รายงานโครงการวิจัย

(ฉบับสมบูรณ์)

เรื่อง

เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

Satellite Television Receiver

เสนอ

สภาวิจัยแห่งชาติ

โดย

รศ. ประกิจ ตังติสานนท์

(หัวหน้าโครงการวิจัย)

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานวิจัย เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

Satellite Television Receiver

ผู้ดำเนินการวิจัย	1. รศ. ประกิจ	ตังติสานนท์	หัวหน้าโครงการวิจัย
	2. นาย สถาพร	พรหมวงศ์	ผู้ร่วมวิจัยที่ 1
	3. ผศ. อุทัย	ศรีธีระวิโรจน์	ผู้ร่วมวิจัยที่ 2

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เสนอเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม โดยได้พัฒนาให้วงจรมีความซับซ้อนน้อยลง มีขนาดเล็ก ประสิทธิภาพสูง และราคาถูก โดยเฉพาะส่วนของภาพและเสียงในระบบสเตริโอ ได้เปลี่ยนอุปกรณ์ใช้ IC สำเร็จรูป และได้ออกแบบวงจรเพิ่มเติมด้วย นอกจากนี้แล้วยังได้เพิ่มความคมชัดของสัญญาณด้วยการปรับโพลาไรซ์ของตัวรับสัญญาณ จากผลการวัดและทดสอบ เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่สร้างขึ้นสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมได้ในช่วงความถี่ 950-1,450 MHz ซึ่งเป็นย่านแถบความถี่ C และในช่วงความถี่ 1,450-2050 MHz ซึ่งเป็นย่านแถบความถี่ Ku ส่วนสัญญาณที่วัดได้เป็นไปตามทฤษฎี

Abstract

This project presents the satellite television receiver by developing the circuit to diminish the complication, the small size, high efficiency and the low cost. In particular, the vision and the sound part in the stereo system uses IC and designs the supplement circuit. Moreover, adjusting polarization of receiver to accrue obviousness of signal. The test result from the satellite television receiver can receive between 950-1,450 MHz in C-Band and 1,450-2,050 MHz in Ku-Band. The experimental results quite agree with the theory.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ระบบภาพ	2
2.1.1 วงจรบัฟเฟอร์	2
2.1.2 วงจรขยายแบบเชื่อมต่อโดยตรง (Direct coupled Amplifier)	2
2.1.3 ระบบดีเอ็มฟาซิส	2
2.1.4 ระบบมัลติเพล็กเซอร์	2
2.1.5 ระบบกรองความถี่ (Filter)	4
2.2 ระบบเสียง	4
2.2.2 ระบบมิกเซอร์	4
2.2.3 ระบบออสซิลเลเตอร์	5
2.2.4 ระบบสังเคราะห์ความถี่	5
2.2.5 เฟสล็อคลูป	5
2.2.6 การใช้เฟสล็อคลูปในการสังเคราะห์ความถี่	6
2.2.7 ระบบเอฟเอ็มดีเทคเตอร์	7
2.2.8 วงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์)	8
2.2.9 ระบบมัลติเพล็กเซอร์	8
2.3 ภาคแสดงผล	9
2.4 ภาคการปรับโพลาไรซ์	9
2.4.1 ระบบอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ (astable multivibrator)	9
2.5 ภาครีโมทคอลโทรล	10
2.5.1 หลักการ	10
2.5.2 การส่งรหัสควบคุมแบบพีพีเอ็ม	10
2.5.3 ภาคส่งสัญญาณ	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 ไมโครคอลโทลเลอร์ MSC-51 11

2.6.1 โครงสร้างของ 8051 11

2.6.2 การจัดการหน่วยความจำของ 8051 13

2.7 มอดูเลเตอร์ 14

2.8 การทำงานของจูนเนอร์ 14

บทที่ 3 การออกแบบและการทำงาน 17

3.1 ระบบภาพ 17

3.1.1 วงจรบัฟเฟอร์ 17

3.1.2 วงจรขยายแบบเชื่อมต่อตรง 17

3.1.3 วงจรดีเอ็มฟาซิส 18

3.1.4 วงจรมัลติเพล็กเซอร์ 19

3.1.5 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 21

3.2 ระบบเสียง 23

3.2.1 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน 23

3.2.2 วงจรขยายผลต่าง 24

3.2.3 วงจรบาลานซ์มิกเซอร์และออสซิลเลเตอร์คู่ 25

3.2.4 วงจรเฟสล็อคลูปแบบสังเคราะห์ความถี่ 27

3.2.5 วงจรเอฟเอ็มดีเทคเตอร์ 29

3.2.6 วงจรขยายสัญญาณ 30

3.2.7 วงจร Dynamic Noise Reduction (DNR) 31

3.2.8 วงจรดีมัลติเพล็กเซอร์ 32

3.3 ภาคปรับโพลาไรซ์ 33

3.3.1 วงจรอะสเตเบิ้ล 33

3.4 ภาครีโมทคอลโทรล 35

3.4.1 วงจรเข้ารหัส 35

3.4.2 วงจรอาร์เอฟมอดูเลเตอร์ 37

3.5 ภาคโปรแกรมควบคุมการทำงาน 37

3.6 ภาคเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6.1 การทำงานของภาคจ่ายไฟ	39
3.6.2 การทำงานของระบบภาพ	39
3.6.3 การทำงานของระบบเสียง	41
3.6.4 ภาคแสดงผล	44
3.6.5 ภาคระบบการทำงาน	45
บทที่ 4 การทดสอบและวัดสัญญาณ	47
4.1 การคำนวณหามุมการรับแบบรับดาวเทียมดวงเดียว (FIXED)	47
4.1.1 การหามุมเงย (ELEVATION ANGLE)	47
4.1.2 การหามุมส่าย (AZIMUTH ANGLE)	47
4.2 การทดสอบและวัดสัญญาณ	49
4.3 จุดทดสอบสัญญาณที่ 1	50
4.4 จุดทดสอบสัญญาณที่ 2	50
4.5 จุดทดสอบสัญญาณที่ 3	51
4.6 จุดทดสอบสัญญาณที่ 4	51
4.7 จุดทดสอบสัญญาณที่ 5	51
4.8 วิธีทดสอบเครื่องรับ	55
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	วงจรบัฟเฟอร์	3
2.2	วงจรไดเร็คคัปปลิ้ง	3
2.3	ขบวนการดีเอ็มฟาซิสที่เครื่องรับ	3
2.4	ระบบการมัลติเพล็กซ์	3
2.5	วงจรขยายแบบผลต่าง	4
2.6	มิกเซอร์ของภาคเรื่องรับ	5
2.7	หลักการดีมอดูเลชันสัญญาณ FM ด้วยเฟสล็อคลูป	6
2.8	แผนผังของหน่วยสังเคราะห์ความถี่	7
2.9	การเลื่อนเฟสที่คอยล์	7
2.10	วงจรขยายกลับเฟส	8
2.11	ระบบดีมัลติเพล็ก	8
2.12	SIPO (ข้อมูลอินพุตแบบอนุกรม/ข้อมูลเอาต์พุตแบบขนาน)	9
2.13	บล็อคไดอะแกรมหลักการทั่วไปของรีโมทคอนโทรล	10
2.14	รูปแบบของสัญญาณพีพีเอ็ม	11
2.15	บล็อคไดอะแกรมของภาคส่ง	11
2.16	ไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051	12
2.17	ไดอะแกรมภาคของหน่วยความจำ 8051	14
2.18	บล็อคไดอะแกรมจูนเนอร์	16
3.1	วงจรขยายแบบเชื่อมต่อตรง	17
3.2	วงจรขยายแบบเชื่อมต่อตรงที่ได้ออกแบบ	18
3.3	ลักษณะเส้นโค้งดีเอ็มฟาซิส	18
3.4	วงจรดีเอ็มฟาซิสที่ได้ออกแบบ	19
3.5	บล็อคไดอะแกรมของ IC4053B	19
3.6	วงจรมัลติเพล็กที่ได้ออกแบบ	20
3.7	ลักษณะการส่งผ่านของแถบความถี่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนของอุปกรณ์ที่นำไปต่อ	21
3.8	วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านที่ได้ออกแบบ	22
3.9	การแปลงแบนด์วิดธ์จากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเป็นวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	23
3.10	การเปลี่ยนต้นแบบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านไปเป็นวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.11	วงจรกรองแถบความถี่ผ่านที่ได้ออกแบบ	24
3.12	วงจรขยายผลต่างที่ได้ออกแบบ	24
3.13	วงจรออสซิลเลเตอร์ความถี่มูลฐานภายในไอซี NE612AN	25
3.14	ลักษณะการจัดวงจรทางด้านอินพุต (วงจรจูน)	25
3.15	ลักษณะการจัดวงจรทางด้านเอาต์พุต	26
3.16	การจัดวงจรออสซิลเลเตอร์	26
3.17	วงจรบาลานซ์มิกเซอร์และออสซิลเลเตอร์คู่ที่ได้ออกแบบ	27
3.18	หลักการทำงานของ PLL แบบสังเคราะห์ความถี่	28
3.19	วงจรสังเคราะห์ความถี่ที่ได้ออกแบบ	28
3.20	วงจรเอฟเอ็มดีเทคเตอร์ที่ได้ออกแบบ	29
3.21	วงจรขยายสัญญาณ (ก) พื้นฐาน; (ข) ที่ได้ออกแบบ	30
3.22	บล็อคไดอะแกรมภายใน DNR	31
3.23	วงจร DNR ที่ได้ออกแบบ	31
3.24	บล็อคไดอะแกรมของ IC4052B	32
3.25	วงจรดีมัลติเพล็กที่ได้ออกแบบ	32
3.26	บล็อคไดอะแกรมภายในไอซี 555	33
3.27	วงจรพื้นฐานอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ไอซี 555	33
3.28	สัญญาณรูปคลื่นของวงจรอะสเตเบิลและการหาความถี่จากกราฟ	34
3.29	วงจรอะสเตเบิลที่ได้ออกแบบ	34
3.30	บล็อคไดอะแกรม HT6222	35
3.31	รูปแบบเอาต์พุตสำหรับ DOUT	35
3.32	แคร์เรียร์ 38 KHz	36
3.33	สถานะลอจิก	36
3.34	วงจรรีโมทที่ได้ออกแบบ	36
3.35	วงจรอาร์เอฟมอดูเลเตอร์	37
3.36	โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมระบบควบคุมในเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	38
3.37	โฟลว์ชาร์ตการถอดรหัส	38
3.38	ภาคจ่ายไฟ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.39	บล็อคไดอะแกรมระบบภาพ	41
3.40	วงจรรวมของระบบภาพ	41
3.41	บล็อคไดอะแกรมระบบเสียงส่วน 1	42
3.42	บล็อคไดอะแกรมระบบเสียงส่วน 2	42
3.43	วงจรรวมของระบบเสียงส่วน 1	43
3.44	วงจรรวมของระบบเสียงส่วน 2	44
3.45	ภาคแสดงผล	45
3.46	CPU ที่ใช้ควบคุมระบบการทำงานของเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	46
4.1	การดูทิศทางและดูมุมเงยมุมส่าย	47
4.2	เข็มทิศและทิศทางจาน	48
4.3	การใช้เข็มทิศหาตำแหน่งมุมส่ายของจาน	49
4.4	สัญญาณทดสอบที่จุดเบสแบนด์ เมื่อเครื่องรับรับช่องสัญญาณ THAICOM	50
4.5	สัญญาณที่วัดได้จาก Video Out	50
4.6	สัญญาณที่วัดได้จาก Audio Left Out	51
4.7	สัญญาณที่วัดได้จาก Audio Right Out	51
4.8	สัญญาณที่วัดได้จากจุดเอาต์พุตพัลส์เพื่อปรับโพราไรซ์	51
4.9	รายการ PTV ที่สามารถรับได้จากดาวเทียม PALAPA	52
4.10	รายการ ZEETV ที่สามารถรับได้จากดาวเทียม ASIASAT	52
4.11	รายการ THAICOM ที่สามารถรับได้มีสโนว์จากดาวเทียม THAICOM	53
4.12	รายการ THAICOM ที่สามารถรับได้และปรับโพราไรซ์แล้วจากดาวเทียม THAICOM	53
4.13	การจัดวางอุปกรณ์ภายในส่วนเครื่องรับ	54
4.14	ด้านหน้าและด้านหลังของเครื่องรับ	54
4.15	จานที่ใช้รับสัญญาณขนาด 8 ฟุต	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัจจุบันการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ทั้งย่านแถบความถี่ C และแถบความถี่ Ku ทำให้เกิดความต้องการเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมมากขึ้น ทำให้ขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่แล้วเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ได้นำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของประเทศ และยังสามารถผลิตเป็นสินค้าส่งออกยังประเทศใกล้เคียงได้อีกด้วย ในราคาที่ไม่แพงเกินไป เป็นผลพลอยได้ทางเศรษฐกิจของประเทศด้วย จึงได้คิดค้นออกแบบเครื่องต้นแบบขึ้นมา โดยเน้นให้มีการใช้งานง่าย ราคาไม่แพง แล้วสัญญาณภาพและเสียงจากเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นมีความคมชัดในระดับที่ดี เครื่องต้นแบบที่จะสร้างขึ้นมามีส่วนประกอบหลักคือ จูนเนอร์ วงจรกรองความถี่ ภาคขยายสัญญาณ ภาคขยายสัญญาณเสียง ภาคควบคุม และแสดงผล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. วิจัย พัฒนา ออกแบบสร้างวงจรเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น ในราคาที่ไม่แพงเกินไป
2. เพื่อลดการนำเข้าเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์จากต่างประเทศให้น้อยเท่าที่จะทำได้
3. เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในประเทศ และรองรับความเจริญเติบโตทางด้านสื่อสารผ่านดาวเทียมในอนาคต
4. เพื่อการวิจัยส่งเสริมการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีภาคการผลิตของประเทศ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นพื้นฐานสำหรับงานปฏิบัติและทดลองวิจัยในการพัฒนาเทคโนโลยีทางโทรคมนาคมของประเทศ
2. ได้เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่มีความคมชัดทางด้านภาพและเสียง และมีราคาที่ไม่แพงเกินไป
3. เป็นการลดการขาดดุลย์การค้า เพราะการที่สั่งซื้อเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจากต่างประเทศจะทำให้เงินตราไหลออกนอกประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ระบบภาพ

