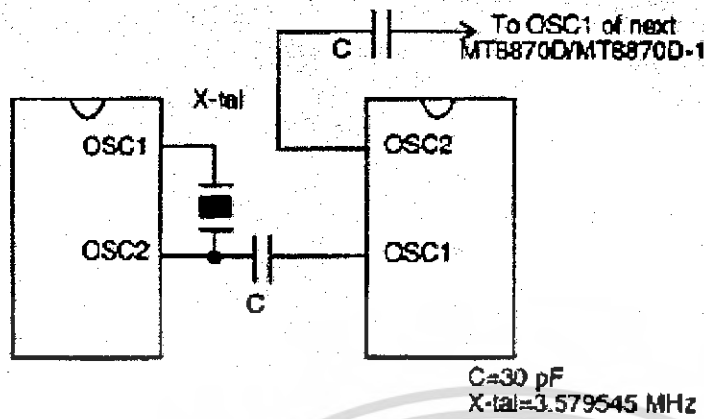
$$\text{VOLTAGE GAIN } (A_v, \text{ diff}) = \frac{R_5}{R_1}$$

INPUT IMPEDANCE

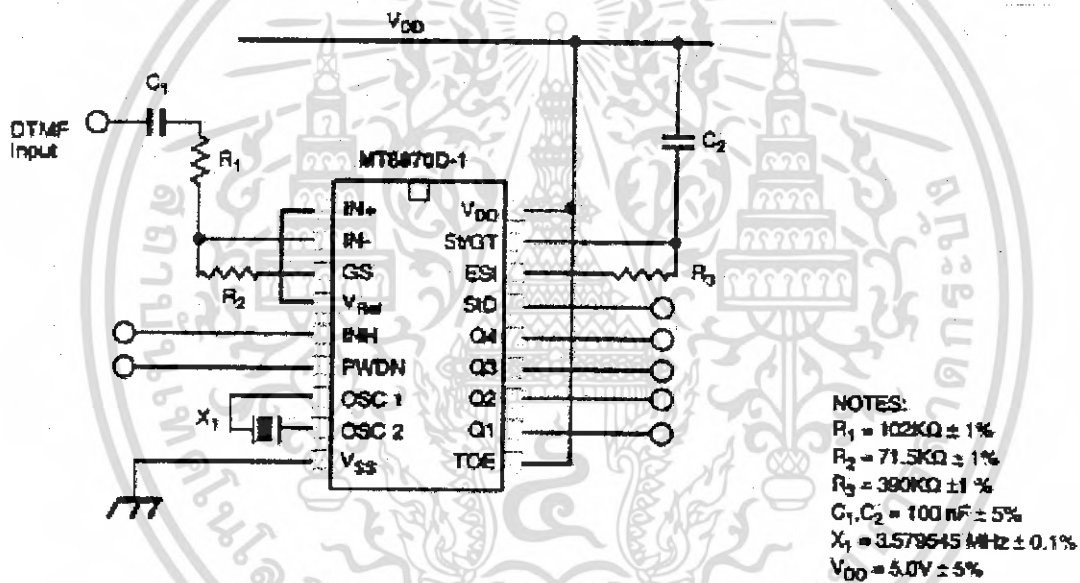
$$(Z_{\text{INOFF}}) = 2 \sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

รูปที่ 3.3.8 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต

โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้องช่วงเวลาไหนเท่าไรสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็น "HIGH" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เขามาจากรูปที่ 7 เมื่อขา EST เป็น "HIGH" ทำให้ VC สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน VC สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสเป็นตัวเลขนาน 4 บิต รายละเอียดการทำงานขอให้ดูจากแผนภูมิเวลาหรือไทมิงไดอะแกรม (TIMING DIAGRAM) ในรูปที่ 3.3.11 จะเข้าใจได้ง่าย



รูปที่ 3.3.9 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่



รูปที่ 3.3.10 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของ MT8870

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ ( GARD TIME ) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เรที่ตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เรที่ตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่ เข้ามานานเท่าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 3.3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป รูปที่ 3.3.8 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุตซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ ดังนี้

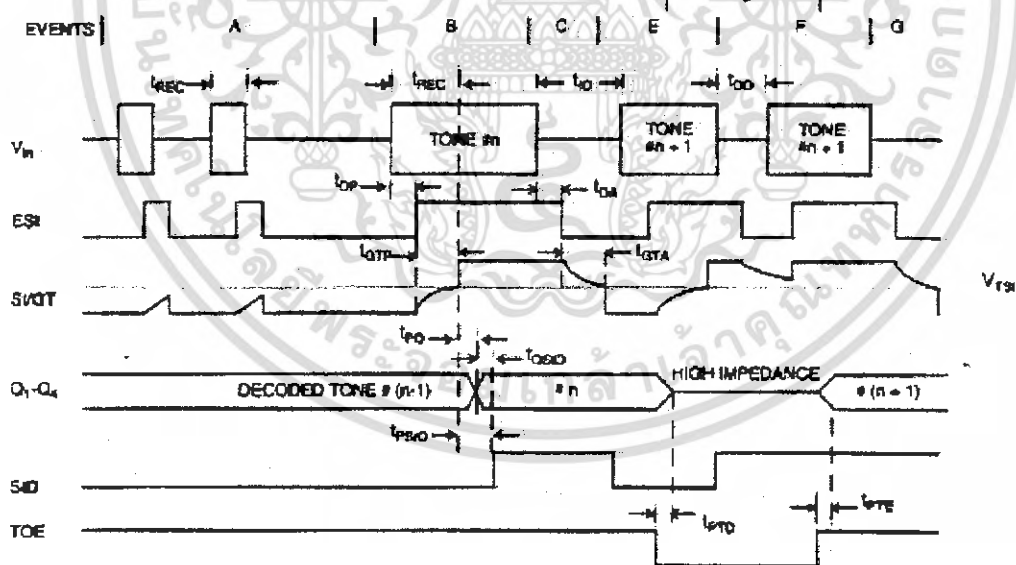
$$\text{อัตราขยาย } (A_{V,DIFF}) = \frac{R_5}{R_1}$$

อินพุตอิมพีแดนซ์ ( $Z_{in, diff}$ )

$$= 2 \sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

### ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงดังรูปที่ 3.3.9



รูปที่ 3.3.11 แสดงแผนภูมิเวลา (TIMING DIAGRAM) ของ MT8870

### อธิบายขั้นตอนการทำงาน

A = ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- B = ความถี่ # n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตช์ไว้ที่เอาต์พุต
- C = จบความถี่ # n ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์ยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่
- D = เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์
- E = ความถี่ # n + 1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์เอาไว้
- F = ความถี่ # n + 1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังแลตช์อยู่
- G = จบความถี่ # n + 1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

### อธิบายคำศัพท์

- $V_{in}$  - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา
- EST - EARLY STERRING OUTPUT ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง
- SVGT - STEERING INPUT/ GUARD TIME OUTPUT สำหรับต่อกับ RC ภายนอก
- $Q_1 - Q_4$  - เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต
- StD - DELAYED STEERING OUTPUT ใช้แสดงว่าความถี่ที่รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ
- TOE - TONE OUTPUT ENABLE ( INPUT ) ใช้ควบคุม  $Q_1 - Q_4$  ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์
- $t_{REC}$  - คาบเวลาสั้นที่สุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง
- $t_{REQ}$  - คาบเวลานานที่ ตรวจพบว่าความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง
- $t_{ID}$  - เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
- $t_{DO}$  - เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
- $t_{DP}$  - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- $t_{DA}$  - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- $t_{GTP}$  - การ์ดใหม่ของการปรากฏความถี่ DTMF
- $t_{GTA}$  - การ์ดใหม่ของการหายไปของความถี่ DTMF

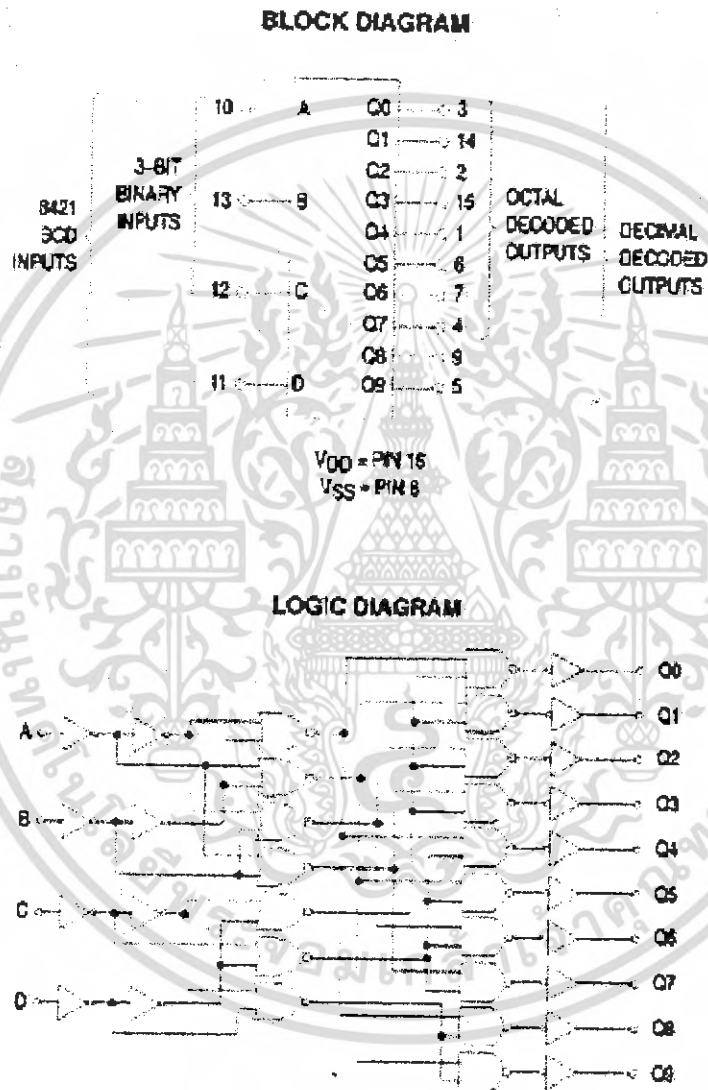
TX,RX MODULE 47MHz สำหรับในส่วนนี้จะแสดงวงจรให้เห็นในส่วนของ DATASHEET

MC14028B (BCD-TO-DECIMAL DECODER )  
(BINARY-TO-OCTAL DECODER )

มีหน้าที่สำคัญคือ จะเป็นไอซีที่ใช้ในการถอดรหัส อินพุต BCD 8421 ซึ่งมี 4 บิตอินพุต ให้เป็นเลขฐานสิบ (one-of-ten decoder output ) กรณี 3 บิต binary input จะถูกแปลงให้เป็นเลขฐานแปด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

( one-of-eight code output ) โดยเหตุผลนี้เองจึงได้นำ IC MC14028B มาเป็นส่วนหนึ่งของวงจรภาครับและถอดรหัสสัญญาณควบคุมให้เป็นสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ ซึ่งลักษณะโครงสร้างที่แสดงเป็น บล็อกไดอะแกรม ลอจิกไดอะแกรม ตารางความจริงดังรูปที่จะแสดงดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Inputs																Output Numbers								Code and Redefined Output Numbers							
																								Hexadecimal				Decimal			
																								4-bit Binary	4-bit Gray	Excess-3	Excess-3 Gray	Alam	421		
D	C	B	A	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	4-bit Binary	4-bit Gray	Excess-3	Excess-3 Gray	Alam	421						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0							
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1							
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3	2	3	2							
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	3	2							
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	7	1	4	4							
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	6	2	4	3							
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	4	3	1	4							
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	5	4	2	4							
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15	5		5							
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	14	6		5							
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	13	7	9	6							
1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	12	8		6							
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	9	5	6							
1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	9	6	7	7							
1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11	3	8	8							
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	7	9	9							