2.1.1 วงจรบัฟเฟอร์

ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้มีความแรงมากพอเพื่อที่จะส่งไปตามวงจรส่วนต่างๆ ให้สามารถทำงานได้โดยไม่เกิดการผิดพลาด อีกหน้าที่คือทำให้เกิดความสมดุลย์ทางอิมพีแดนซ์ (Matching Impedance) ซึ่งส่วนประกอบโดยทั่วไปของวงจรบัฟเฟอร์ ที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้จะใช้อุปกรณ์ประเภททรานซิสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.1

2.1.2 วงจรขยายแบบเชื่อมต่อโดยตรง (Direct coupled Amplifier)

ในโครงการวิจัยนี้ได้ใช้วงจรขยายแบบ 2 ขั้น (two-stage amplifier) ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN และชนิด PNP เราเรียกวงจรนี้ว่า วงจรขยายแบบคอมพลีเมนตารี่ โดยสัญญาณอินพุตถูกขยายเป็นขั้นแรก จากนั้นสัญญาณที่ได้รับการขยายจะถูกจ่ายให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ ส่วนขั้นที่สอง ที่เป็นรานซิสเตอร์ชนิด PNP คือไบแอสโดยให้ไฟลบเข้าที่คอลเลกเตอร์และบวกเข้าที่อิมิตเตอร์ และสำหรับทรานซิสเตอร์ NPN จะไบแอสในทิศทางตรงข้ามกับทรานซิสเตอร์ PNP ในวงจรจะเห็นว่าขั้วลบของแบตเตอรี่จะต่อลงกราวด์เป็นผลทำให้ทรานซิสเตอร์ PNP มีคอลเลกเตอร์เป็นลบ เมื่อเทียบกับอิมิตเตอร์ซึ่ง เป็นบวก อัตราการขยายทั้งหมดของวงจรคือ ผลที่ได้รับจากขั้นที่สองซึ่งเป็นอัตราการขยายแรงดัน ตัวอย่างของวงจรไดเร็คคัปปลิ้ง แสดงดังรูปที่ 2.2

2.1.3 ระบบดีเอ็มฟาซิส

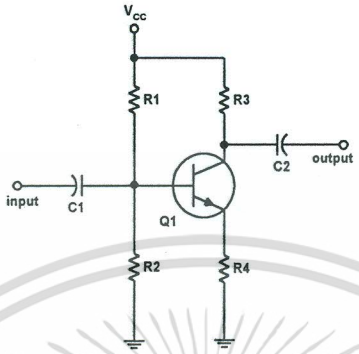
ทางด้านส่งจะมีการปรีเอ็มฟาซิสมาเนื่องจากปัญหาทางความถี่สูง เมื่อมาถึงเครื่องรับจึงจำเป็นต้องลดระดับความแรงของสัญญาณความถี่สูงให้อยู่ในสภาวะปกติด้วยวงจรลดระดับความถี่สูงที่เรียกว่าดีเอ็มฟาซิส (De-emphasis) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.3

2.1.4 ระบบมัลติเพล็กเซอร์

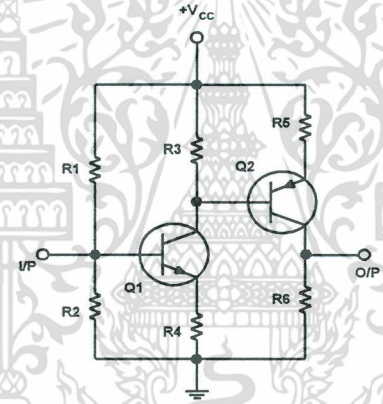
ระบบมัลติเพล็กเซอร์หรือโดยทั่วๆ ไปมักเรียกระบบนี้ว่าระบบเลือกข้อมูล ซึ่งระบบนี้อาจใช้แทนสวิตช์เลือก ระบบจะประกอบด้วยอินพุตจำนวนหลายๆ อินพุต แต่มีเอาต์พุตเดียว ข้อมูลจากอินพุตจะส่งมายังเอาต์พุตเพียงข้อมูลเดียวที่เวลาใดเวลาหนึ่ง และขณะนี้ข้อมูลจากอินพุตอื่นๆ ไม่สามารถส่งมาแสดงผลที่เอาต์พุตได้เลย ข้อมูลอินพุตผ่านมายังเอาต์พุตได้ทุกๆ ข้อมูล แต่ต้องไม่ใช่ในเวลาเดียวกันกับข้อมูลแรก ซึ่งระบบนี้เหมาะที่จะนำมาใช้ส่งข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์หรือส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

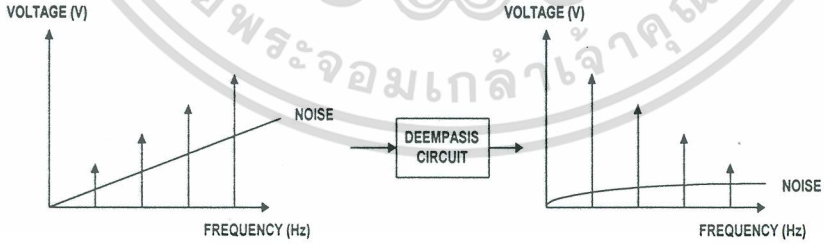
สัญญาณในวงจรควบคุมใดๆ ก็ได้ ข้อดีของวงจรนี้ คือสัญญาณข้อมูลจะถูกส่งไปยังเอาต์พุตหรือวงจรถัดไปไม่พร้อมกัน สามารถลดจำนวนสายส่งข้อมูลไปได้มาก



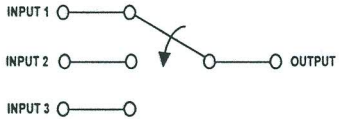
รูปที่ 2.1 วงจรบัฟเฟอร์



รูปที่ 2.2 วงจรไดเร็คคัปปลิ้ง



รูปที่ 2.3 ขบวนการดีเอ็มฟาซิสที่เครื่องรับ



รูปที่ 2.4 ระบบการมัลติเพล็กซ์

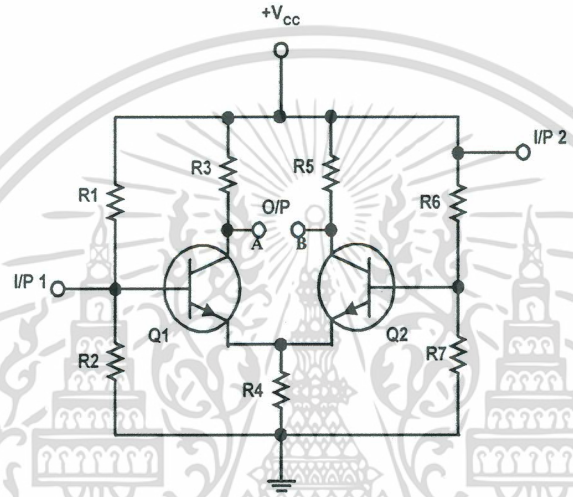
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ระบบกรองความถี่ (Filter)

เมื่อทราบแล้วว่าสัญญาณภาพเป็นสัญญาณที่อยู่ในช่วงความถี่ 0-5 MHz เราจะใช้ระบบกรองความถี่ต่ำผ่าน 5 MHz ทำหน้าที่เป็นวงจรแยกสัญญาณภาพ สำหรับสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณที่อยู่ในช่วงความถี่ 5-8 MHz เราจะใช้ระบบกรองแถบความถี่ผ่าน (High Pass Filter) 5-8 MHz

2.2 ระบบเสียง

2.2.1 วงจรขยายแบบผลต่าง (Differential Amplifier)



รูปที่ 2.5 วงจรขยายแบบผลต่าง

ในการทำงานของวงจรมีอัตราการขยายสูง และมีความเสถียรสูงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง วงจรขยายอีกแบบหนึ่งซึ่งต้องนำมาใช้ ก็คือวงจรขยายแบบผลต่าง ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งจะเห็นว่าสัญญาณอินพุตแบ่งเป็น 2 ส่วน และให้สัญญาณเอาต์พุตหนึ่งหรือสองเอาต์พุต ถ้าจ่ายสัญญาณเข้าไปยังอินพุตของทรานซิสเตอร์ Q_1 สัญญาณจะถูกขยายและถูกส่งออกมายังเอาต์พุต A กับกราวนด์ ซึ่งเป็นการขยายธรรมดา อย่างไรก็ตามสัญญาณเล็กน้อยที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 จะถูกจ่ายไปยังอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q_2 ซึ่งทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณแบบคอมมอนเบส ซึ่งจะขยายสัญญาณที่เบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 สัญญาณเอาต์พุตที่ถูกขยายแล้ว จะถูกส่งออกมาที่เอาต์พุต B กับกราวนด์ โดยที่เอาต์พุตที่ถูกผลิตขึ้นมานี้จะมีเฟสต่างกันกับเอาต์พุต A 180 องศา ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้วงจรขยายแบบผลต่าง มีข้อดีกว่าวงจรขยายแบบอื่นๆ

2.2.2 ระบบมิกเซอร์

ระบบมิกเซอร์ในโครงการวิจัยนี้ได้ใช้ประเภทแอกทีฟ (active) โดยใช้ทรานซิสเตอร์หรือไอซีรวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่ให้อัตราขยาย (ในการผสมคลื่น) และเป็นแบบบาลานซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบมิกเซอร์แบบสมดุลหรือบาลานซ์นี้ เราต่อวงจรให้ขั้วอินพุตหรือเอาต์พุตของวงจรมิกเซอร์ไม่เกิดปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน (สัญญาณไม่เล็ดลอดระหว่างขั้ว) คุณสมบัตินี้เราเรียกว่า *การแยกระหว่างขั้วหรือไอโซเลชั่น (isolation)* ขั้วอินพุตของวงจรมิกเซอร์มี 2 ขั้วคือ สัญญาณ RF (หรือ IF) กับสัญญาณออสซิลเลเตอร์ และมีขั้วเอาต์พุต 1 ขั้ว คือสัญญาณ IF (หรือ RF) ดูรูปที่ 2.6 ในกรณีของภาคเครื่องรับจะเห็นว่าการแยกระหว่างขั้ว RF และขั้วออสซิลเลเตอร์จะช่วยไม่ให้สัญญาณออสซิลเลเตอร์ย้อนกลับออกสู่สายอากาศแผ่กระจายคลื่นออกไปได้ และการแยกระหว่างขั้ว RF กับ ขั้ว IF จะช่วยมิให้สัญญาณที่มีความถี่พอดีตรงกับความถี่ IF เล็ดลอดเข้าไปสู่วงจรขยาย IF

รูปที่ 2.6 มิกเซอร์ของภาคเครื่องรับ

2.2.3 ระบบออสซิลเลเตอร์

ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่สูง เพื่อใช้ในการทำงานร่วมกับวงจรอื่นๆ ภายในเครื่อง เช่น ในการมอดูเลต การผสมคลื่นหรือมิกซ์ รวมทั้งใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงออสซิลเลเตอร์ การออสซิลเลตของวงจรออสซิลเลเตอร์อาศัยหลักการป้อนกลับแบบบวก

2.2.4 ระบบสังเคราะห์ความถี่

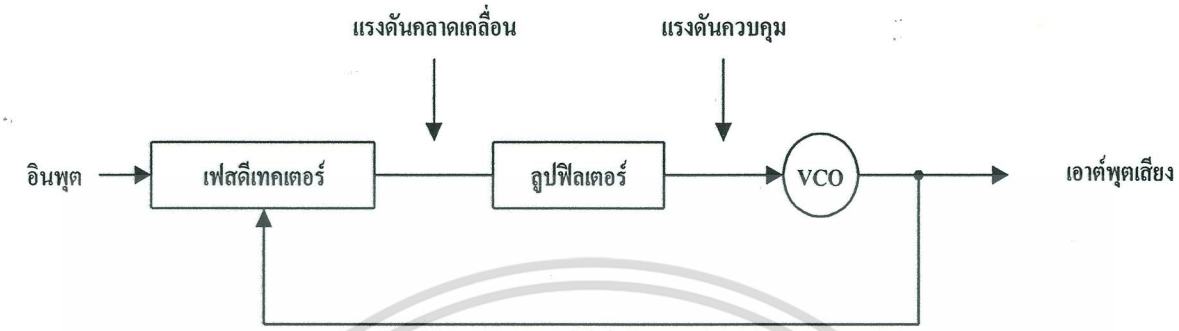
ระบบสังเคราะห์ความถี่ก็คือ ระบบที่ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณความถี่ขนาดพอเหมาะ และให้มีความถี่ตามที่เรากำหนด (คือสั่งหรือโปรแกรมได้) การโปรแกรมสามารถทำได้โดยการตั้งสวิทช์หรือกดปุ่ม แต่ในปัจจุบันนิยมสั่งงานด้วยคอมพิวเตอร์ ช่วงความถี่ใช้งานของวงจรสังเคราะห์ความถี่จะจำกัดอยู่ในช่วงความถี่ที่แน่นอน แล้วแต่การใช้งานและความละเอียดของความถี่ที่เปลี่ยนได้ทีละขั้น เรียกว่า *เรโซลูชั่น (resolution)* วิธีสังเคราะห์ความถี่ในโครงการวิจัยนี้จะใช้วิธีสังเคราะห์โดยอ้อม (indirect synthesis) วิธีนี้อาศัยเฟสล็อคลูป (phase locked loop เรียกย่อว่า PLL)

2.2.5 เฟสล็อคลูป

เฟสล็อคลูปเป็นระบบป้อนกลับที่บังคับให้วงจรออสซิลเลเตอร์มีความถี่หรือเฟสเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่หรือเฟสของสัญญาณอ้างอิงภายนอก เฟสล็อคลูปประกอบด้วยภาคสำคัญ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค คือ ภาคเทียบเฟสหรือเฟสดีเทคเตอร์ (phase detector) ภาคลูปฟิลเตอร์ (loop filter) และภาค VCO ดูรูปที่ 2.7 ในที่นี้สมมติว่าเราต่อเอาต์พุตจากวงจร VCO