## PIN ASSIGNMENT

C4	1	16	VDD
C2	2	15	D0
C0	3	14	D1
O7	4	13	B
O9	5	12	C
O5	6	11	D
O6	7	10	A
VSS	8	9	C8

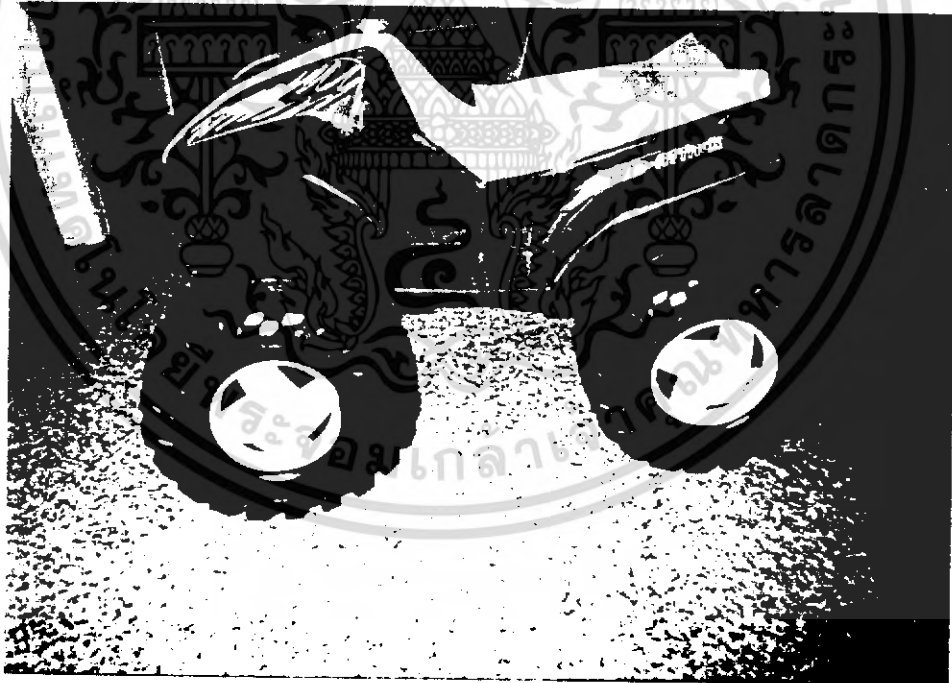
รายละเอียดเพิ่มเติมของ IC เบอร์ MC 14028B นี้จะแสดงในส่วนของภาคผนวก ข. หรือ ส่วนของ DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

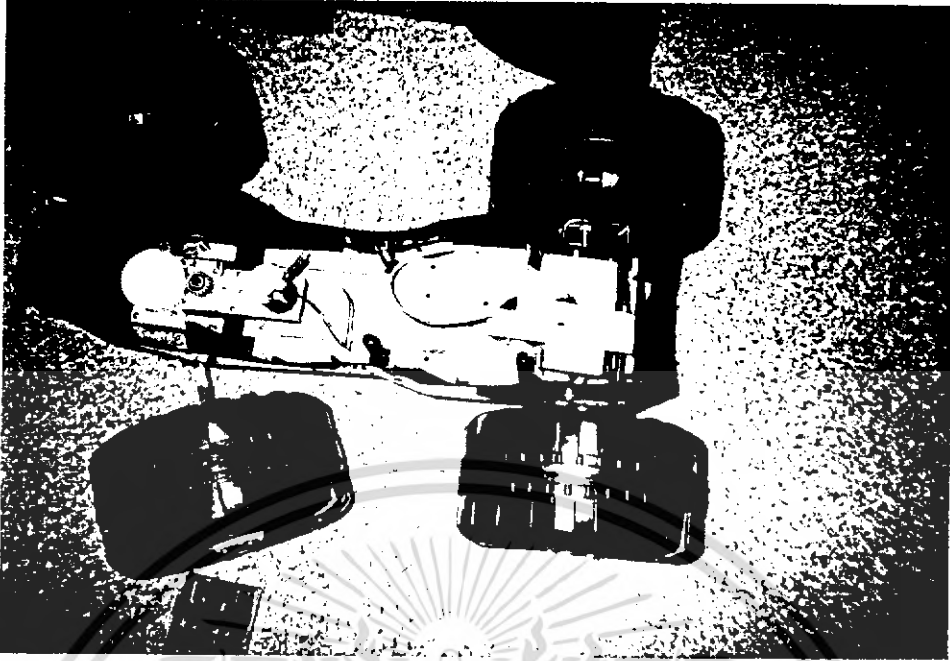
### ผลการทดลองและการทดลอง

เมื่อนำส่วนของ ฮาร์ดแวร์ที่ได้กล่าวถึงมาแล้วในบทก่อนหน้านี มาทำงานร่วมกันเพื่อให้ได้ตามจุดประสงค์ที่กลุ่มโครงการของเราตั้งใจไว้ คือเมื่อประกอบกันเป็นตัวรถตรวจการณ์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปนี้จะเป็นการทดลองใช้งานจริง โดยผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ สามารถส่งภาพมาได้ในระยะความไกลระดับหนึ่ง มีความคมชัดของภาพปานกลางซึ่งต้องทำการปรับแก้ครั้งหนึ่งเพื่อให้ภาพมีความสมบูรณ์ที่สุด ส่วนการทดลองบังคับรถสามารถทำได้เกินที่คาดไว้เล็กน้อย แต่จะมีปัญหาเรื่องแหล่งจ่ายไฟเล็กน้อย ซึ่งเมื่อให้อุปกรณ์บนรถตรวจการณ์ทุกตัวใช้แหล่งจ่ายไฟแหล่งเดียวกันผลปรากฏว่า ไม่สามารถจ่ายกระแสให้กับอุปกรณ์ได้เต็มที่ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดน้อยลงไปมาก จึงต้องเพิ่มแหล่งจ่ายไฟอีกหนึ่งแหล่งเป็นผลทำให้น้ำหนักของรถเพิ่มขึ้นเล็กน้อย รถจึงวิ่งช้าลงเล็กน้อยแต่จุดประสงค์ของรถตรวจการณ์ไม่ต้องการความเร็วของการขับเคลื่อนมากนัก ตอนต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นภาพถ่ายต่างๆของฮาร์ดแวร์

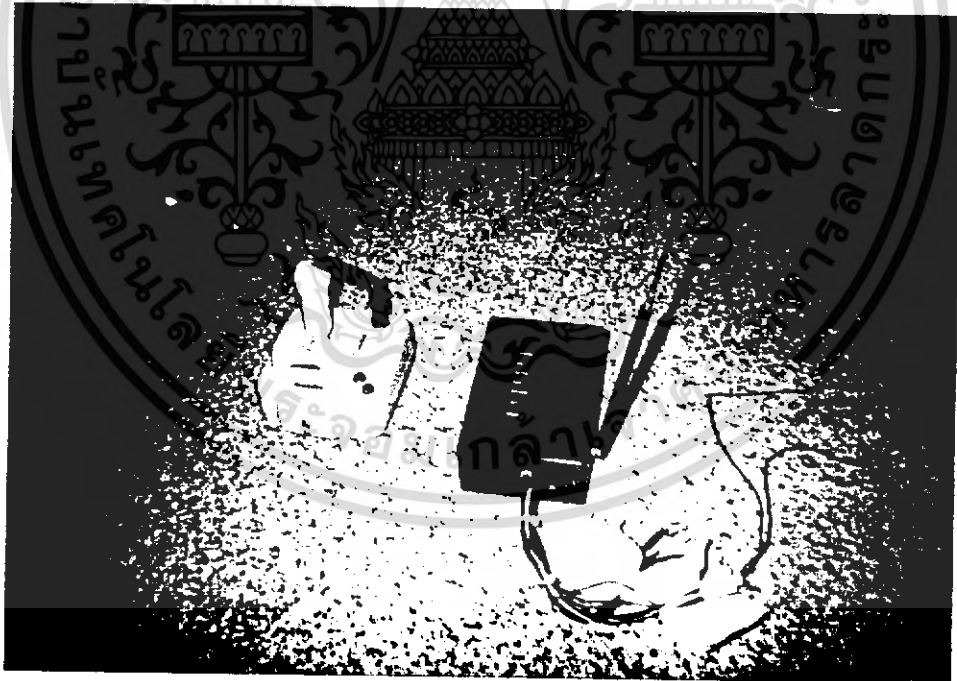


รูปที่ 1 ภาพตัวรถก่อนแปลงสภาพเป็นรถตรวจการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และ<sup>43</sup>ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

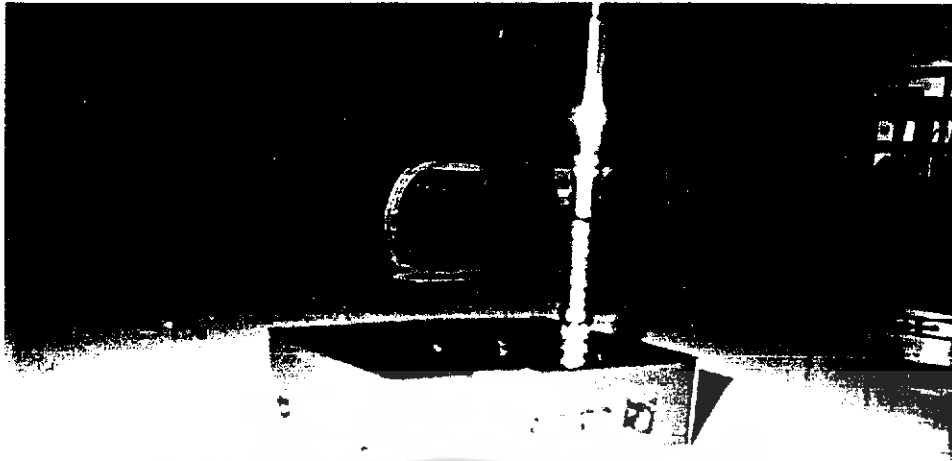


รูปที่ 2 ตัวรถที่ถูกแปลงเป็นรถตรวจการณ์แล้วก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

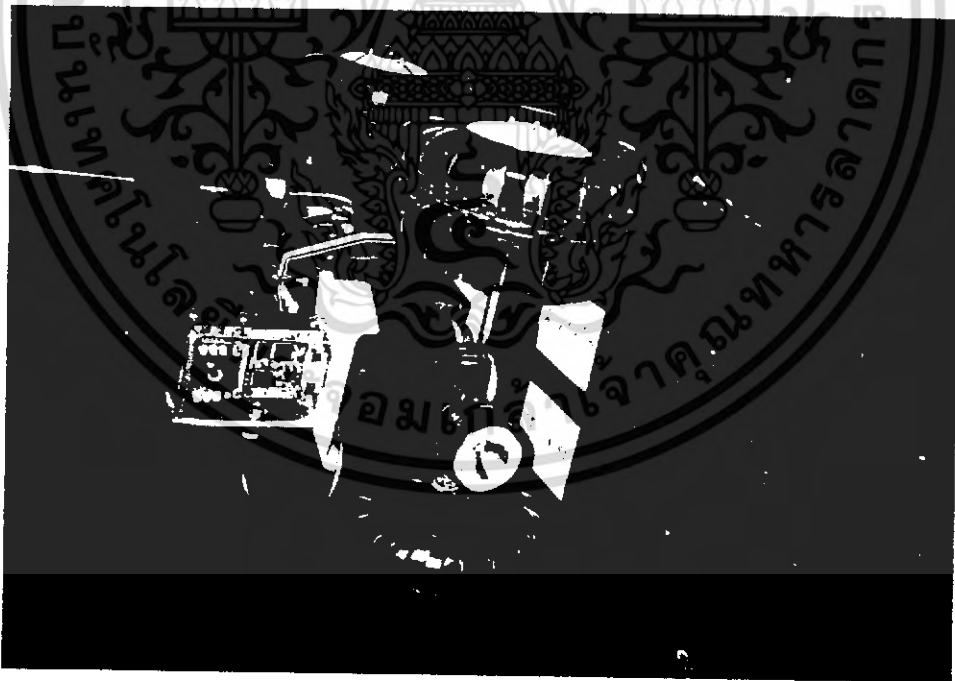


รูปที่ 3 แสดงรูปเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตรวจการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