รูปที่ 2.7 หลักการดีมอดูเลชันสัญญาณ FM ด้วยเฟสล็อคลูป

2.2.6 การใช้เฟสล็อคลูปในการสังเคราะห์ความถี่

ไม่ว่าระบบสังเคราะห์ความถี่จะมีความซับซ้อนเพียงใด เมื่อพิจารณาลึกลงไปแล้วจะพบว่าเฟสล็อคลูปเป็นหัวใจในการสังเคราะห์เสมอ รูปที่ 2.8 เป็นตัวอย่างของระบบสังเคราะห์ความถี่อย่างง่าย ประกอบด้วย 5 ภาค คือภาค VCO เป็นออสซิลเลเตอร์กำเนิดสัญญาณเอาต์พุตของระบบสังเคราะห์ความถี่ ภาคหาร N ทำหน้าที่หารความถี่แบบตั้งโปรแกรมให้หารด้วยค่าตัวเลขตามที่ต้องการได้ (programmable driver) ภาคกำเนิดความถี่อ้างอิง คริสตอลออสซิลเลเตอร์หรือสัญญาณอื่นๆ (reference generator) ภาคเทียบเฟสและภาคลูปฟิลเตอร์ซึ่งทำหน้าที่กรองเอาเฉพาะความถี่ต่ำไปใช้

แผนผังในรูปที่ 2.8 จะเห็นว่า สัญญาณอินพุตของภาคเทียบเฟสมาจาก 2 แหล่งคือ จาก VCO มีความถี่เท่ากับ F_O/N และจากสัญญาณอ้างอิงมีความถี่เท่ากับ F_R เอาต์พุตจากการเปรียบก็คือผลต่างระหว่างสัญญาณ F_O/N กับ F_R ซึ่งจะกรองเฉพาะความถี่ต่ำเท่านั้น เพื่อบังคับการออสซิลเลตของ วงจร VCO ให้ทำการปรับแก้ความถี่ (หรือเฟส) ให้ตรง จนกว่าความถี่ของสัญญาณทั้งสองจะเท่ากัน

ในสภาวะล็อค (lock) ความถี่ของ VCO เมื่อผ่านวงจรหาร N จะเท่ากับความถี่อ้างอิง นั่นคือ

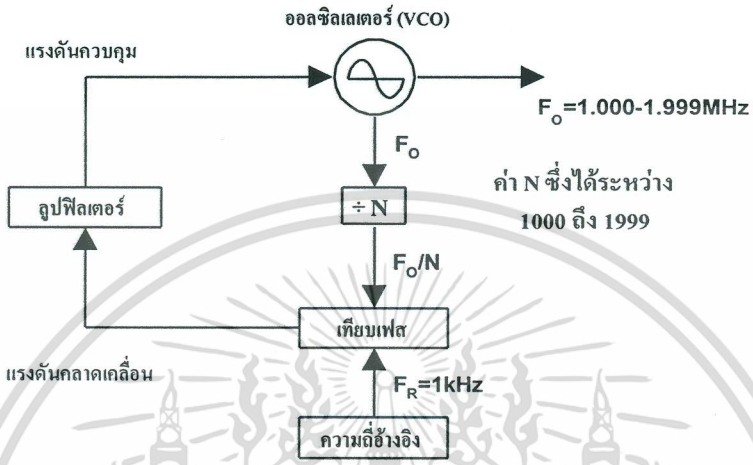
$$F_O = NF_R$$

(คำนวณ จาก $F_O/N = F_R$ ที่วงจรเทียบเฟส)

กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เอาต์พุตจะมีความถี่เป็น N เท่าของความถี่อ้างอิง สมมติว่า F_R = 1 กิโลเฮิรตซ์ N = 1000 จะได้ F_O = 1 เมกะเฮิรตซ์ ถ้า N เพิ่มทีละ 1 เป็น 1001, 1002, 1003,... ค่า F_O

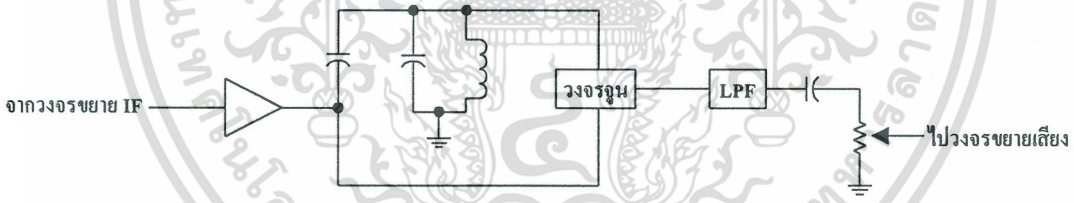
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเพิ่มทีละ 1 กิโลเฮิรตซ์ไปเรื่อยๆ เป็น 1.001, 1.002, 1.003, ... เมกะเฮิรตซ์ ตามลำดับ เฟสล็อคลูป ดังกล่าว สามารถผลิตความถี่ได้แต่เฉพาะในช่วงความถี่ที่วงจร VCO และวงจรหาร N สามารถทำงานได้เท่านั้น และตัวเลขในการหาร (คือ N) ย่อมเป็นเลขจำนวนเต็มเสมอ



รูปที่ 2.8 แผนผังของหน่วยสังเคราะห์ความถี่

2.2.7 <u>ระบบเอฟเอ็มดีเทคเตอร์</u>



รูปที่ 2.9 การเลื่อนเฟสที่คอยล์

ทำหน้าที่ดีเทคสัญญาณเสียงในระบบเอฟเอ็ม ให้เป็นสัญญาณเสียงตัวเดิมหรืออาจเรียกว่าวงจรแยกคลื่นพาห์กับสัญญาณเสียงออกจากกัน เอาคลื่นพาห์ทิ้งไป เอาสัญญาณเสียงไปใช้งาน เป็นระบบที่เรียกว่าดีเทคเตอร์แบบควอดเรเจอร์

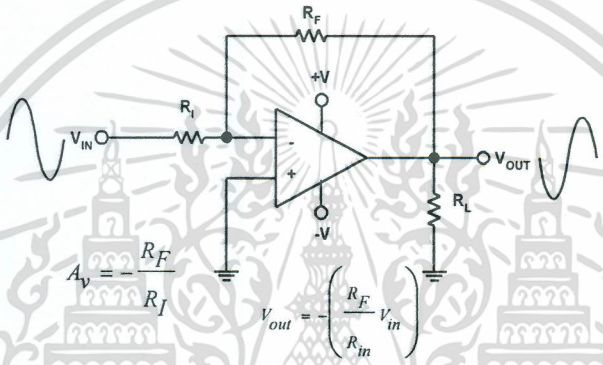
ระบบดีเทคเตอร์ชนิดนี้อาศัยหลักการคูณสัญญาณ FM กับสัญญาณ FM ตัวเดิมแต่เลื่อนเฟสไป 90 องศา ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นสัญญาณมอดูเลต (สัญญาณเสียง) ดูรูปที่ 2.9 กระแสที่ไหลในคอยล์จะมีเฟสต่างจากแรงดันคร่อมคอยล์อยู่ 90 องศา กระแสนี้จะป้อนไปให้วงจรเรโซแนนซ์ขนาน Z ซึ่งจูนความถี่ไว้ที่ความถี่กลางของสัญญาณ FM แรงดันคร่อมวงจรเรโซแนนซ์จะมีเฟสเลื่อนไปตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ที่พาหะเบี่ยงเบนไป สัญญาณ FM ที่ผ่านวงจรเรโซแนนซ์จะกลายเป็นสัญญาณ PM หลังจากที่สัญญาณ FM และสัญญาณ FM คูณกัน (ทำงานในช่วงไม่เป็นเชิงเส้น

2.2.8 วงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์)

วงจรขยายของออปแอมป์ก็คือวงจรที่มีอัตราขยายแรงดันสูงมาก และยังมีลักษณะของการขยายเป็นเส้นตรง นั่นคือ อัตราส่วนระหว่างเอาต์พุตจะคงที่เสมอ (ในอุดมคติ) และนอกจากนี้เรายังสามารถควบคุมอัตราขยายของออปแอมป์ได้โดยใช้อุปกรณ์ภายนอกเพียงไม่กี่ตัว



รูปที่ 2.10 วงจรขยายกลับเฟส

2.2.9 ระบบดีมัลติเพล็กเซอร์

รูปที่ 2.11 ระบบดีมัลติเพล็ก

ระบบดีมัลติเพล็กเซอร์เป็นระบบกระจายข้อมูล ซึ่งทำงานตรงกันข้ามกับระบบมัลติเพล็กเซอร์ หมายถึงการต่ออินพุตเพียงอินพุตเดียวเป็นอินพุตรับข้อมูลเข้า แต่มีเอาท์พุตหลายๆ เอาท์พุตสำหรับส่งข้อมูลออก สัญญาณจากอินพุตจะส่งไปยังเอาท์พุตได้เพียงเอาท์พุตเดียวใน ขณะเวลาใดเวลาหนึ่ง และสัญญาณจะไม่มีโอกาสที่จะออกไปยังเอาท์พุตพร้อมกันทุกๆ เอาท์พุต การที่จะให้สัญญาณไปออกที่เอาท์พุตใดนั้น จะมีชุดควบคุมตำแหน่งสวิทช์ (address) เป็นตัวกำหนด ซึ่งโดยทั่วๆ ไป จะใช้รหัสเลขฐานสองควบคุมตำแหน่งของสวิทช์ ส่วนลักษณะของวงจรนั้นเหมือนกับวง

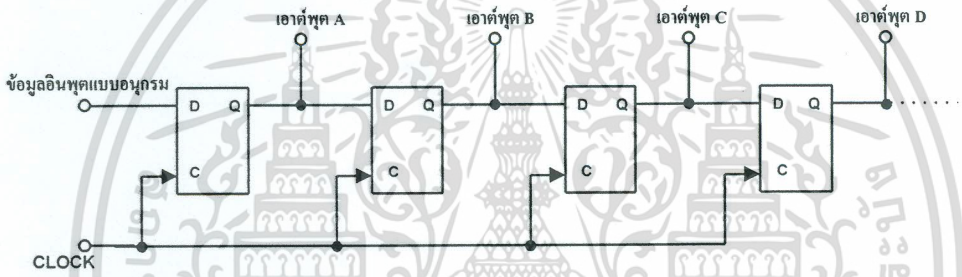
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จรถอดรหัส เพียงแต่มีการเพิ่มอินพุตข้อมูล (data) และอาจจะมีอินพุตอีนาเบิล (enable) ควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมดด้วย

2.3 ภาคแสดงผล

2.3.1 ระบบชิฟท์รีจิสเตอร์

ชิฟท์รีจิสเตอร์เป็นกลุ่มของฟลิปฟลอบชนิด JK หรือชนิด D ที่ต่ออนุกรมกันเพื่อจุดมุ่งหมายในการเลื่อนข้อมูลเรียงไปตามตัวฟลิปฟลอบแต่ละตัวตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกาในทิศทางตามต้องการ ชิฟท์รีจิสเตอร์จึงมีประโยชน์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือเป็นหน่วยความจำเป็นตัวเปลี่ยนข้อมูลจากข้อมูลลักษณะอนุกรมให้อยู่ในลักษณะขนาน หรือขนานให้กลับกลายเป็นอนุกรม



รูปที่ 2.12 SIPO (ข้อมูลอินพุตแบบอนุกรม/ข้อมูลเอาต์พุตแบบขนาน)

จากรูปที่ 2.12 จะเห็นว่าเอาต์พุตจะมีจำนวนเท่ากับจำนวนภาคของฟลิปฟลอป ดังนั้นไอซีประเภทนี้จำเป็นจะต้องมีจำนวนขามากกว่าปกติ การใช้งานของ SIPO ก็เพื่อเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่ในลักษณะอนุกรมให้เป็นลักษณะขนาน ดังตัวอย่างเช่นข้อมูล 8 บิทที่อนุกรมกันป้อนเข้ากับ SIPO ก็จะได้ข้อมูลที่เอาต์พุตขนานกันซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ที่เวลาเดียวกัน

2.4 ภาคการปรับโพลาไรซ์

2.4.1 ระบบอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ (astable multivibrator)

เป็นระบบมัลติไวเบรเตอร์ที่ทำงานได้ด้วยตัวเอง ทำหน้าที่คล้ายวงจรกำเนิดความถี่ คือตัวมันเองสามารถทำงานและหยุดทำงานสลับกันตลอดเวลา บางครั้งจะเรียกว่า *ฟรีรันนิงมัลติไวเบรเตอร์ (Free running multivibrator)*

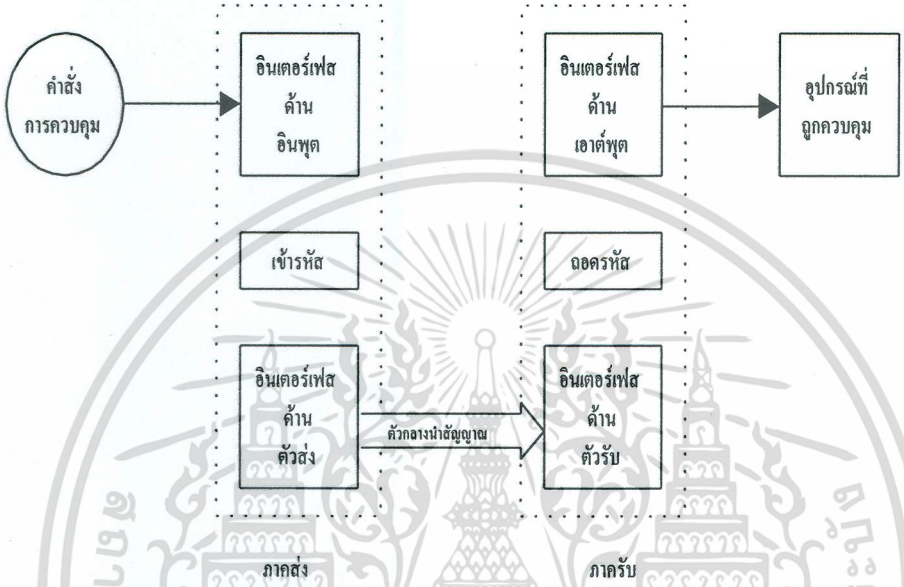
ระบบอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ หรือระบบฟรีรันนิงมัลติไวเบรเตอร์คือระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีสภาวะกึ่งเสถียรภาพ 2 สภาวะ ระยะเวลาของแต่ละสภาวะกึ่งเสถียรภาพทั้งสองจะขึ้นอยู่กับค่าเวลาคงที่ของ RC ในวงจรมัลติไวเบรเตอร์ ถึงแม้ว่าไม่มีสัญญาณพัลส์จากอินพุตป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ามากระตุ้นการทำงาน วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ก็สามารถกำเนิดสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมออกเอาต์พุตได้ ระบบอะสเตเบิลนี้จะให้สัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมมาอย่างต่อเนื่อง

2.5 ภาครีโมทคอลโทรล

2.5.1 หลักการ



รูปที่ 2.13 บล็อคไดอะแกรมหลักการทั่วไปของรีโมทคอนโทรล

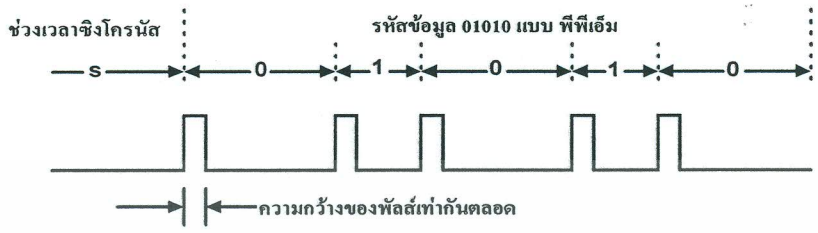
บล็อคไดอะแกรมในรูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลโดยทั่วไป ในลักษณะของการควบคุมแบบทางเดียว เริ่มจากตัวกำหนดคำสั่งที่ใช้สำหรับการควบคุมว่ามีคำสั่งอะไรบ้าง ชุดคำสั่งทั้งหมดมีกี่คำสั่ง เป็นต้น เมื่อมีการกำหนดรูปแบบของคำสั่งแล้ว รูปแบบของคำสั่งที่ถูกเลือก จะถูกส่งไปยังภาคส่งสัญญาณที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ หรือรวมสัญญาณควบคุมให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจรโดยอาจทำการเข้ารหัสสัญญาณให้แต่ละคำสั่งมีรหัส เฉพาะของตัวมันเองให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ก่อนที่จะถูกส่งออกไปยังภาครับโดยตัวอินเตอร์เฟสด้านตัวส่งเพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณที่ภาครับต้องเข้าใจได้

2.5.2 การส่งรหัสควบคุมแบบพีพีเอ็ม

รูปแบบสัญญาณชนิด พีพีเอ็ม (PPM: Pulse Position Modulation) เกิดจากการมอดูเลตสัญญาณในลักษณะของตำแหน่งพัลส์ กล่าวคือขนาดความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีค่าเท่ากันตลอดและไม่มีความสำคัญในการบ่งบอกชนิดของข้อมูลเลย แต่จะใช้คาบเวลา (period) ของพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

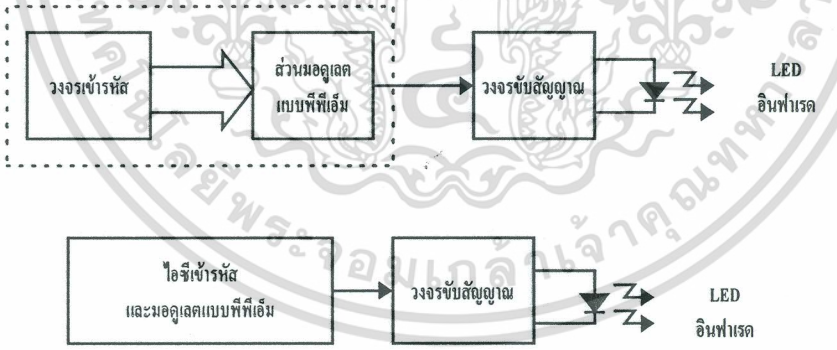
แต่ละลูกเป็นตัวกำหนดชนิดของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่เป็น “1” แทนด้วยพัลส์ที่มีคาบเวลาคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งแตกต่างจากคาบเวลาของพัลส์ที่แสดงข้อมูลที่เป็น “0” ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 รูปแบบของสัญญาณพีพีเอ็ม

2.5.3 ภาคส่งสัญญาณ

รูปที่ 2.15 แสดงบล็อคไดอะแกรมของวงจรในภาคส่งสัญญาณควบคุมที่ใช้แสง ซึ่งประกอบด้วยวงจรเข้ารหัสทำหน้าที่จัดรูปแบบของรหัสควบคุมตามที่กำหนด จากนั้นทำการมอดูเลตให้เป็นสัญญาณพีพีเอ็มก่อนส่งไปยังวงจรขับสัญญาณ เพื่อแปลงให้เป็นแสงสำหรับส่งออกไป ในทางปฏิบัติเราสามารถใช้ไอซีสำเร็จรูปซึ่งทำหน้าที่เข้ารหัสและมอดูเลทแบบพีพีเอ็มไปพร้อมกันได้เลย เช่น ไอซีเบอร์ HT6222 ซึ่งจะช่วยให้วงจรมีขนาดเล็กลง และลดความยุ่งยากซับซ้อนของวงจรลงได้



รูปที่ 2.15 บล็อคไดอะแกรมของภาคส่ง

2.6 ไมโครคอลโทลเลอร์ MCS-51

2.6.1 โครงสร้างของ 8051

ภายใน 8051 จะประกอบด้วย GATE ต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่ง GATE เหล่านี้จะถูกนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่นวงจรถอดรหัสคำสั่ง (Intruction Decoder), วง

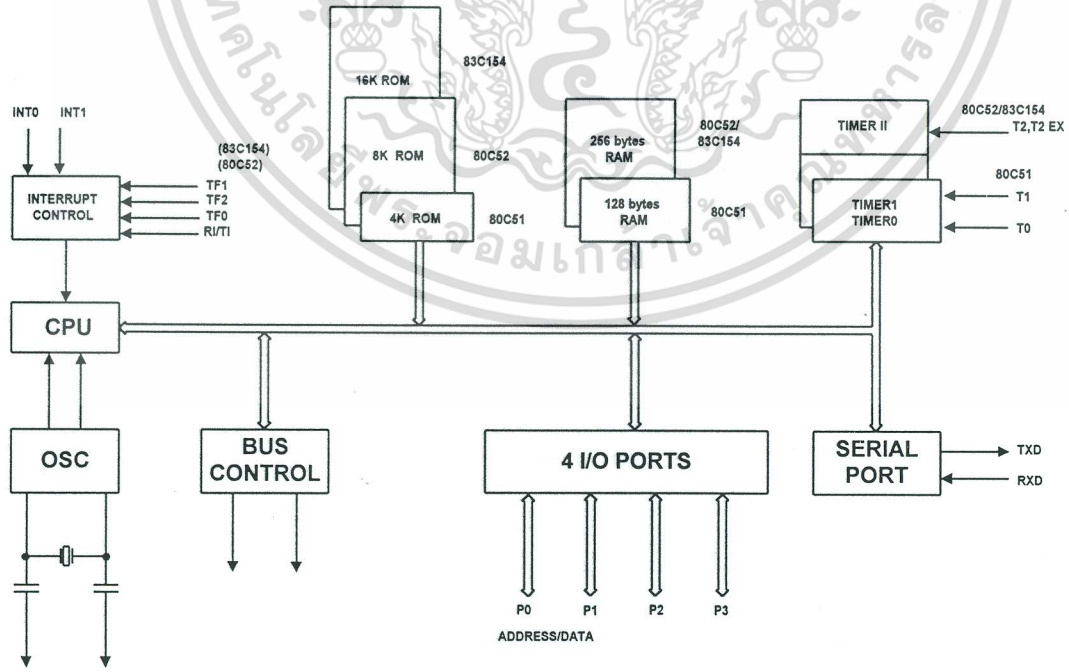
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จรสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Signal Generator) โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังไดอะแกรมในรูปที่ 2.16

ไดอะแกรมในรูปที่ 2.16 เป็นโครงสร้างใหญ่ๆ ของ 8051 เนื่องจากลักษณะของ 8051 เป็นคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

ส่วนที่ 1 คือ CPU (Central Processing Unit) หรือตัวประมวลผล ส่วนนี้จะมีวงจรที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่าวงจรควบคุม (Control Unit) ส่วนควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt Control) และ ส่วนควบคุมบัส (Bus Control) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยการสร้างสัญญาณควบคุมจากส่วน CPU นี้จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งตามที่มีการกำหนดไว้และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อให้ทุกๆ ส่วนในวงจรทำงานประสานกัน (Synchronize) อย่างถูกต้อง

ส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล การเอาข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียน (Write) ข้อมูล และการเอาข้อมูลออกจากหน่วยความจำจะเรียกว่าการอ่าน (Read) ข้อมูล ซึ่งแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลได้เพียงค่าเดียวเท่านั้น ในไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปรวมทั้ง 8051 นั้นข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะมีค่าได้เพียง 8 หลักของเลขฐาน 2 (8 บิตเท่ากับ 1 ไบต์) ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 0 ถึง 255 (00000000 ถึง 11111111 ในเลขฐาน 2) แต่จำนวนตำแหน่งที่จะเก็บ



รูปที่ 2.16 ไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้ ดังในไดอะแกรมรูปที่ 2.16 อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้แก่ 4 I/O Port, Timer 0, Timer 1, Serial Port

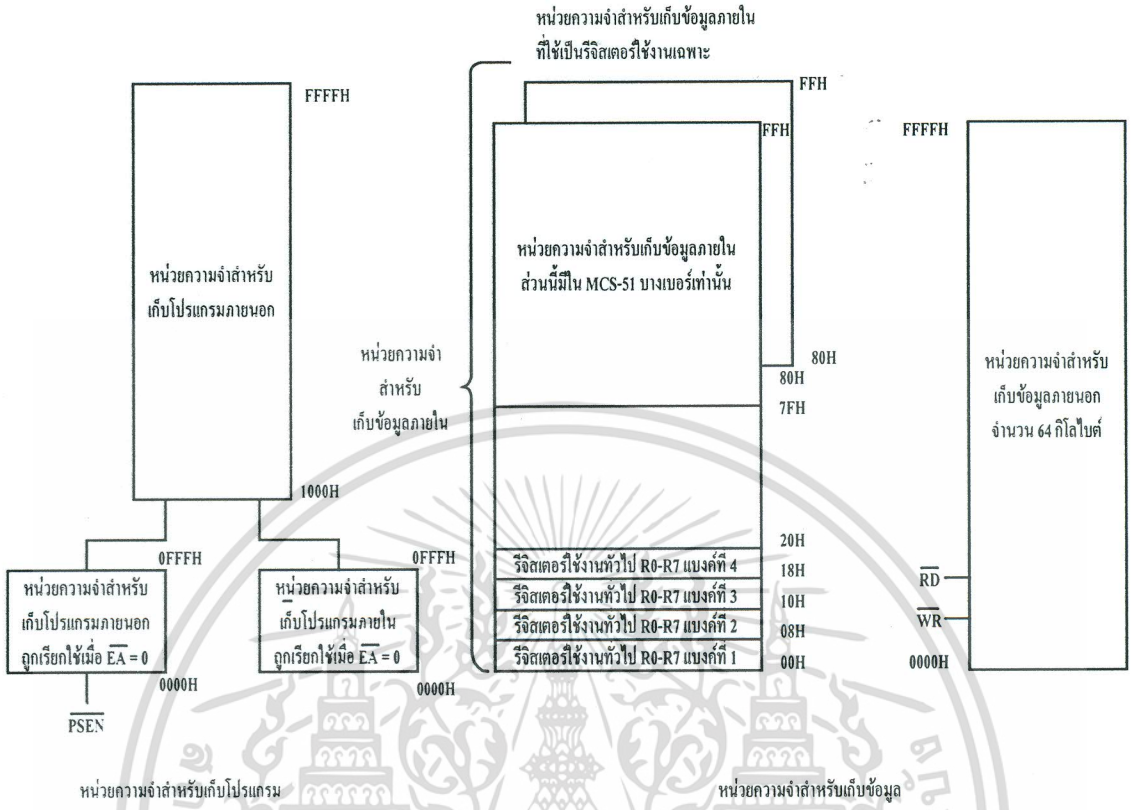
2.6.2 การจัดการหน่วยความจำของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกไว้เป็น 2 แบบตามลักษณะของการใช้งานคือ

1. Program Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปรหัสภาษาเครื่อง (Machine Language) ซึ่งต้องการให้ 8051 ทำงาน เมื่อ 8051 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำประเภทนี้เข้าไปถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้จะต้องเป็นแบบ Read Only Memory (ROM) และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นรหัสภาษาเครื่องของ 8051 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ (หน่วยความจำแบบ ROM เป็นแบบ Non volatite ซึ่งเมื่อปิดไฟแล้วข้อมูลก็ไม่มีการสูญหาย) การเขียนข้อมูลลงไปบน ROM จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ในระหว่างการทำงานของ 8051 ผู้ใช้จะไม่สามารถใช้คำสั่งทำการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำแบบนี้ได้ จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำแบบนี้ที่ 8051 จะใช้งานได้คือ 65536 ตำแหน่ง ค่าของตำแหน่ง (Address) จะเขียนเป็นเลขฐาน 16 ได้ตั้งแต่ 0000H ถึง FFFFH หน่วยความจำตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH จำนวน 4 กิโลไบต์ นั้นผู้ใช้จะเลือกได้ว่าเป็นตำแหน่งของ ROM ที่อยู่ภายในหรือภายนอก 8051 (ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ เช่น 8052 จะมีขนาดของ ROM ส่วนนี้ได้ถึง 8 กิโลไบต์ ตำแหน่ง 0000H ถึง 1FFFH) ถ้าต้องการให้ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายใน 8051 ก็ให้ป้อนสัญญาณสภาวะลอจิก High (1) เข้าที่ขา $\overline{EA}$ ของ 8051 แต่ถ้าต้องการให้ทำงานในโปรแกรมที่เก็บไว้ใน ROM ภายนอก 8051 ก็ให้ต่อลอจิก Low (0) เข้าที่ขา $\overline{EA}$ ของ 8051 ส่วนหน่วยความจำที่ตำแหน่ง 1FFFH ถึง FFFFH จะต้องต่ออยู่ภายนอก 8051 เสมอดังแสดงในแผนภูมิหน่วยความจำ (Memory Map) ในรูปที่ 2.17