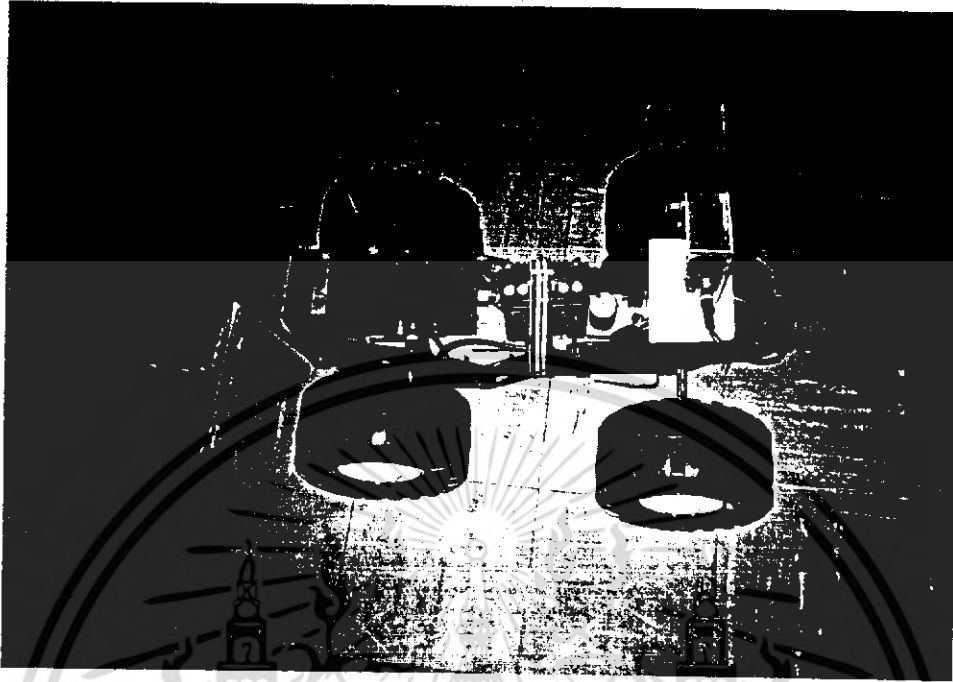


รูปที่ 4 แสดงรูปเครื่องส่งสัญญาณภาพ ( VIDEO SENDER )



รูปที่ 5 แสดงภาพด้านหน้าของรถตรวจการณ์ เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 45 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงภาพด้านบนของรถตรวจการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 46 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุปและวิจารณ์โครงการ

จากการที่ได้เสนอโครงการรถตรวจการณ์ และได้ทำการทดลองในการใช้งานจริง โดยได้ทดสอบประสิทธิภาพของตัวรถตรวจการณ์ ซึ่งจะพบสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองและขีดความสามารถของตัวโครงการได้ดังต่อไปนี้

จากผลการทดลอง สามารถทำงานได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ คือสามารถจะควบคุมรถได้ในระยะที่พอเหมาะคือประมาณ 15 - 20 เมตร ความเร็วในการขับเคลื่อนคงที่เนื่องจากจุดประสงค์ของรถตรวจการณ์ไม่ต้องการความเร็วในการขับเคลื่อนมากนัก ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาในเรื่องความเร็ว ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นกับส่วนจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ทั้งหมด เนื่องจากส่วนจ่ายไฟที่ใช้จะเป็นแบตเตอรี่ขนาด 12 Volt แต่ต้องจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ถึงสามส่วนคือ ส่วนของมอเตอร์ ส่วนของเครื่องส่งสัญญาณภาพ และส่วนของกล้อง CCD ซึ่งทั้งสามส่วนนี้กินกระแสมากพอสมควร จึงทำให้แหล่งจ่ายไฟไม่สามารถจ่ายกระแสให้กับส่วนต่างๆของตัวรถได้เต็มที่ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มแหล่งจ่ายไฟขึ้นมาอีกหนึ่งแหล่งเพื่อแยกกันจ่ายกระแสให้กับอุปกรณ์บนรถตรวจการณ์ วิธีนี้เองจึงจะทำให้สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ได้เต็มที่และสามารถจ่ายไปยังส่วนต่างๆได้พอเพียง

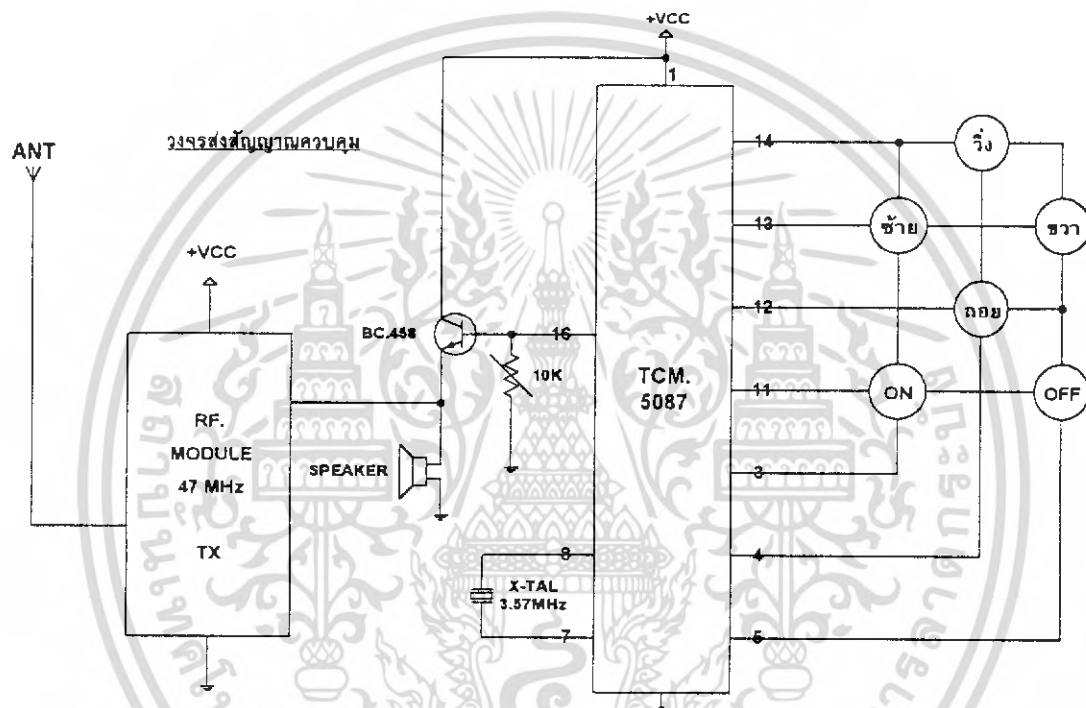
สำหรับขีดความสามารถของโครงการนี้คือ สามารถควบคุมและทำการส่งสัญญาณภาพได้ในระยะไกลสุดประมาณ 20 เมตร และพื้นที่ต้องเป็นพื้นที่ราบเรียบเช่น พื้นที่ในโรงงาน อุตสาหกรรม เป็นต้น และความคมชัดของสัญญาณภาพจะมีความคมชัดที่ระดับหนึ่งเนื่องจากรถจะเคลื่อนที่เป็นระยะๆดังนั้นภาพที่ได้จึงไม่นิ่งเท่าที่ควร

ส่วนแนวทางในการพัฒนาโครงการนี้ต่อไปก็สามารถจะทำได้เช่นกันคือ อาจจะไปเปลี่ยนจากกล้องขาวดำเป็นกล้องสีซึ่งมีราคาแพงกว่ามาก ส่วนตัวเครื่องส่งสามารถที่จะเพิ่มการส่งสัญญาณเสียงได้ และถ้าต้องการเพิ่มกำลังในการขับเคลื่อนก็สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนขนาดของมอเตอร์ ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ น่าจะเป็นไปได้ในแนวทางการพัฒนาต่อไปตามแนวความคิดของแต่ละคน



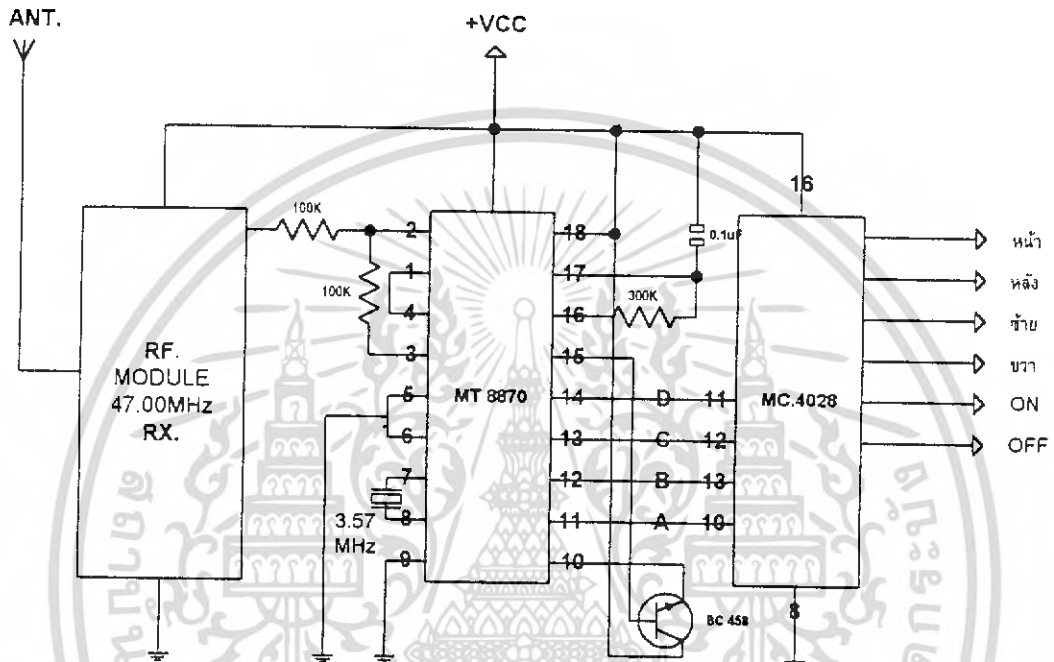
ภาคผนวก ก.  
วงจรและลายทองแดง  
ของฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรควบคุม ภาคส่งสัญญาณควบคุม