2. Data Memory เป็นหน่วยความจำที่ 8051 จะใช้สำหรับพัก, เก็บข้อมูล แล้วเรียกมาใช้ใหม่ในระหว่างการทำงานของ 8051 การอ่านหรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำจะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ใน Program Memory หน่วยความจำแบบนี้เป็นประเภท Random Access Memory (RAM) ถ้ามีไฟเลี้ยงอยู่ข้อมูลที่เก็บไว้จะไม่สูญหาย แต่ถ้าปิดเครื่องหรือไม่จ่ายไฟให้แก่ RAM แล้ว ข้อมูลใน RAM ก็จะสูญหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ไดอะแกรมภาพของหน่วยความจำ 8051

2.7 มอดูเลเตอร์

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่ผสมสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงเข้ากับความถี่ RF เพื่อป้อนให้กับเครื่องรับโทรทัศน์ทางช่องเสียบสายอากาศ โดยเอาต์พุตจากมอดูเลเตอร์จะมีความถี่อยู่ในย่าน UHF ช่อง 30 - 45 ความแรงของสัญญาณภาพประมาณ 75 dBμV ±4dB

2.8 การทำงานของจูนเนอร์

วงจรจูนเนอร์นี้เป็นวงจรสำเร็จรูปที่ถูกผลิตขึ้นมาเป็นโมดูล (Module) ที่ใช้งานเฉพาะสำหรับในเครื่องรับ TVRO ซึ่ง ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ คือ

1. วงจรขยายแบบให้สัญญาณรบกวนต่ำ
2. วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน
3. ระบบสังเคราะห์ความถี่ (SYNTHESIZED PLL)
4. มิกเซอร์
5. ซอร์ฟิลเตอร์
6. เอฟเอ็มดีเทกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

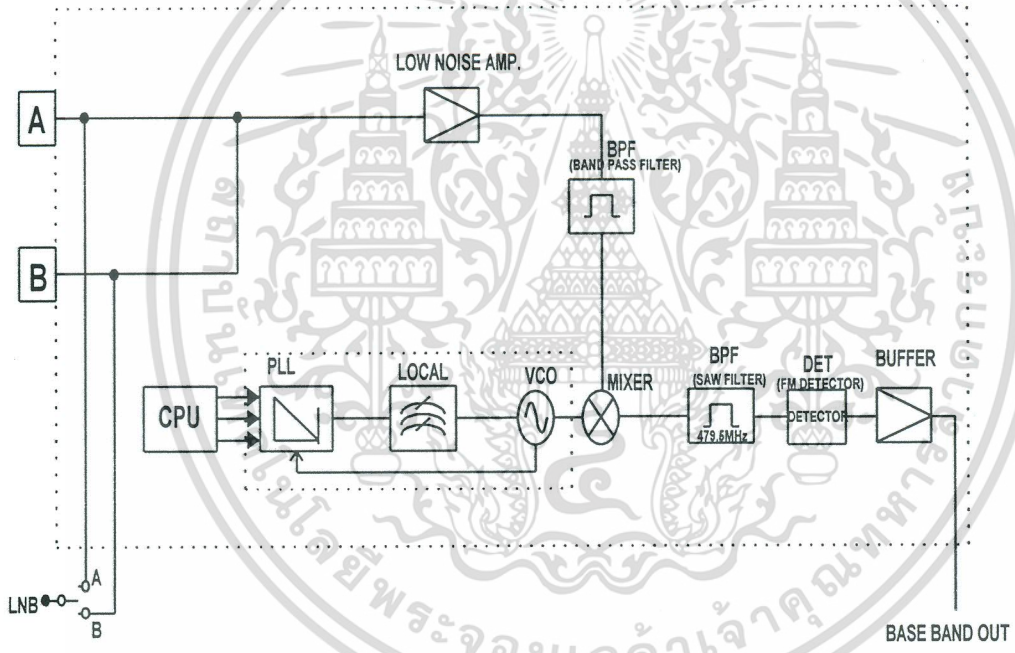
7. บัฟเฟอร์

หากพิจารณาการทำงานของระบบจูนเนอร์ในภาครับของเครื่องรับดาวเทียม เราจะพบว่าจูนเนอร์ก็คือวงจรที่จะทำการแปลงความถี่จากความถี่ในระบบไมโครเวฟ ให้ความถี่นั้นลดต่ำลงมาเป็นความถี่ IF ของสัญญาณรวม เราเรียกสัญญาณรวมนี้ว่า ความถี่เบสแบนด์ (Base-band) หากจะพิจารณาให้ง่ายเข้าในส่วนของระบบจูนเนอร์ สามารถที่จะเขียนออกมาได้ตามบล็อคไดอะแกรมในรูปที่ 2.18 โดยสัญญาณความถี่ที่มาจาก LNB ซึ่งมีความถี่อยู่ในช่วง 950-2,050 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งหมายความว่าจูนเนอร์ที่ใช้นี้จะรับสัญญาณได้จาก LNB ทั้งย่าน C และ Ku BAND (LNB ย่าน C BAND จะมีความถี่ IF OUTPUT ที่ 950-1,450 MHz ส่วน LNB ย่าน Ku BAND จะมีความถี่ IF OUTPUT ที่ 1450-2,050 MHz) จูนเนอร์จะรับสัญญาณที่มาจาก LNB แล้วส่งเข้ามาทางอินพุตของจูนเนอร์ A หรือ B ก็ได้ทางใดทางหนึ่ง โดยการรับคำสั่งจาก CPU สัญญาณดังกล่าวจะถูกส่งเข้าสู่ตัวเลือก SW. การทำงาน A,B (แล้วแต่ว่าใช้จุดไหน) และส่งเข้าสู่วงจรขยายพร้อมกันหลายๆ ช่องทั้งหมด ซึ่งวงจรขยายดังกล่าวนี้จะเป็นวงจรขยายที่ให้สัญญาณรบกวนต่ำหรือเรียกว่าวงจร LNA วงจรขยาย LNA (Low Noise Amplifier) จะทำหน้าที่เป็นวงจรขยายให้สัญญาณที่รับมาจากระบบ LNB และส่งผ่านสายนำสัญญาณเข้ามา ถ้าหากสัญญาณส่งผ่านสายนำสัญญาณเกิดการสูญเสียหรือเกิดสัญญาณรบกวนขึ้นในระบบ วงจรขยาย LNA จะทำหน้าที่ในการขยายให้มีความแรงเพียงพอและกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นนั้นด้วย เมื่อขยายสัญญาณจนเป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงส่งผ่านวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน เพื่อจะให้ความถี่ในแบนด์ของระบบดาวเทียมส่งผ่านไป ซึ่งจูนเนอร์ตัวนี้จะรับได้ทั้ง 2 แบนด์ วงจรกรองแถบความถี่ผ่านก็จะต้องส่งผ่านความถี่ได้ตั้งแต่ 950-2,050 เมกะเฮิรตซ์หรือส่งได้ตลอดย่านของการแพร่คลื่นสำหรับคลื่นเพื่อการบันเทิงนั่นเอง หรือการสื่อสารนั่นเอง ถ้าต้องการเลือกรับดู ความถี่ IF. ภาพช่องใดช่องหนึ่ง (CHANNEL SELECTOR) วงจรอิเล็กทรอนิกส์จูนนิ่ง ก็จะทำการหารความถี่ออสซิลเลเตอร์ ในระบบสังเคราะห์ความถี่ (SYNTHESIZED PLL) ถ้าความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ได้ มีค่ามากกว่าความถี่สัญญาณภาพของช่องที่ต้องการอยู่ 479.5 MHz เมื่อนำไปผสมในวงจรมิกเซอร์ (MIXER) ก็จะได้ความถี่ผลต่าง 479.5 MHz รายการช่องนั้น ซึ่งสามารถผ่านไปขยายในวงจร IF.AMP ความถี่ 479.5 MHz ได้ และมีความกว้าง (IF. BANDWIDTH) อยู่ที่ 18 MHz หรือ 27 MHz โดยรับคำสั่งการเลือกจาก CPU ดังนั้นไม่ว่าสถานีไหนหรือทรานส์สปอนเดอร์ใดส่งเข้ามาระบบสังเคราะห์ความถี่จะผลิตความถี่ขึ้นมาสูงกว่าทรานส์สปอนเดอร์หรือช่องสถานีที่รับเข้ามาอยู่ 479.5 MHz เพื่อส่งเข้าไปผสมสัญญาณในรูปแบบของการบีตสัญญาณ (Beat) เพื่อให้ความถี่ดังกล่าวนั้นกลายเป็นความถี่ IF 479.5 สัญญาณที่ได้จากการบีตนี้จะถูกส่งไปยังตัว Saw Filter (ซอร์ฟิลเตอร์) เพื่อกรองเอาเฉพาะความถี่ IF ไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต้องใช้ระบบซอร์ฟิลเตอร์ (Saw Filter) หรือวงจรคอมป์ฟิลเตอร์ (comb.Filter) ก็เพื่อจะให้สัญญาณภาพและเสียง สามารถที่จะส่งออกไปได้สดใสบริสุทธิ์ เพื่อให้ภาพที่ออกไปเป็นภาพที่เร้าใจ เพื่อให้เสียงที่ส่งออกไปเป็นเสียงที่แจ่มใสชัดเจน ซึ่งระบบนี้ก็คงจะเหมือนกับระบบซอร์ฟิลเตอร์ของระบบเครื่องรับโทรทัศน์นั่นเอง

สัญญาณ IF ที่ออกจาก ซอร์ฟิลเตอร์ จะถูกขยายให้มีความแรงสูงขึ้น จากนั้นจึงถูกส่งไปยังวงจรดีมอดูเลตแบบ FM (เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมนั้น ระบบการผสมสัญญาณภาพจะเป็นแบบ FM) สัญญาณที่ได้จากวงจรดีมอดูเลตแบบ FM นั้น จะมีทั้งสัญญาณภาพและเสียงผสมกันอยู่และส่งผ่านบั๊ฟเฟอร์ออกไปเป็นสัญญาณเบส แบนด์เพื่อจะส่งให้กับวงจรระบบภาพและระบบเสียงต่อไป



รูปที่ 2.18 บล็อคไดอะแกรมจูนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

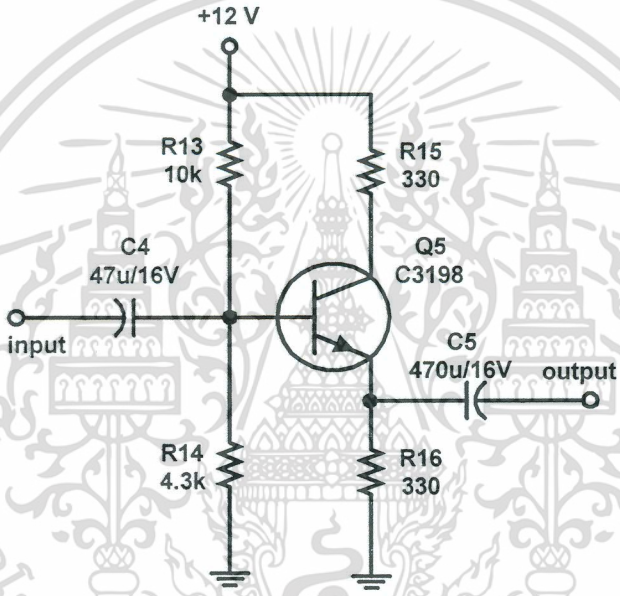
บทที่ 3

การออกแบบและการทำงาน

3.1 ระบบภาพ

3.1.1 วงจรบัฟเฟอร์

วงจรนี้ได้ใช้ทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN เบอร์ C3198 ต่อแบบคอมมอนอิมิตเตอร์ ดังรูป

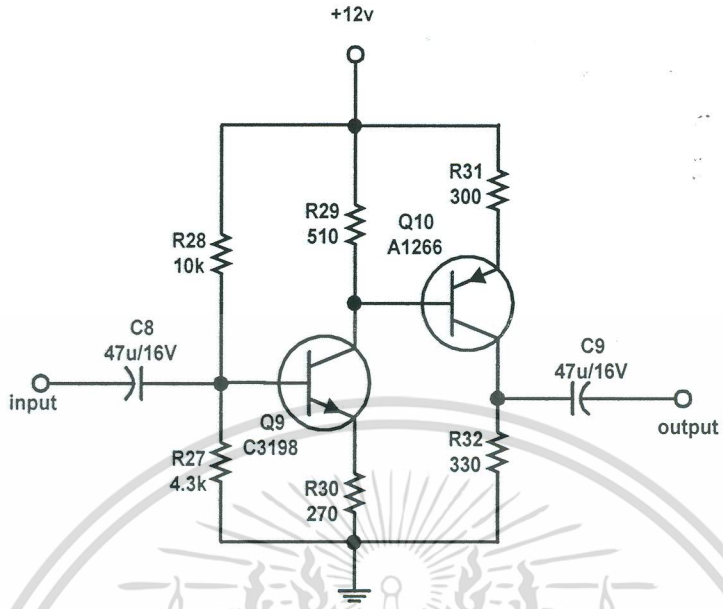


รูปที่ 3.1 วงจรบัฟเฟอร์ที่ได้ออกแบบ

3.1.2 วงจรขยายแบบเชื่อมต่อตรง

ในกรณีที่เราต้องการอัตราขยายแรงดันมากกว่า 20 เราไม่นิยมใช้การต่อตัวเก็บประจุคร่อมตัวต้านทาน R_E เพื่อเพิ่มอัตราขยายแรงดันเพราะมีข้อเสียคือ ต้องใช้ค่า C ที่มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะทำให้สัญญาณความถี่ต่ำผ่านไปได้ การแก้ไขทำได้โดยใช้วงจรทรานซิสเตอร์สองตัวต่อกันโดยตรง นั้นคือ การเชื่อมต่อโดยตรง วงจรขยายแบบ DC (DC Amplifier) ใช้สำหรับขยายสัญญาณที่มีความถี่ต่ำซึ่งให้อัตราการขยายสูงหรือใช้สำหรับขยายสัญญาณกระแสตรง และดีซี

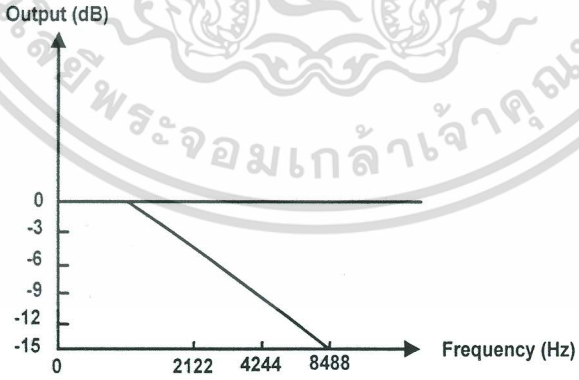
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรขยายแบบเชื่อมต่อตรงที่ได้ออกแบบ