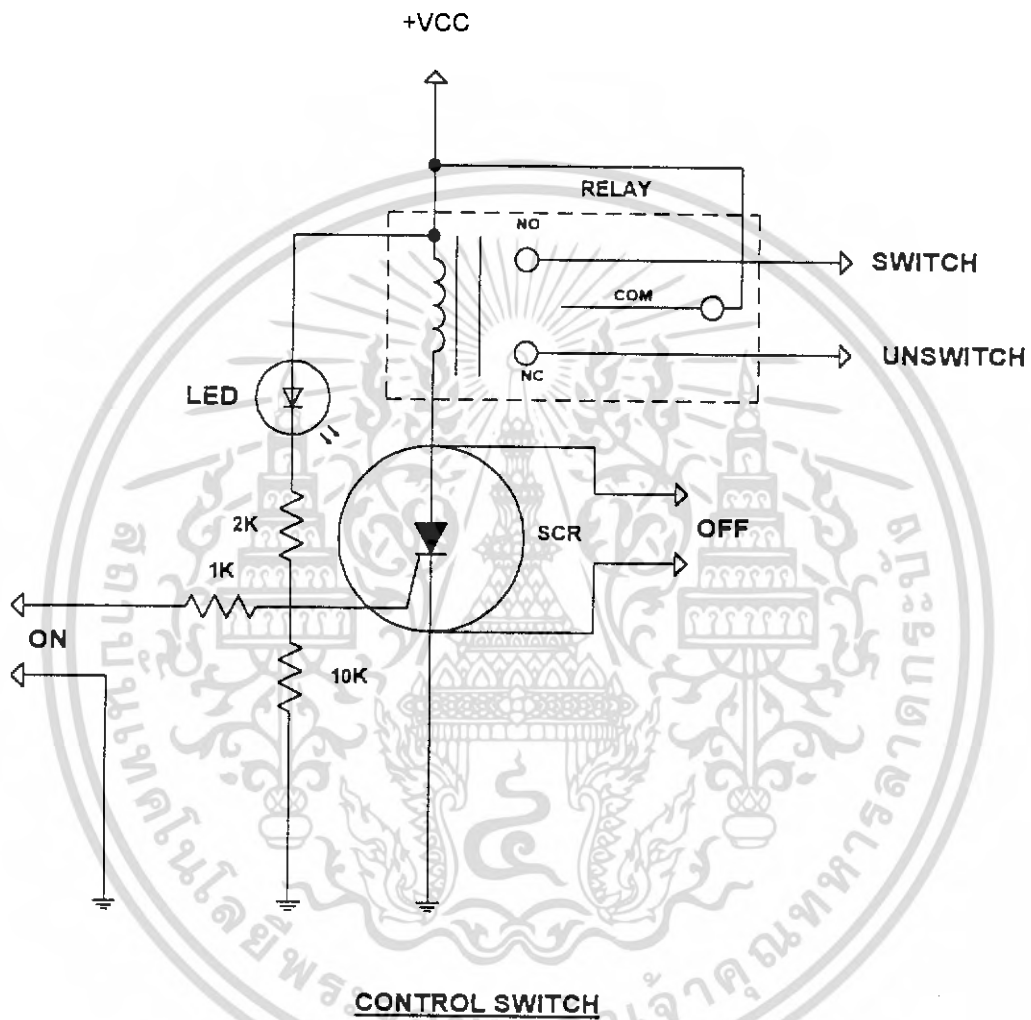
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาครับ / ถอดรหัส / CONTROL

### วงจรควบคุม ภาครับและถอดรหัสสัญญาณควบคุม

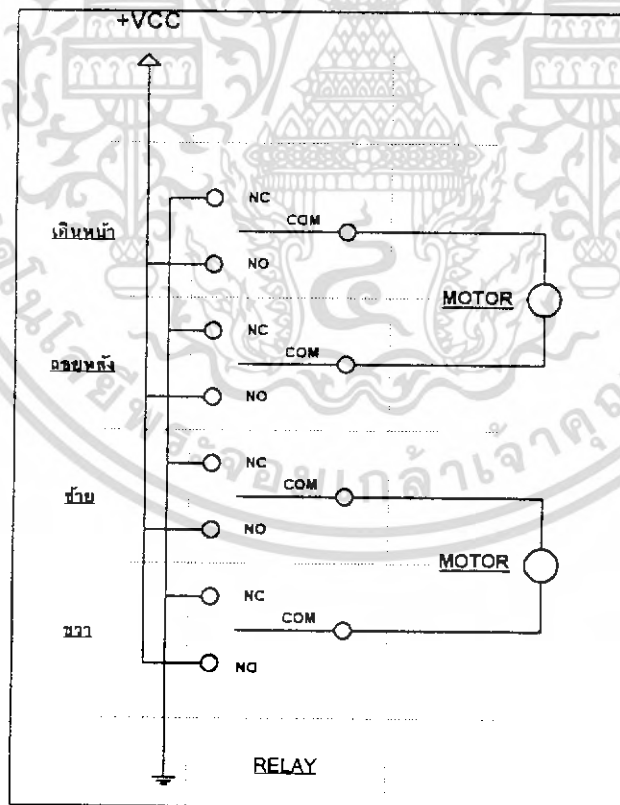
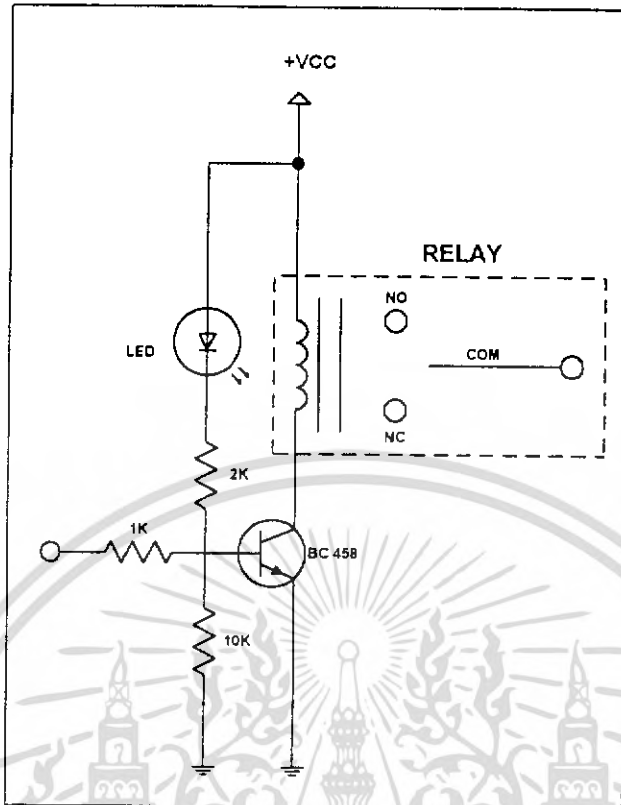
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจร CONTROL SWITC

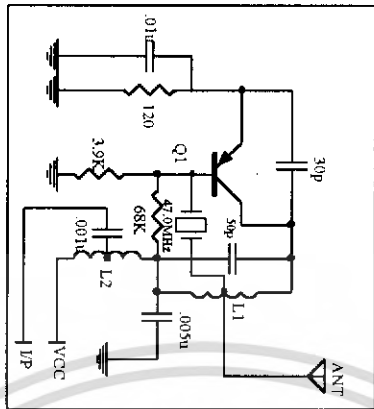
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRIVE RELAY (4 จุด)

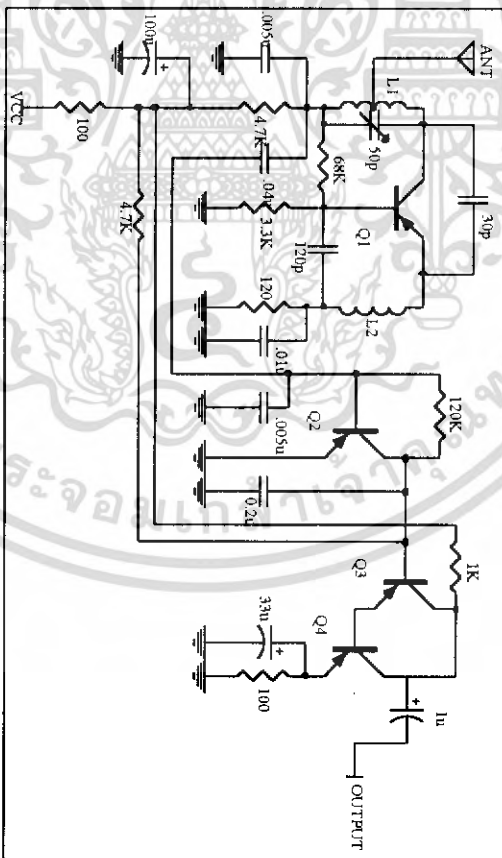


CONTROL MOTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Tx. 47.0 MHz (Module)**



**Rx 47.0 MHz (Module)**

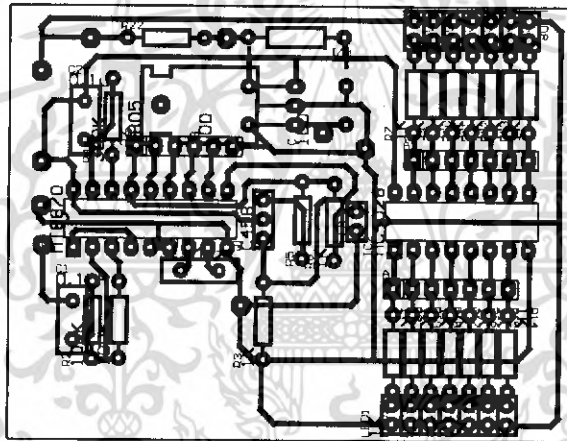
Title	MODULE 47.00 MHz		
Size	Number	KMITTL	
A4		KANTON	
Date	6-Nov-1997	State	
File	C:\CHUAN-1\PROJECT\TXRX-1.DSN	By	MONTREE CHAIYAKOTE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

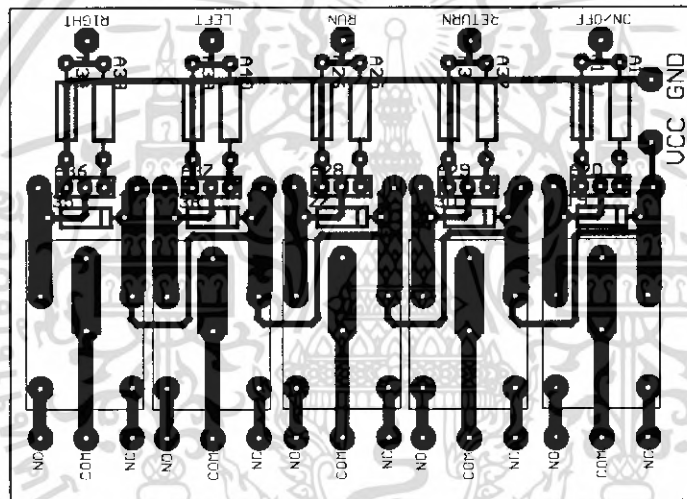


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

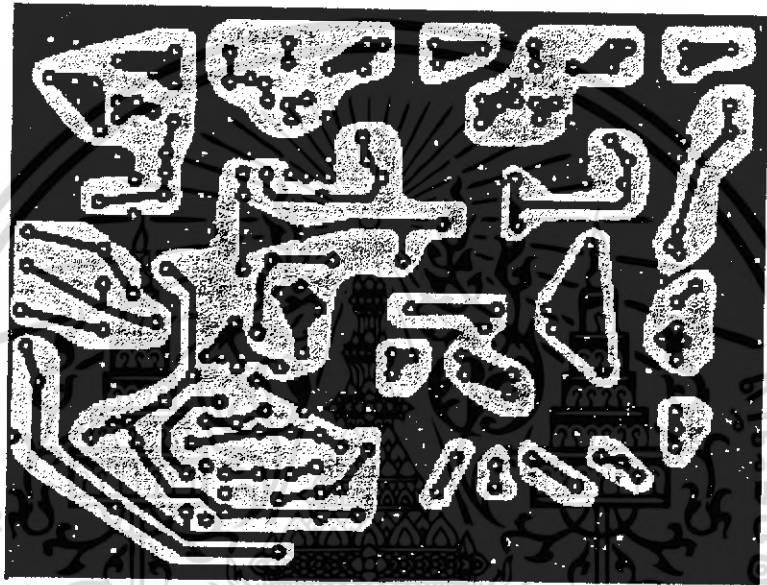




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ภาคผนวก ข. DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14028B

## BCD-To-Decimal Decoder Binary-To-Octal Decoder

The MC14028B decoder is constructed so that an 8421 BCD code on the four inputs provides a decimal (one-of-ten) decoded output, while a 3-bit binary input provides a decoded octal (one-of-eight) code output with D forced to a logic "0". Expanded decoding such as binary-to-hexadecimal (one-of-16), etc., can be achieved by using other MC14028B devices. The part is useful for code conversion, address decoding, memory selection control, demultiplexing, or readout decoding.

- Diode Protection on All Inputs
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Positive Logic Design
- Low Outputs on All Illegal Input Combinations
- Similar to CD4028B.

### MAXIMUM RATINGS\* (Voltages Referenced to VSS)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>DD</sub>	DC Supply Voltage	- 0.5 to + 18.0	V
V <sub>in</sub> , V <sub>out</sub>	Input or Output Voltage (DC or Transient)	- 0.5 to V <sub>DD</sub> + 0.5	V
I <sub>in</sub> , I <sub>out</sub>	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P <sub>D</sub>	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T <sub>stg</sub>	Storage Temperature	- 65 to + 150	°C
T <sub>L</sub>	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

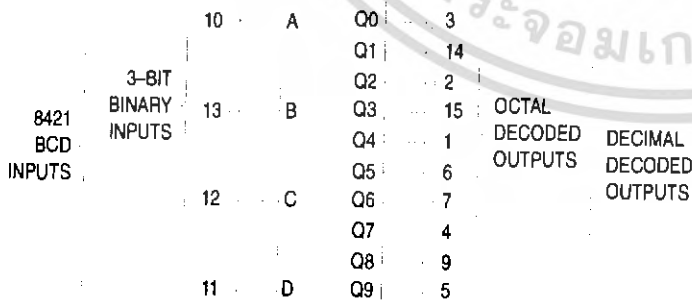
\* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

† Temperature Derating:

Plastic "P and D/DW" Packages: - 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C

Ceramic "L" Packages: - 12 mW/°C From 100°C To 125°C

### BLOCK DIAGRAM



V<sub>DD</sub> = PIN 16  
V<sub>SS</sub> = PIN 8



**L SUFFIX**  
CERAMIC  
CASE 620



**P SUFFIX**  
PLASTIC  
CASE 648



**D SUFFIX**  
SOIC  
CASE 751B

### ORDERING INFORMATION

MC14XXXBCP	Plastic
MC14XXXBCL	Ceramic
MC14XXXBD	SOIC

T<sub>A</sub> = - 55° to 125°C for all packages.

### TRUTH TABLE

D	C	B	A	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)

Characteristic	Symbol	V <sub>DD</sub> Vdc	- 55°C		25°C			125°C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max		
Output Voltage V <sub>in</sub> = V <sub>DD</sub> or 0	V <sub>OL</sub>	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc	
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
V <sub>in</sub> = 0 or V <sub>DD</sub>	V <sub>OH</sub>	5.0	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95	—	Vdc	
		10	9.95	—	9.95	10	—	9.95	—		
Input Voltage (V <sub>O</sub> = 4.5 or 0.5 Vdc) (V <sub>O</sub> = 9.0 or 1.0 Vdc) (V <sub>O</sub> = 13.5 or 1.5 Vdc)	V <sub>IL</sub>	5.0	—	1.5	—	2.25	1.5	—	1.5	Vdc	
		10	—	3.0	—	4.50	3.0	—	3.0		
(V <sub>O</sub> = 0.5 or 4.5 Vdc) (V <sub>O</sub> = 1.0 or 9.0 Vdc) (V <sub>O</sub> = 1.5 or 13.5 Vdc)	V <sub>IH</sub>	5.0	3.5	—	3.5	2.75	—	3.5	—	Vdc	
		10	7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—		
Output Drive Current (V <sub>OH</sub> = 2.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 4.6 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 9.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 13.5 Vdc)	Source I <sub>OH</sub>	5.0	- 3.0	—	- 2.4	- 4.2	—	- 1.7	—	mAdc	
		10	- 0.64	—	- 0.51	- 0.88	—	- 0.36	—		
(V <sub>OL</sub> = 0.4 Vdc) (V <sub>OL</sub> = 0.5 Vdc) (V <sub>OL</sub> = 1.5 Vdc)	Sink I <sub>OL</sub>	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—	mAdc	
		10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—		
		15	4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—		
Input Current	I <sub>in</sub>	15	—	± 0.1	—	± 0.00001	± 0.1	—	± 1.0	μAdc	
Input Capacitance (V <sub>in</sub> = 0)	C <sub>in</sub>	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF	
Quiescent Current (Per Package)	I <sub>DD</sub>	5.0	—	5.0	—	0.005	5.0	—	150	μAdc	
		10	—	10	—	0.010	10	—	300		
		15	—	20	—	0.015	20	—	600		
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C <sub>L</sub> = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I <sub>T</sub>	5.0	I <sub>T</sub> = (0.3 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>								μAdc
	10	I <sub>T</sub> = (0.6 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>									
	15	I <sub>T</sub> = (0.9 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>									

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

\*\* The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

† To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) Vfk$$

where: I<sub>T</sub> is in μA (per package), C<sub>L</sub> in pF, V = (V<sub>DD</sub> - V<sub>SS</sub>) in volts, f in kHz is input frequency, and k = 0.001.

**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<sub>in</sub> and V<sub>out</sub> should be constrained to the range V<sub>SS</sub> ≤ (V<sub>in</sub> or V<sub>out</sub>) ≤ V<sub>DD</sub>. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V<sub>SS</sub> or V<sub>DD</sub>). Unused outputs must be left open.**

**PIN ASSIGNMENT**

Q4	1 •	16	V <sub>DD</sub>
Q2	2	15	Q3
Q0	3	14	Q1
Q7	4	13	B
Q9	5	12	C
Q5	6	11	D
Q6	7	10	A
V <sub>SS</sub>	8	9	Q8

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

Characteristic	Symbol	V <sub>DD</sub>	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise and Fall Time $t_{TLH}, t_{THL} = (1.5 \text{ ns/pF}) C_L + 25 \text{ ns}$ $t_{TLH}, t_{THL} = (0.75 \text{ ns/pF}) C_L + 12.5 \text{ ns}$ $t_{TLH}, t_{THL} = (0.55 \text{ ns/pF}) C_L + 9.5 \text{ ns}$	$t_{TLH}, t_{THL}$	5.0 10 15	— — —	100 50 40	200 100 80	ns
Propagation Delay Time $t_{PLH}, t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 215 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.66 \text{ ns/pF}) C_L + 97 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 65 \text{ ns}$	$t_{PLH}, t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	300 130 90	600 260 180	ns

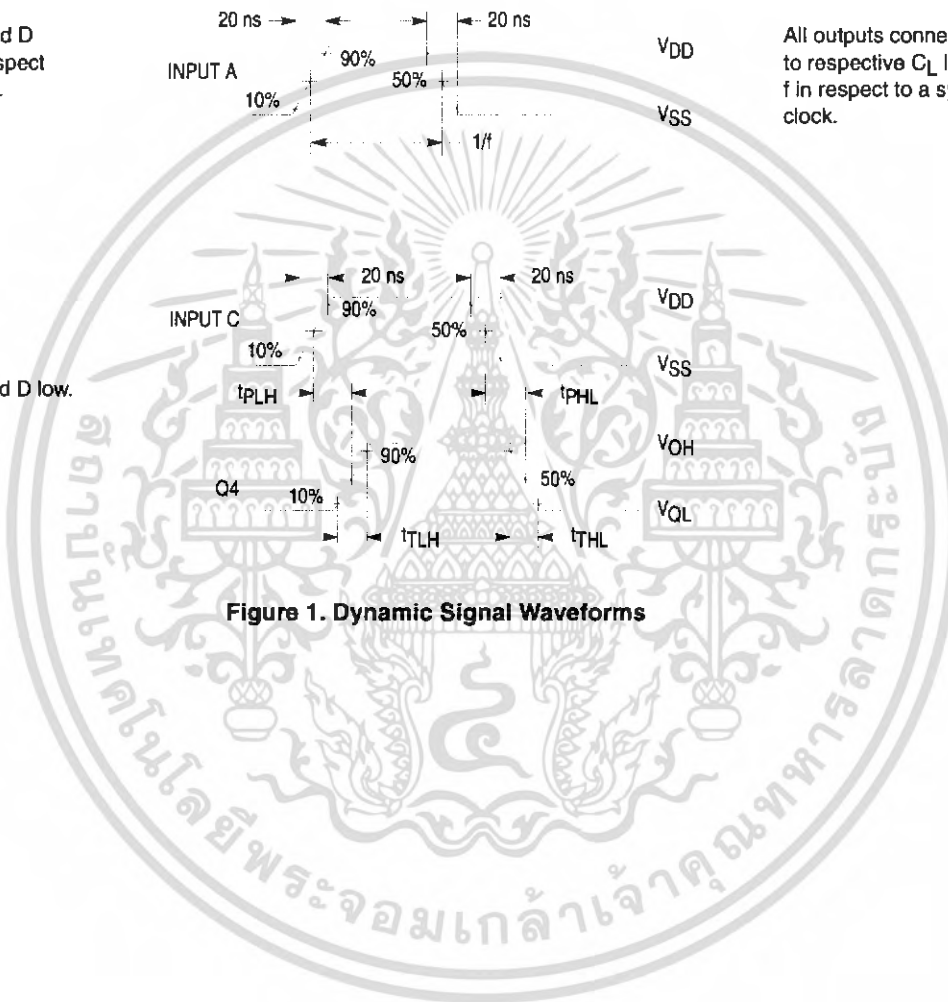
\* The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

Inputs B, C, and D switching in respect to a BCD code.

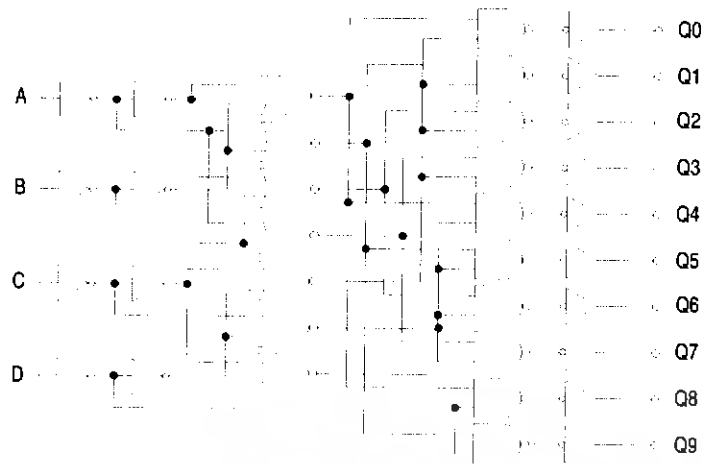
Inputs A, B, and D low.

All outputs connected to respective  $C_L$  loads. f in respect to a system clock.



**Figure 1. Dynamic Signal Waveforms**

## LOGIC DIAGRAM



## APPLICATIONS INFORMATION

Expanded decoding can be performed by using the MC14028B and other CMOS Integrated Circuits. The circuit in Figure 2 converts any 4-bit code to a decimal or hexadecimal code. The accompanying table shows the input binary combinations, the associated "output numbers" that go "high" when selected, and the "redefined output numbers" needed for the proper code. For example: For the combination DCBA = 0111 the output number 7 is redefined for the 4-bit binary, 4-bit gray, excess-3, or excess-3 gray codes as 7, 5, 4, or 2, respectively. Figure 3 shows a 6-bit binary 1-of-64 decoder using nine MC14028B circuits and two MC14069UB inverters.

The MC14028B can be used in decimal digit displays, such as, neon readouts or incandescent projection indicators as shown in Figure 4.