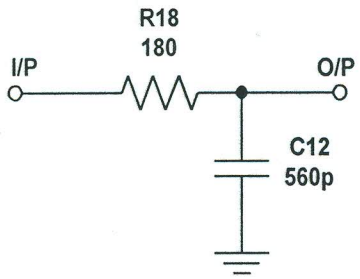
3.1.3 วงจรดีเอ็มฟาซิส

ทำทำหน้าที่ในการกดความถี่สูง วงจรที่ใช้ก็คือวงจรฟิลเตอร์นั่นเอง ในระบบกระจายเสียง FM โดยมากเรากำหนดคุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ เป็นค่าคงตัวเวลา (time constant) เท่ากับ 75 ไมโครวินาที ซึ่งแอมปลิจูดจะค่อยๆ ลดลง ตั้งแต่ความถี่ 2122 เฮิรตซ์ เป็นต้นไป ดังรูป 3.3



รูปที่ 3.3 ลักษณะเส้นโค้งดีเอ็มฟาซิส

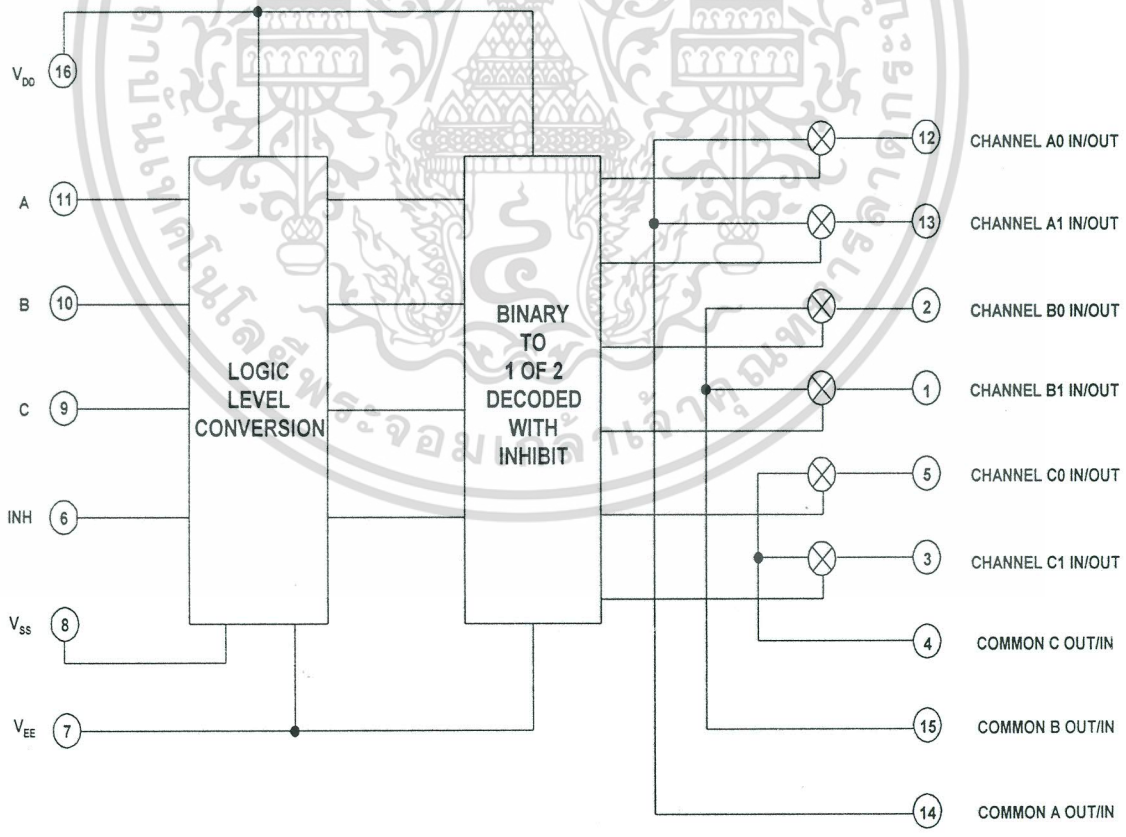
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรดีเอ็มฟาซิสที่ได้ออกแบบ

3.1.4 วงจรมัลติเพล็กเซอร์

ในโครงการวิจัยนี้ได้ไอซี 4053B ซึ่งเป็น Triple 3-แชนแนลมัลติเพล็กเซอร์มีอินพุตควบคุมดิจิตอลแยกสามอินพุต, A,B และ C และอินพุต Inhibit แต่ละอินพุตควบคุมการเลือก 1 คู่จาก 3 แชนแนลที่ซึ่งถูกต่อแบบ single-pole double-throw

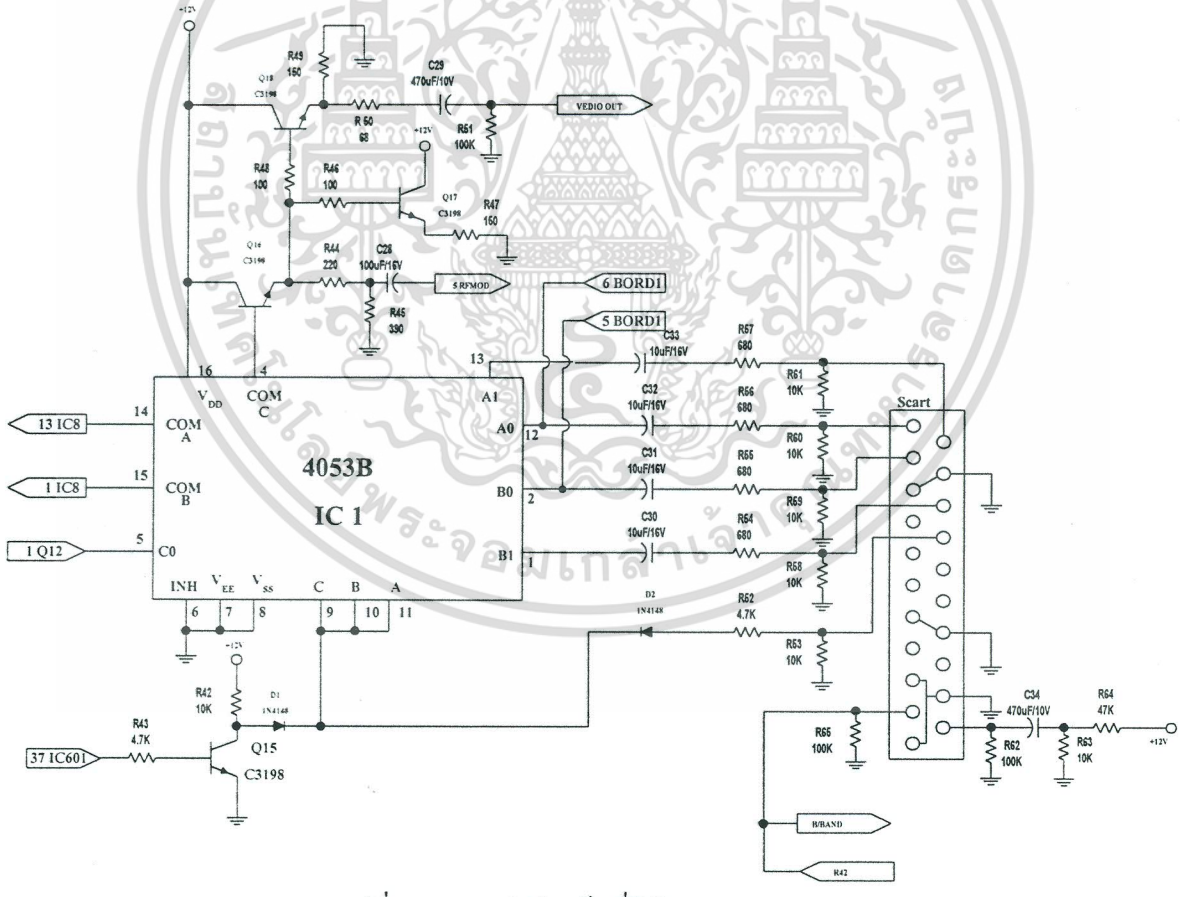


รูปที่ 3.5 บล็อคไดอะแกรมของ IC4053B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 เมื่อถูกใช้เป็นตัวแยกสัญญาณ “CHANNEL IN/OUT” จะเป็นเอาต์พุต และ “COMMON OUT/IN” จะเป็นอินพุต

จากวงจรที่ออกแบบจะมีสัญญาณเข้ามาที่วงจร MUX 3 ส่วน ส่วนแรกจะมาจาก Q11 ซึ่งเป็นสัญญาณภาพ ส่วนที่ 2 เป็นสัญญาณการควบคุมการเลือกใช้ตัวถอดรหัสหรือไม่ใช้ จาก CPU ถ้าสั่งเป็น HIGH จะเป็นการใช้ ตัวถอดรหัส ถ้าเป็น LOW จะไม่ใช้ DECODER และส่วนที่ 3 เป็นสัญญาณเสียงที่มาจากวงจร DNR จากนั้นก็ส่งสัญญาณออกไป 3 ส่วน ส่วนแรกสัญญาณที่มาจาก DNR แล้วใช้วงจรมัลติเพล็กซ์ เป็นตัวผ่านออกไปเข้าวงจรดีมัลติเพล็กซ์ ส่วนที่ 2 นำสัญญาณภาพและเสียงส่งออกไปที่ SCART เพื่อใช้ในการถอดรหัส และส่วนที่ 3 ส่งสัญญาณออกไปใช้งานทางจุดเอาต์พุตของวีดีโอ เป็นแจ็ค RCA PHONE หากจะนำไปใช้กับเครื่องรับโทรทัศน์ที่ไม่มีระบบเอวี. จะต้องมอดูเลตในอาร์เอฟ.มอดูเลเตอร์ (RF Modulator) แล้วจึงนำสัญญาณที่มอดแล้วไปใช้งาน



รูปที่ 3.6 วงจรมัลติเพล็กที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

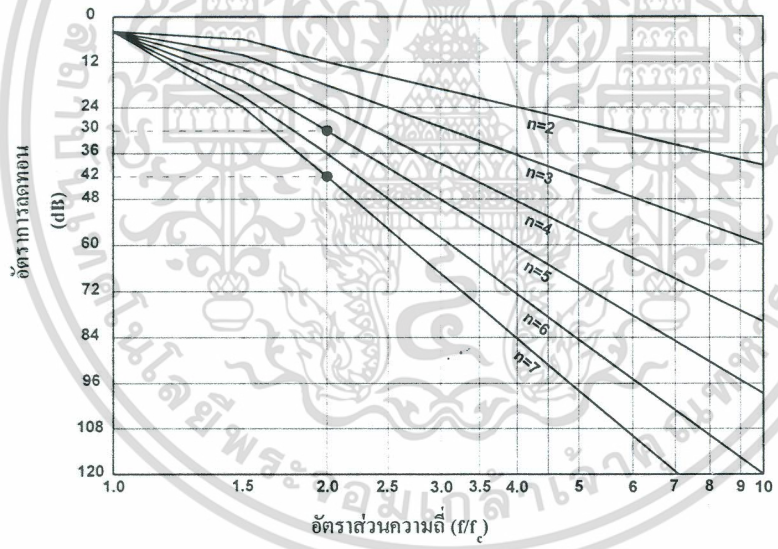
3.1.5 <u>วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน</u>

ขั้นตอนการออกแบบ

1. แปลงรูปแบบความถี่ที่ใช้งานโดยเทียบกับความถี่ตัด เพื่อจัดรูปแบบให้ไปสู่วงจรพื้นฐาน พร้อมทั้งหาอัตราส่วนของ R_S/R_L หรือ R_L/R_S ดังนั้นจะได้

   ความถี่ที่ใช้งาน/ความถี่ตัดเท่ากับ : $f/f_c = \omega/\omega_c$

   นำผลที่ได้ไปพิจารณากับกราฟคุณสมบัติอัตราการลดทอนสัญญาณ เพื่อหาจำนวนอุปกรณ์ (n)
2. เลือกชนิดวงจรกรองความถี่และจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบโดยพิจารณาจากผลที่ได้จากข้อ 1 เปรียบเทียบกับกราฟคุณสมบัติอัตราการลดทอนสัญญาณของวงจรกรองความถี่ชนิดต่างๆ
3. หาค่าต้นแบบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านจากตารางที่ได้บอกค่าไว้
4. นำผลที่ได้มาแปลงเป็นค่าที่ใช้งานได้จริง โดยวิธีการปรับอัตราของความถี่และอิมพีแดนซ์



รูปที่ 3.7 ลักษณะการส่งผ่านของแถบความถี่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนของอุปกรณ์ที่นำไปต่อ

จากโครงการวิจัยนี้จะกำหนดให้ fc = 5 MHz, f = 10 MHz, อัตราการลดทอน = 30 dB, R_S = 100 Ω, R_L = 120 Ω ทำการออกแบบได้ดังนี้

$$f/f_c = 10x10^6/5x10^6 = 2$$

$$R_S/R_L = 100/120 = 0.833$$

นำค่าอัตราส่วนระหว่าง f/f_c กับ อัตราการลดทอน ไปเทียบกับรูปที่ 3.7 จะได้ค่าใกล้เคียงที่ n = 5 จากนั้น ทำการเลือกชนิดวงจรกรองความถี่ต่ำโดยในโครงการวิจัยนี้ใช้แบบบัตเตอร์เวิร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะมีความราบเรียบของแถบความถี่สูงที่สุด การกระเพื่อมของสัญญาณต่ำมากๆ แต่การส่งผ่านแถบความถี่จะไม่ดีต้องแก้ไขโดยการเพิ่มจำนวนของอุปกรณ์

หาค่าต้นแบบวงจรกรองความถี่ต่ำแบบบัตเตอร์เวิร์ดจากตารางโดยนำค่าอัตราส่วน R_S/R_L กับ n ที่ได้ไปเปิดตารางจะได้ค่าดังนี้