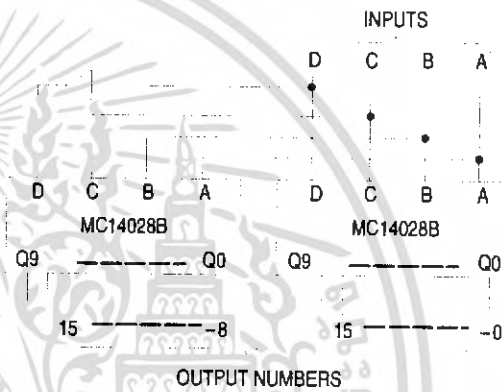


Figure 2. Code Conversion Circuit and Truth Table

Inputs				Output Numbers																Code and Redefined Output Numbers						
																				Hexadecimal		Decimal				
D	C	B	A	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	4-Bit Binary	4-Bit Gray	Excess-3	Excess-3 Gray	Aiken	4221	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1			1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	0		2	2
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	2	0	3	3	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	7	1	4	4	
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	6	2			3
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	4	3	1		4
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	4	2		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15	5			5
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	14	6			6
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12	7	9		7
1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	8		5	8
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	9	5	6	7
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	9		6	7	8
1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11		8	8	9
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10		7	9	9

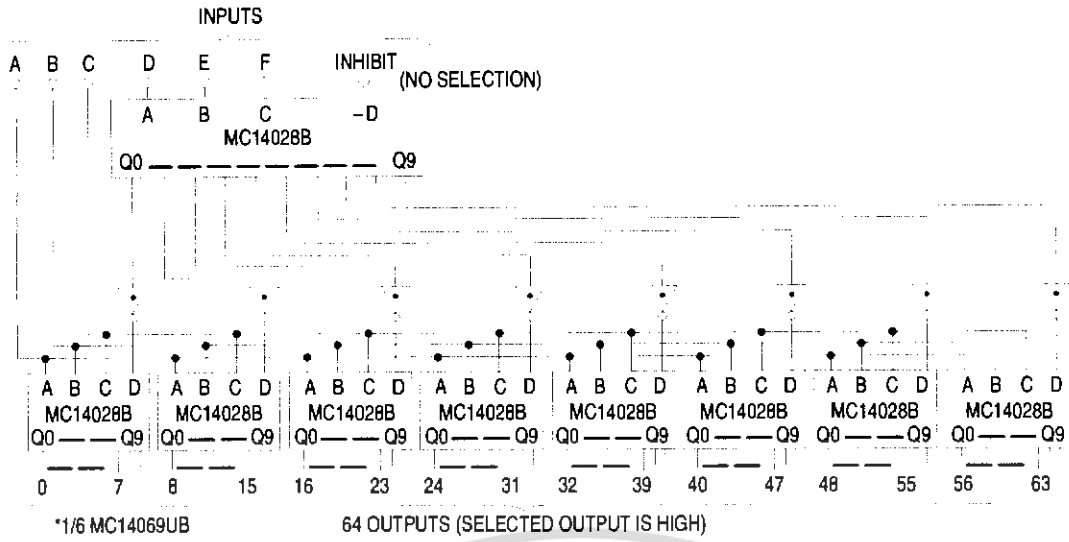


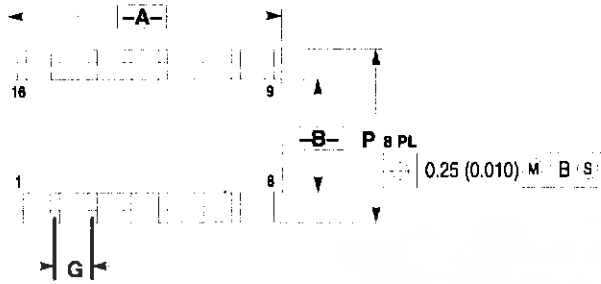
Figure 3. Six-Bit Binary 1-of-64 Decoder



Figure 4. Decimal Digit Display Application

# OUTLINE DIMENSIONS

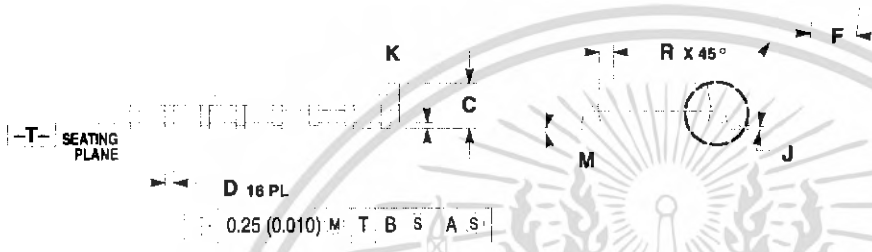
## D SUFFIX PLASTIC SOIC PACKAGE CASE 751B-05 ISSUE J



### NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.80	10.00	0.386	0.393
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

### How to reach us:

**USA/EUROPE/Locations Not Listed:** Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

**JAPAN:** Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

**MFAX:** RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609  
**INTERNET:** http://Design-NET.com

**ASIA/PACIFIC:** Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298

**Features**

- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

ISSUE 5

March 1997

**Ordering Information**

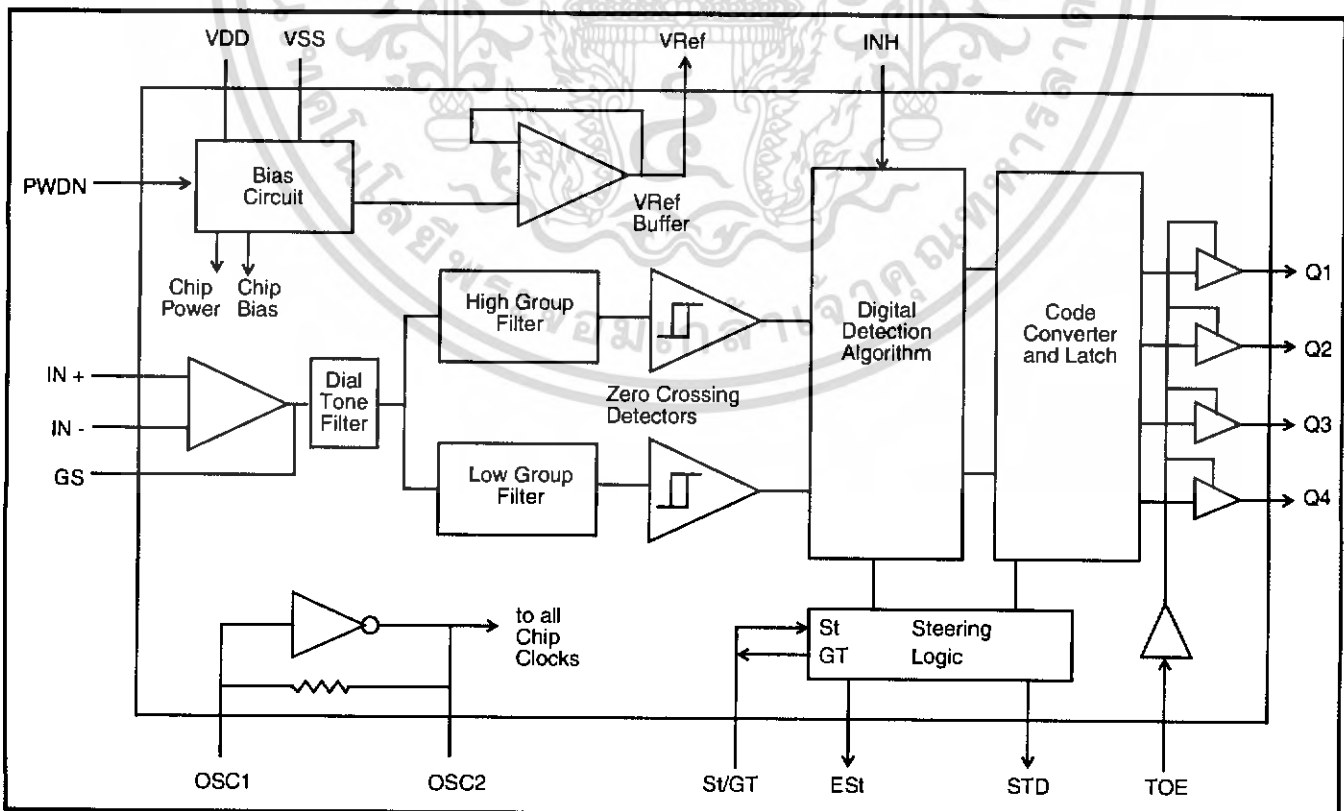
MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
-40 °C to +85 °C	

**Description**

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

**Applications**

- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine


**Figure 1 - Functional Block Diagram**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

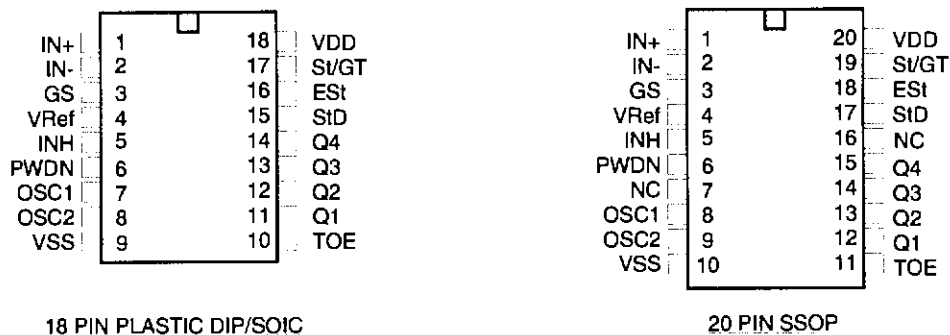


Figure 2 - Pin Connections

## 1 Description

Pin #	Name	Description
1	IN+	<b>Non-Inverting Op-Amp (Input).</b>
2	IN-	<b>Inverting Op-Amp (Input).</b>
3	GS	<b>Gain Select.</b> Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	V <sub>Ref</sub>	<b>Reference Voltage (Output).</b> Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	INH	<b>Inhibit (Input).</b> Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	PWDN	<b>Power Down (Input).</b> Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
8	OSC1	<b>Clock (Input).</b>
9	OSC2	<b>Clock (Output).</b> A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
10	V <sub>SS</sub>	<b>Ground (Input).</b> 0V typical.
11	TOE	<b>Three State Output Enable (Input).</b> Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
12-15	Q1-Q4	<b>Three State Data (Output).</b> When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
17	StD	<b>Delayed Steering (Output).</b> Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below $V_{TSt}$ .
18	ESt	<b>Early Steering (Output).</b> Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
19	St/GT	<b>Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional.</b> A voltage greater than $V_{TSt}$ detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than $V_{TSt}$ frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
20	V <sub>DD</sub>	<b>Positive power supply (Input).</b> +5V typical.
7, 16	NC	No Connection.

### Functional Description

The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

### Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

### Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while

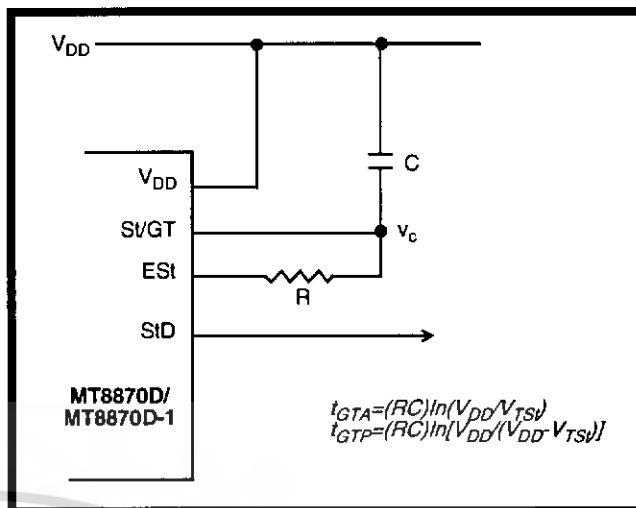


Figure 4 - Basic Steering Circuit

providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the “signal condition” in some industry specifications) the “Early Steering” (EST) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause EST to assume an inactive state (see “Steering Circuit”).

### Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by EST. A logic high on EST causes v<sub>c</sub> (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

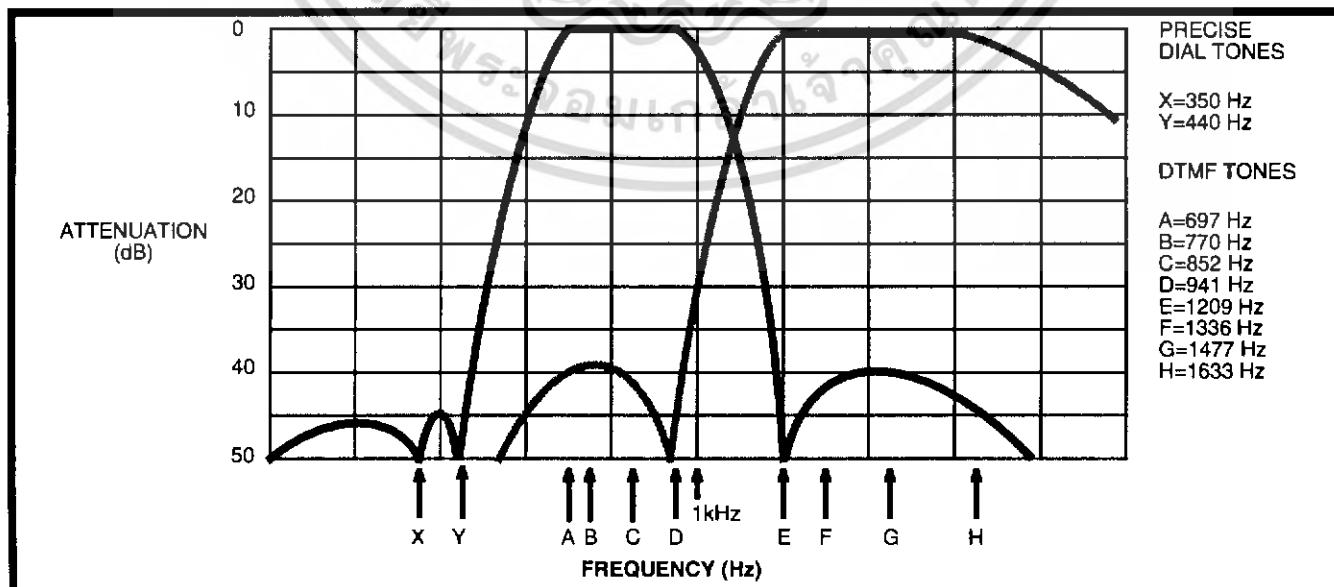


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

dition is maintained (EST remains high) for the duration period ( $t_{GTP}$ ),  $v_c$  reaches the threshold ( $V_{TS}$ ) of the steering logic to register the tone pair, changing its corresponding 4-bit code (see Table 1) to the output latch. At this point the GT output is activated and drives  $v_c$  to  $V_{DD}$ . GT continues to drive high as long as EST remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as detecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

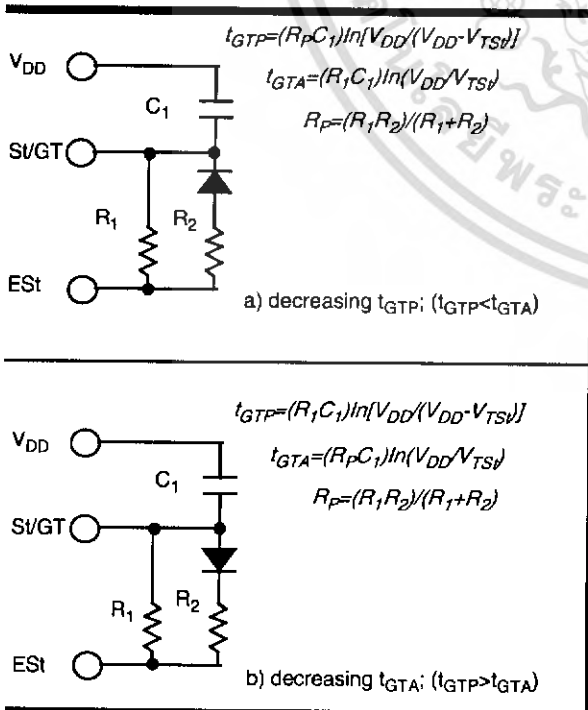
**Guard Time Adjustment**

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of  $t_{DP}$  is a device parameter (see Figure 4) and  $t_{REC}$  is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1  $\mu$ F is



**Figure 5 - Guard Time Adjustment**

Digit	TOE	INH	EST	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

**Table 1. Functional Decode Table**

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE  
X = DON'T CARE

recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present ( $t_{GTP}$ ) and tone absent ( $t_{GTA}$ ). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing  $t_{REC}$  improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short  $t_{REC}$  with a long  $t_{DO}$  would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

**Power-down and Inhibit Mode**

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

**Differential Input Configuration**

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source ( $V_{Ref}$ ) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and  $V_{Ref}$  biasing the input at  $1/2V_{DD}$ . Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor  $R_5$ .

**Crystal Oscillator**

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

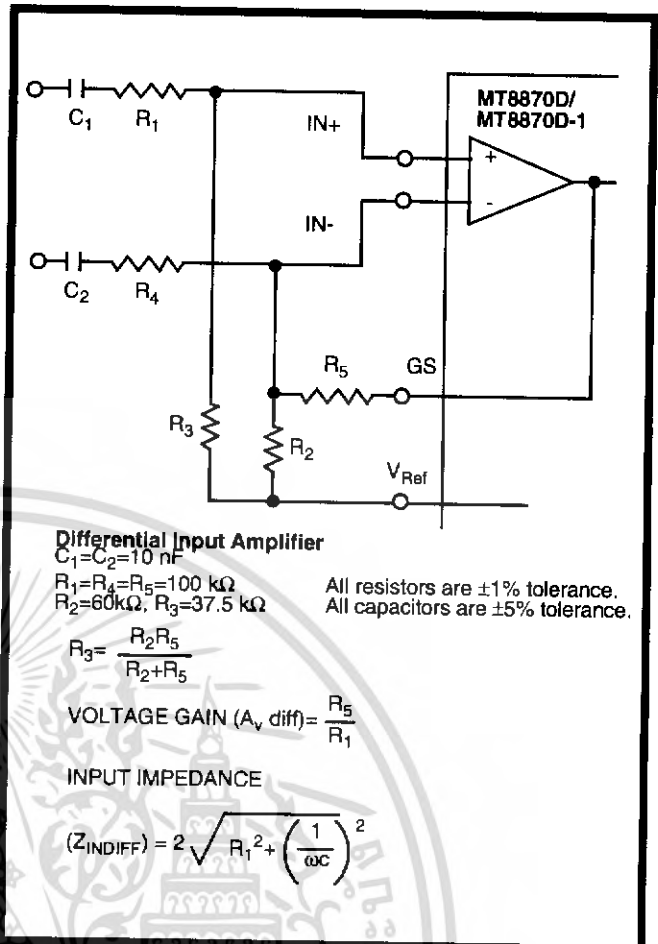


Figure 6 - Differential Input Configuration

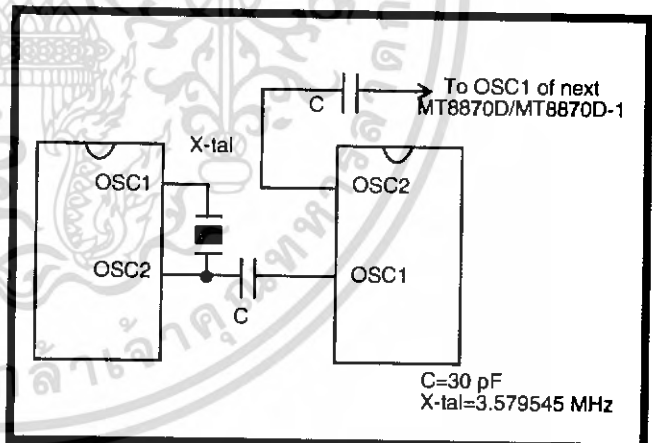


Figure 7 - Oscillator Connection

Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
$\Delta f$	%	$\pm 0.2\%$

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note:  $Q_m$ =quality factor of RLC model, i.e.,  $1/2\pi f R_1 C_1$ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Applications

### RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM EC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of the T8870D-1 device in a typical receiver system. BT EC POR defines the input signals less than -34 dBm as non-operate level. This condition can be attained by choosing suitable values of  $R_1$  and  $R_2$  to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of  $R_3$  and  $C_2$  are the guard time requirements when the total component tolerance is 1%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

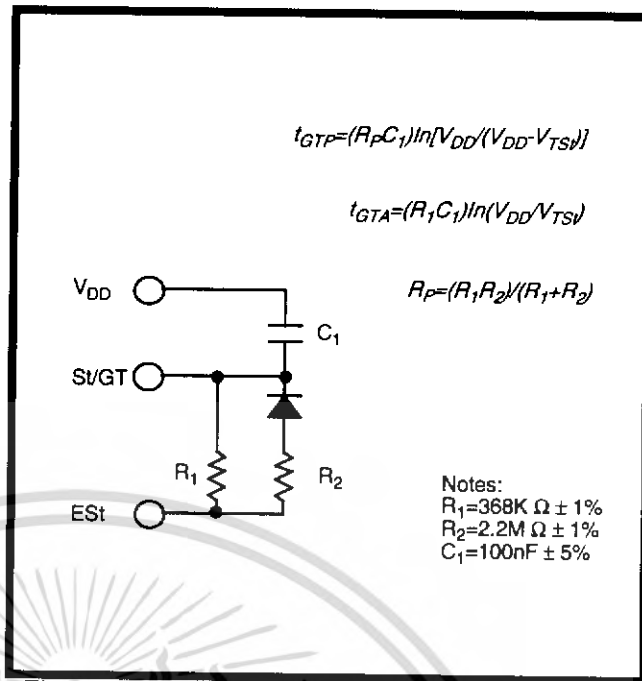


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

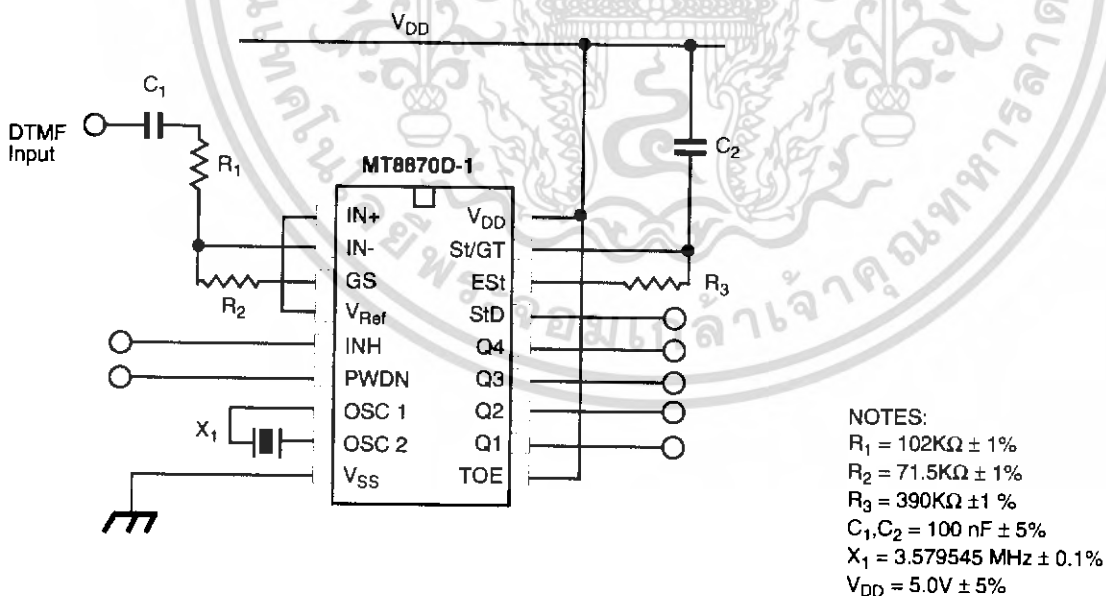


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Absolute Maximum Ratings<sup>†</sup>**

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V <sub>DD</sub>		7	V
2	Voltage on any pin	V <sub>I</sub>	V <sub>SS</sub> -0.3	V <sub>DD</sub> +0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I <sub>I</sub>		10	mA
4	Storage temperature	T <sub>STG</sub>	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P <sub>D</sub>		500	mW

<sup>†</sup> Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied. Derate above 75 °C at 16 mW / °C. All leads soldered to board.