C1 = 1.244, C3 = 2.111, C5 = 0.829, L1 = 0.864, L2 = 0.576

หาค่าที่ใช้งานได้จริงๆ โดยมีสูตรต่างๆ ดังนี้

$$C = C_n/2\pi f_c R_L$$

$$L = (R_L L_n)/2\pi f_c$$

นำไปแทนค่าได้ค่าต่างๆ ดังนี้

$$C1 = 1.244/2\pi(5x10^6)(120) = 330pF$$

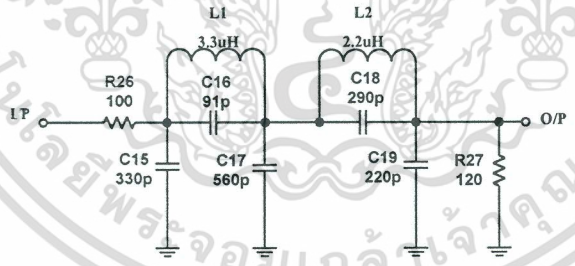
$$C3 = 2.111/2\pi(5x10^6)(120) = 560pF$$

$$C5 = 0.829/2\pi(5x10^6)(120) = 220pF$$

$$L1 = (120x0.864)/2\pi(5x10^6) = 3.3\mu H$$

$$L2 = (120x0.576)/2\pi(5x10^6) = 2.2\mu H$$

แต่สัญญาณที่ได้ยังไม่ดีพอจึงนำอุปกรณ์มาต่อเพิ่มโดยใช้ C ขนานกับ L ทั้งสองตัว



รูปที่ 3.8 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านที่ได้ออกแบบ

กรณีที่วงจรกรองไม่ดีพอไม่สามารถกำจัดสัญญาณที่ความถี่สูงกว่า 5 MHz ได้มากกว่า 20 dB จะทำให้ภาพดูหยาบ หรือหากออกแบบโดยใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสมเช่นใช้ค่าของตัวเหนี่ยวนำหรือตัวเก็บประจุมากไป แม้จะขจัดสัญญาณที่ความถี่สูงกว่า 5 MHz ได้ดีมาก แต่จะเกิดปัญหาแทรกซ้อนคือ ค่าหน่วงเวลา (group delay) ของสัญญาณสูงเกินไป (มากกว่า 200 ns) จะทำให้ภาพมีลักษณะเป็นเงายาวหรือบางครั้งจะไม่ใสคล้ายมีหมอกลง

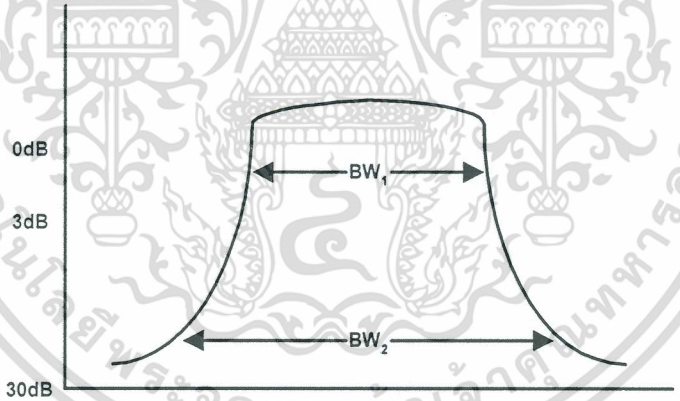
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบเสียง

3.2.1 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

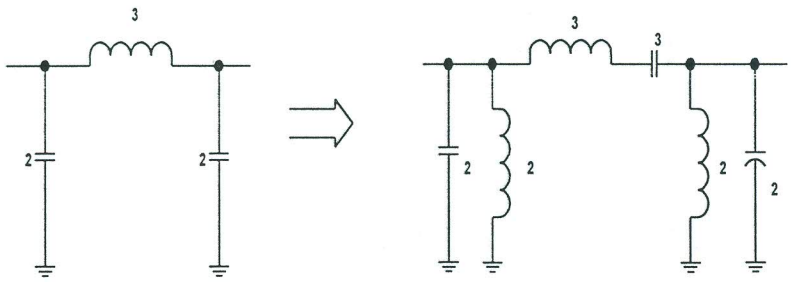
เราจะใช้วงจรกรองความถี่ต่ำเป็นหลักและทำการแปลงเป็นวงจรกรองเฉพาะความถี่ผ่าน จากรูปเป็นวงจรต้นแบบวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน เราต้องแปลงมาเป็นวงจรที่ใช้งานได้จริงก่อน โดยปรับขนาดอัตราของความถี่และอิมพีแดนซ์เพื่อแปลงค่าในวงจรไปเป็นค่าที่ใช้งานจริง

(ก) การตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



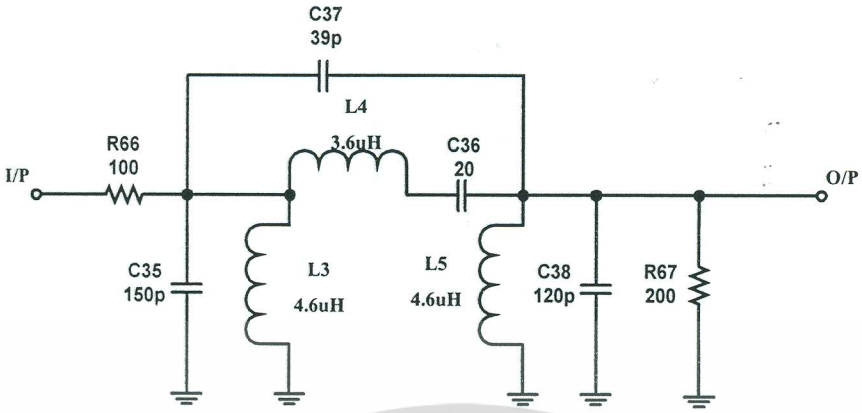
(ข) การตอบสนองความถี่ของวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

รูปที่ 3.9 การแปลงแบนด์วิดธ์จากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเป็นวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน



รูปที่ 3.10 การเปลี่ยนต้นแบบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านไปเป็นวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

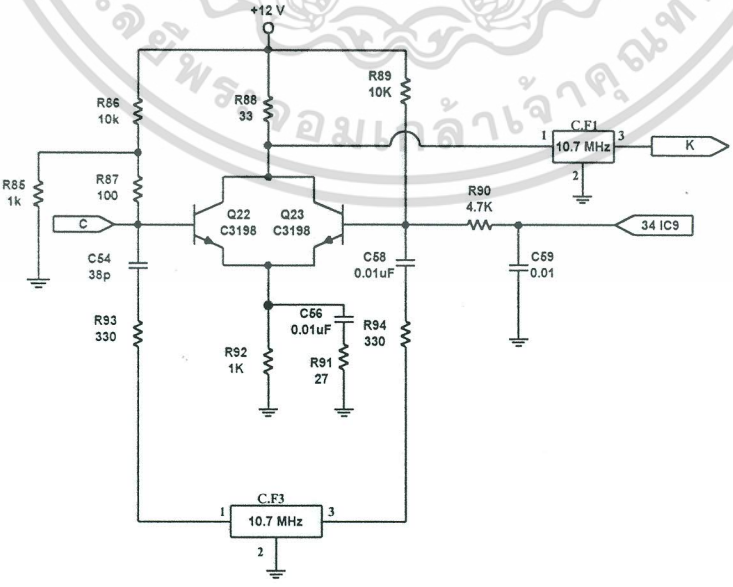
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรกรองแถบความถี่ผ่านที่ได้ออกแบบ

3.2.2 วงจรขยายผลต่าง

จากวงจรที่ออกแบบ สัญญาณ i/p ที่เข้าทาง Q22 จะมีส่วนหนึ่งที่ผ่าน C54, R93, C.F.3, R94 และ C58 ก่อนไปเข้า Q23 ซึ่งอุปกรณ์ชุดนี้จะทำหน้าที่ฟิลเตอร์สัญญาณให้แคบลงกว่าเดิม เมื่อมีสัญญาณจาก CPU เป็น HIGH มาจะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q23 ทำงาน ซึ่งทำให้สัญญาณที่ส่งผ่านมาจากชุดกรองแถบความถี่ผ่านแคบนั้นสามารถผ่านไปรวมกับสัญญาณ i/p ทาง Q22 ได้แล้วส่งผ่าน C.F.1 ซึ่งเป็นตัวฟิลเตอร์แบนด์กว้าง ได้สัญญาณแบนด์แคบ(ฟิลเตอร์ครั้งแรกเป็นแคบแล้วครั้งต่อมาก็ไม่มีผล) ออกไปยังส่วนต่อไป ส่วนถ้า CPU ส่งสัญญาณเป็น LOW มา Q23 จะไม่ทำงาน ทำให้มีแต่สัญญาณ i/p ของ Q22 ส่งผ่าน C.F.1 ได้เป็นสัญญาณแบนด์กว้างออกไป

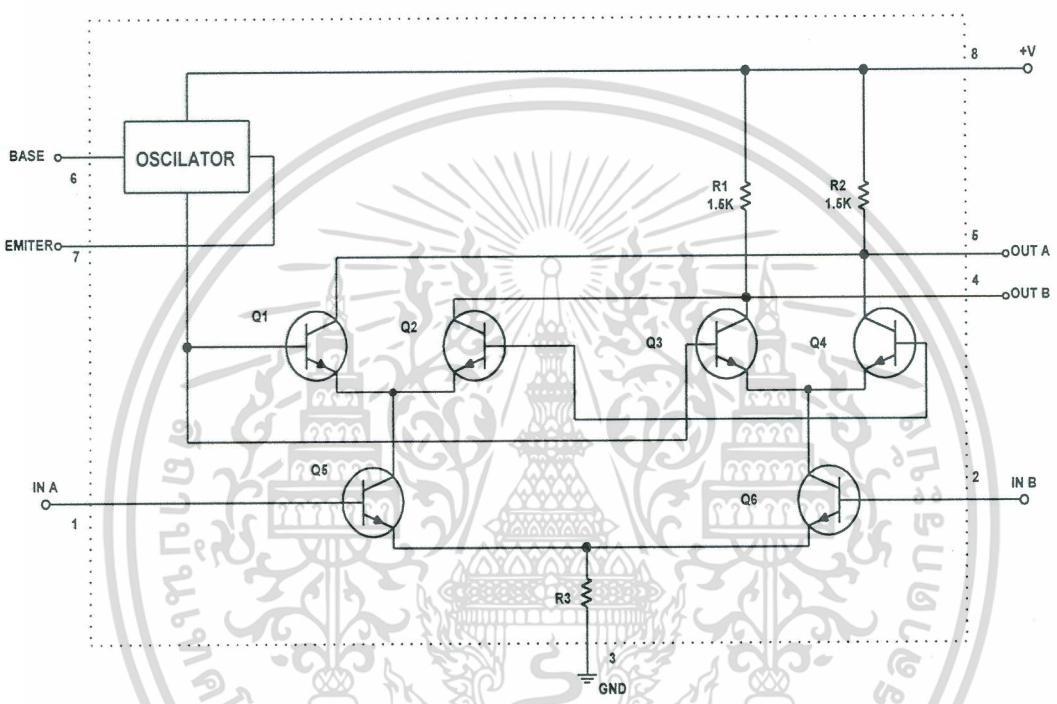


รูปที่ 3.12 วงจรขยายผลต่างที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

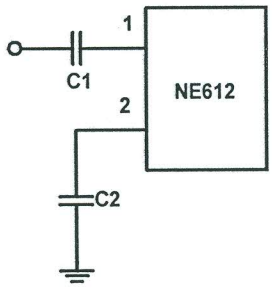
3.2.3 วงจรบาลานซ์มิกเซอร์และออสซิลเลเตอร์คู่

ในโครงการวิจัยนี้ได้ใช้ไอซี NE612AN ซึ่งไอซีตัวนี้ถูกสร้างขึ้นมาให้ภายในประกอบไปด้วยภาคมิกเซอร์ (mixer) และออสซิลเลเตอร์ความถี่มูลฐาน (local oscillator) จากบล็อคไดอะแกรมภายในตัวไอซีดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.13 แสดงให้เห็นส่วนประกอบของวงจรออสซิลเลเตอร์ความถี่มูลฐานภายในไอซีซึ่งทำงานด้วยทรานซิสเตอร์ NPN ที่มีคุณสมบัติขยายความถี่ได้ในย่าน VHF



รูปที่ 3.13 วงจรออสซิลเลเตอร์ความถี่มูลฐานภายในไอซี NE612AN

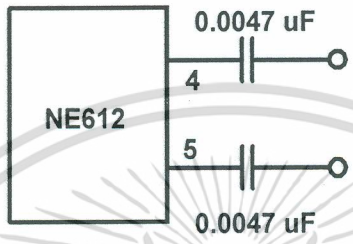
ในรูปที่ 3.14 เป็นวงจรอินพุตแบบตัวเก็บประจุคับปลิ้ง, ไม่มีวงจรจูนและเป็นแบบไม่บาลานซ์ สัญญาณความถี่วิทยุจะถูกคับปลิ้งผ่าน C_1 มาเข้าที่ขา 1 ของ NE612AN (ขา 2 หากเป็นแบบไม่บาลานซ์แล้วจะไม่รับอินพุตแต่จะบายพาสความถี่ที่ไม่ต้องการออกไป) ปกติจัดวงจรแบบนี้



รูปที่ 3.14 ลักษณะการจัดวงจรทางด้านอินพุต (วงจรจูน)

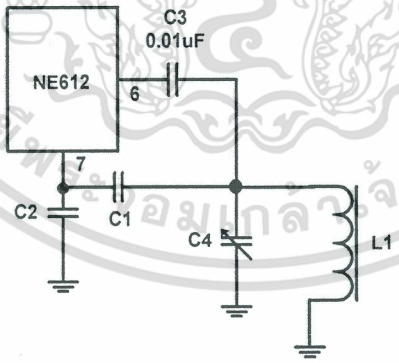
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 3.15 เป็นการคับปลิ้งสัญญาณเอาต์พุตผ่านตัวเก็บประจุและเพื่อกั้นแรงดันไฟตรงไม่ให้ออกไปเข้าวงจรในส่วนอื่นต่อไปได้ และมีค่าเอาต์พุตอิมพีแดนซ์สูงประมาณ 1.5 กิโลโอห์ม ซึ่งตัวเก็บประจุที่เลือกใช้จะต้องเป็นค่าที่ทำให้เกิดค่ารีแอกแตนซ์ต่ำๆ ที่ความถี่ใช้งาน โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 0.001-0.1 ไมโครฟารัด