**Recommended Operating Conditions** - Voltages are with respect to ground (V<sub>SS</sub>) unless otherwise stated.

	Parameter	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V <sub>DD</sub>	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T <sub>O</sub>	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	f <sub>c</sub>		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq.Tolerance	Δf <sub>c</sub>		±0.1		%	

<sup>‡</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

**DC Electrical Characteristics** - V<sub>DD</sub>=5.0V±5%, V<sub>SS</sub>=0V, -40°C ≤ T<sub>O</sub> ≤ +85°C, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Test Conditions
S U P P L Y	1 Standby supply current	I <sub>DDQ</sub>		10	25	μA	PWDN=V <sub>DD</sub>
	2 Operating supply current	I <sub>DD</sub>		3.0	9.0	mA	
	3 Power consumption	P <sub>O</sub>		15		mW	f <sub>c</sub> =3.579545 MHz
I N P U T S	4 High level input	V <sub>IH</sub>	3.5			V	V <sub>DD</sub> =5.0V
	5 Low level input voltage	V <sub>IL</sub>			1.5	V	V <sub>DD</sub> =5.0V
	6 Input leakage current	I <sub>IH</sub> /I <sub>IL</sub>		0.1		μA	V <sub>IN</sub> =V <sub>SS</sub> or V <sub>DD</sub>
	7 Pull up (source) current	I <sub>SO</sub>		7.5	20	μA	TOE (pin 10)=0, V <sub>DD</sub> =5.0V
	8 Pull down (sink) current	I <sub>SI</sub>		15	45	μA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V <sub>DD</sub> =5.0V
	9 Input impedance (IN+, IN-)	R <sub>IN</sub>		10		MΩ	@ 1 kHz
	10 Steering threshold voltage	V <sub>TSt</sub>	2.2	2.4	2.5	V	V <sub>DD</sub> = 5.0V
O U T P U T S	11 Low level output voltage	V <sub>OL</sub>			V <sub>SS</sub> +0.03	V	No load
	12 High level output voltage	V <sub>OH</sub>	V <sub>DD</sub> -0.03			V	No load
	13 Output low (sink) current	I <sub>OL</sub>	1.0	2.5		mA	V <sub>OUT</sub> =0.4 V
	14 Output high (source) current	I <sub>OH</sub>	0.4	0.8		mA	V <sub>OUT</sub> =4.6 V
	15 V <sub>Ref</sub> output voltage	V <sub>Ref</sub>	2.3	2.5	2.7	V	No load, V <sub>DD</sub> = 5.0V
	16 V <sub>Ref</sub> output resistance	R <sub>OR</sub>		1		kΩ	

<sup>‡</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**MT8870D-1 AC Electrical Characteristics** -  $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$ ,  $V_{SS}=0V$ ,  $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$ , using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>‡</sup>	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV <sub>RMS</sub>	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV <sub>RMS</sub>	
3	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2$ Hz				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

‡ Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

**\*NOTES**

1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by  $\pm 1.5\% \pm 2$  Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz ) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz)  $\pm 2\%$ .
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.
13. Guaranteed by design and characterization.

# T8870D/MT8870D-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

**Electrical Characteristics** -  $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$ ,  $V_{SS}=0V$ ,  $-40^{\circ}C \leq T_o \leq +85^{\circ}C$ , using Test Circuit shown in Figure 10.

Characteristics		Sym	Min	Typ <sup>†</sup>	Max	Units	Conditions
T I M I N G	Tone present detect time	$t_{DP}$	5	11	14	ms	Note 1
	Tone absent detect time	$t_{DA}$	0.5	4	8.5	ms	Note 1
	Tone duration accept	$t_{REC}$			40	ms	Note 2
	Tone duration reject	$t_{REC}$	20			ms	Note 2
	Interdigit pause accept	$t_{ID}$			40	ms	Note 2
	Interdigit pause reject	$t_{DO}$	20			ms	Note 2
O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	$t_{PQ}$		8	11	$\mu s$	$TOE=V_{DD}$
	Propagation delay (St to StD)	$t_{PSID}$		12	16	$\mu s$	$TOE=V_{DD}$
	Output data set up (Q to StD)	$t_{QSID}$		3.4		$\mu s$	$TOE=V_{DD}$
	Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	$t_{PTE}$		50		ns	load of 10 k $\Omega$ , 50 pF
	Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	$t_{PTD}$		300		ns	load of 10 k $\Omega$ , 50 pF
P D W N	Power-up time	$t_{PU}$		30		ms	Note 3
	Power-down time	$t_{PD}$		20		ms	
C L O C K	Crystal/clock frequency	$f_C$	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
	Clock input rise time	$t_{LHCL}$			110	ns	Ext. clock
	Clock input fall time	$t_{HLCL}$			110	ns	Ext. clock
	Clock input duty cycle	$DC_{CL}$	40	50	60	%	Ext. clock
	Capacitive load (OSC2)	$C_{LO}$			30	pF	

† Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

**TESTES:**  
 Used for guard-time calculation purposes only. These, user adjustable parameters, are not device specifications. The adjustable settings of these minimums and maximums are recommendations based upon network requirements. With valid tone present at input,  $t_{PU}$  equals time from PDWN going low until EST going high.

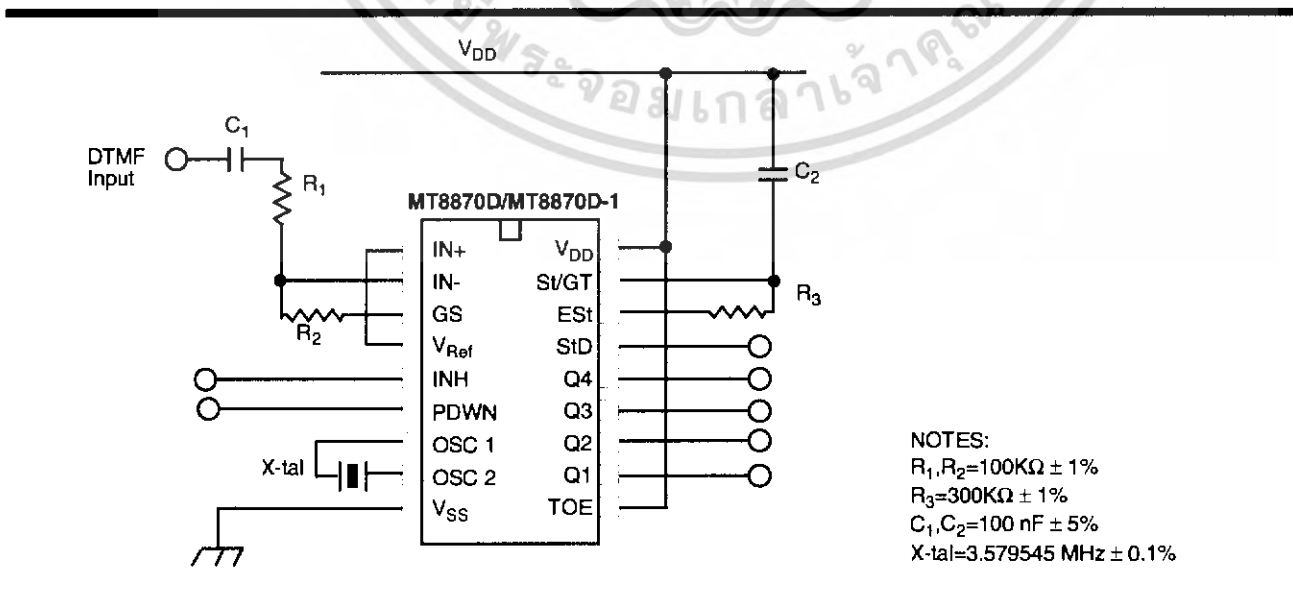
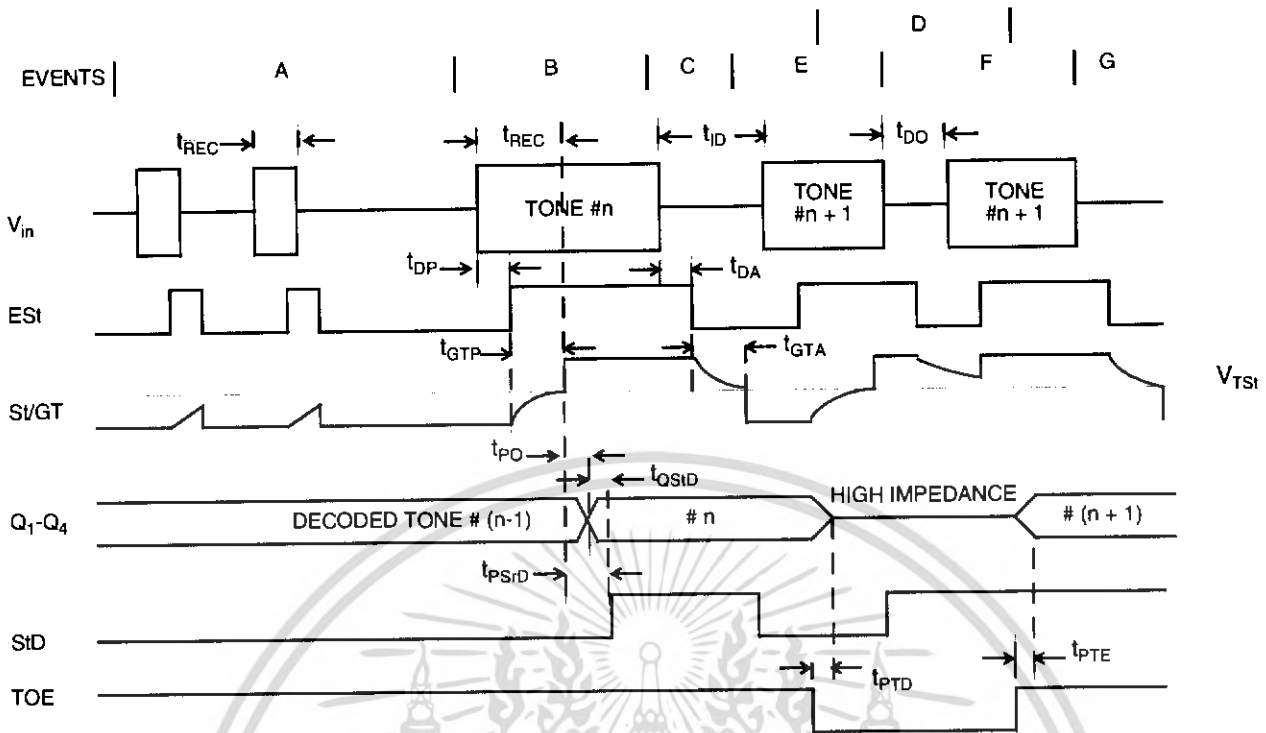


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่วการณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**EXPLANATION OF EVENTS**

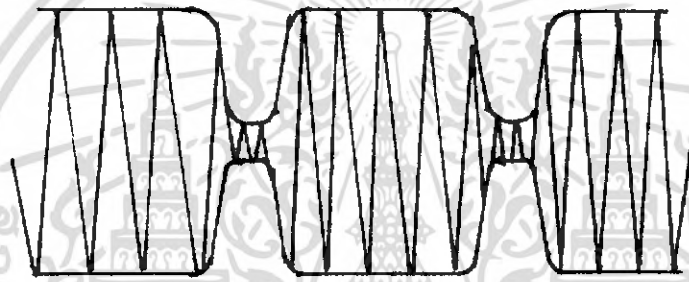
- A) TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.
- B) TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS
- C) END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMIAN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.
- D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.
- E) TONE #n + 1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).
- F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n + 1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.
- G) END OF TONE #n + 1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

**EXPLANATION OF SYMBOLS**

- $V_{in}$  DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
- $EST$  EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
- $SI/GT$  STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
- $Q_1-Q_4$  4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
- $SID$  DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
- $TOE$  TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS  $Q_1-Q_4$  TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
- $t_{REC}$  MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID
- $t_{REC}$  MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION
- $t_{ID}$  MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
- $t_{DO}$  MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
- $t_{DP}$  TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
- $t_{DA}$  TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
- $t_{GTP}$  GUARD TIME, TONE PRESENT.
- $t_{GTA}$  GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น มิใช่เพื่อจำหน่ายให้บุคคลภายนอกโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Waveform ที่วัดได้จากสายอากาศของชุดควบคุมระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้