รูปที่ 3.15 ลักษณะการจัดวงจรทางด้านเอาต์พุต

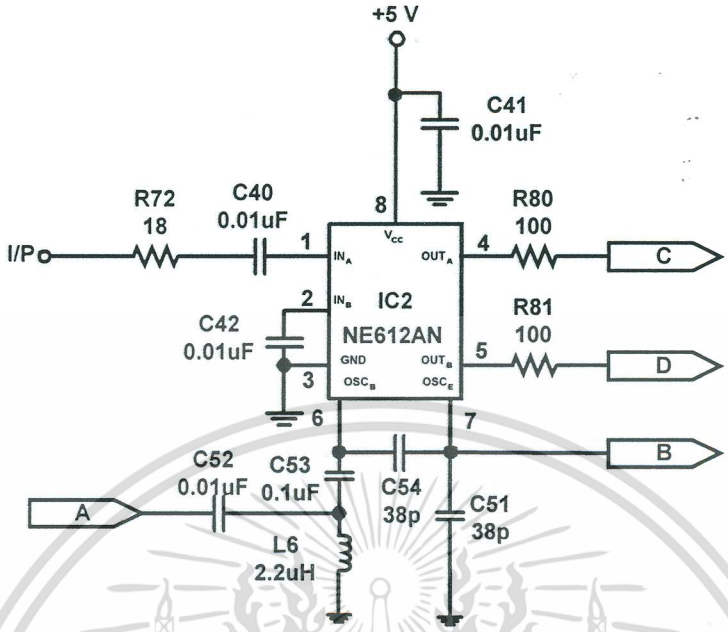
สำหรับอุปกรณ์ที่จะนำมาประกอบร่วมกับวงจรออสซิลเลเตอร์ภายในตัวไอซีจะมีอยู่ 2 ลักษณะที่น่าจะดีที่สุดคือใช้อุปกรณ์ LC หรือ เปียโซคริสตอลเรโซเนเตอร์ ดังรูป



รูปที่ 3.16 การจัดวงจรออสซิลเลเตอร์

ในรูปที่ 3.16 จะเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบปรับถี่ได้ (variable frequency oscillator : VFO) จะใช้การป้อนกลับโดยการแท็ปที่จุดต่อของ C_1 กับ C_2 และใช้วาริแคปไดโอดปรับความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 วงจรบาลานซ์มิกเซอร์และออสซิลเลเตอร์คู่ที่ได้ออกแบบ

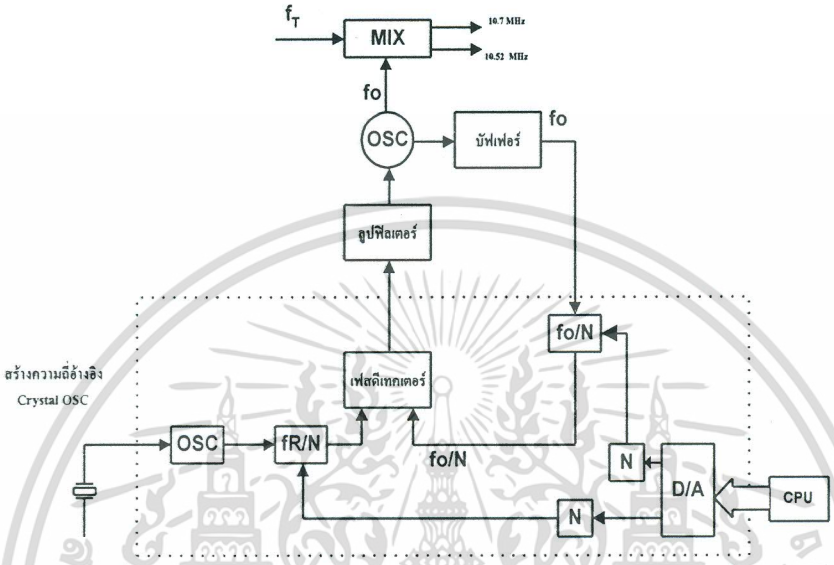
3.2.4 วงจรเฟสล็อคลูปแบบสังเคราะห์ความถี่

วงจรสังเคราะห์ความถี่นิยมใช้ไอซีเป็นตัวทำงาน ซึ่งใช้งานสะดวกดังนั้นเราจึงใช้ LC7215 ในส่วนของเฟสล็อกลูปที่อยู่ใน IC LC7215 จะประกอบด้วย วงจรเฟสดีเทคเตอร์ วงจรกำเนิดสัญญาณอ้างอิง วงจรหาร fR/N วงจรหาร fo/N และวงจร D/A นอกนั้นเป็นวงจรที่อยู่ภายนอกตัว IC LC7215 คือ วงจรลูปฟิลเตอร์ ส่วนวงจรออสซิลเลเตอร์จะอยู่ใน IC NE612AN

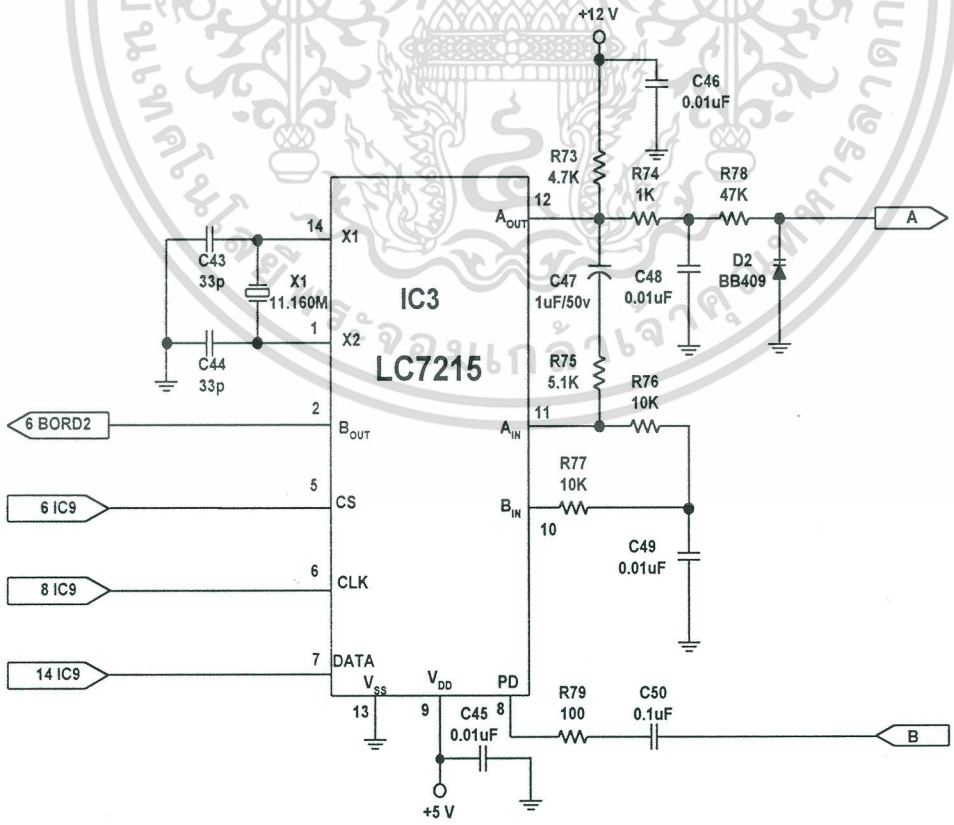
ในการทำงานเมื่อให้จูนเนอร์รับคลื่นนั้น จะรับคลื่นจากสถานีด้วยความถี่ FM 6.60 MHz ตัว IC LC7215 จะสั่งการจ่ายแรงดันออกจากลูปฟิลเตอร์เพื่อให้ OSC ผลิตความถี่ fo = 17.3 MHz (fT − IF = 6.60 + 10.7 = 17.3 MHz) ส่งเข้าวงจรมิกเซอร์เพื่อลบกับความถี่ที่รับเข้ามาจะได้ความถี่ IF 10.7 MHz ออกทางเอาต์พุต ความถี่ fo = 17.3 MHz อีกส่วนหนึ่งผ่านบัฟเฟอร์ป้อนเข้าวงจรหาร fo/N เพื่อให้ความถี่ต่ำลงเท่ากับความถี่อ้างอิง IC LC7215 จะกำหนดค่า N หรือกำหนดโปรแกรมการหาร (programmable divider) ให้พอดี เช่น N = 346 ความถี่ fo/N = 17.3 MHz/346 = 0.05 MHz หรือ 50 kHz พอดีกับความถี่อ้างอิง ซึ่งความถี่นี้จะส่งเข้าเฟสดีเทกเตอร์ การเปรียบเทียบเมื่อเฟสหรือความถี่เท่ากันลูปฟิลเตอร์จะจ่ายแรงดันให้ OSC คงที่เป็นการล็อคความถี่ให้ OSC ผลิตความถี่ที่ 17.3 MHz อย่างเที่ยงตรง ถ้าหาก OSC ผลิตความถี่เปลี่ยนแปลงไป เช่น สูงขึ้นเป็น 17.5 MHz เมื่อเข้าวงจร fo/N จะเท่ากับ 17.5 MHz/346 = 50.578 kHz เมื่อเข้าเปรียบเทียบกับความถี่อ้างอิง 50 kHz แล้วจะได้แรงดันคลาดเคลื่อนผ่านลูปฟิลเตอร์ออกไปควบคุมให้ OSC ผลิตความถี่ต่ำลงจนถึง 17.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MHz แล้วจึงล็อคความถี่ ส่วนในกรณีที่ OSC ผลิตความถี่ต่ำลงเป็น 17.0 MHz การทำงานภายในลูปก็จะเป็นทำนองเดียวกัน โดยมีแรงดันจากลูปฟิลเตอร์ไปปรับแก้ความถี่ของ OSC ให้ fo = 17.3 MHz อยู่เสมอในขณะรับสถานีความถี่ 6.60 MHz



รูปที่ 3.18 หลักการทำงานของ PLL แบบสังเคราะห์ความถี่

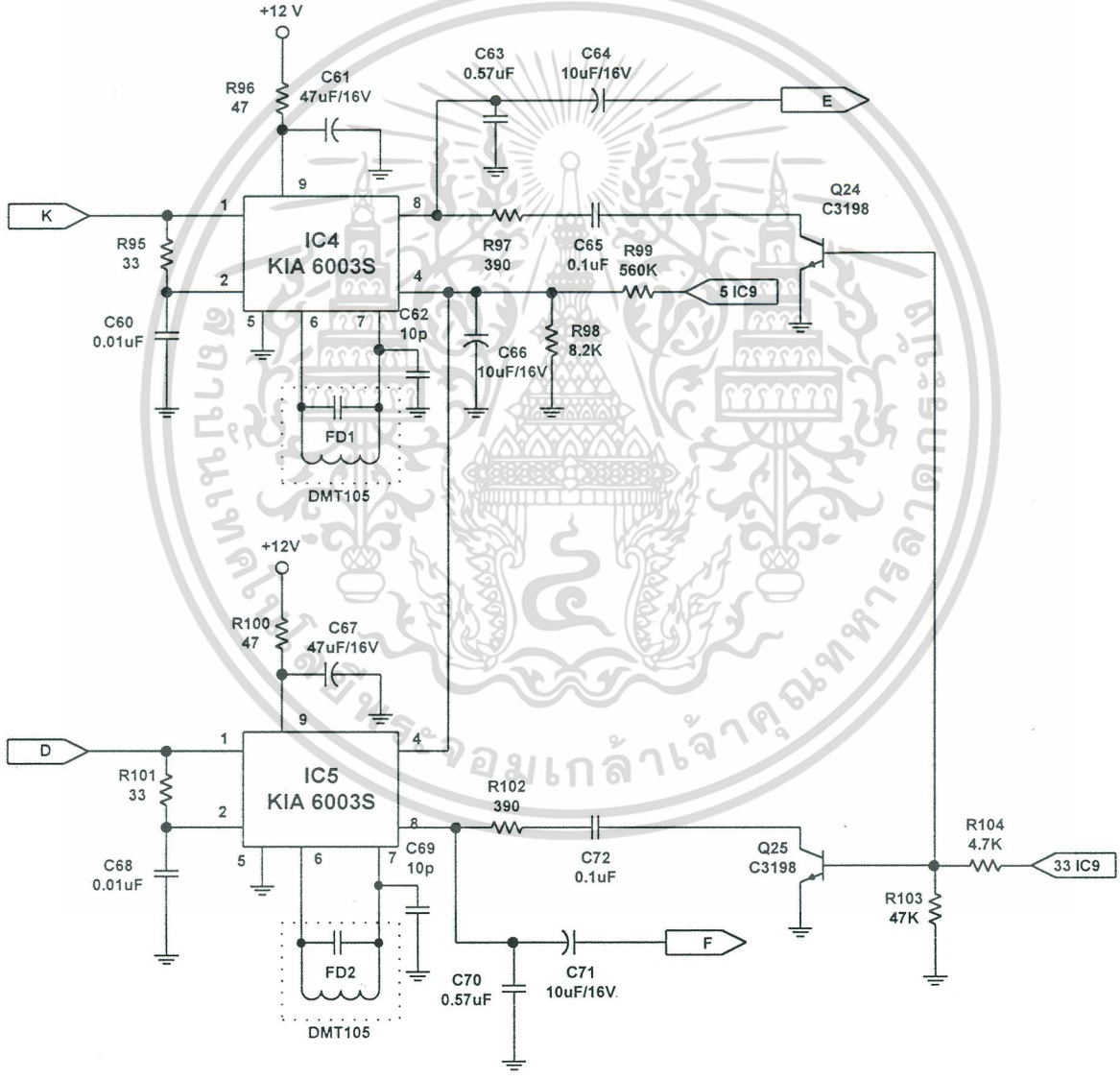


รูปที่ 3.19 วงจรสังเคราะห์ความถี่ที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 <u>วงจรเอฟเอ็ม.ดีเทคเตอร์</u>

ในโครงการวิจัยนี้ได้ใช้ไอซีเบอร์ KIA6003S เป็นตัวทำงาน ซึ่งเป็นวงจรดีเทคเตอร์แบบควอดราเจอร์จะรวมวงจรขยาย IF วงจรขยายลิมิตเตอร์ และอื่นๆ ไว้ด้วยในไอซีตัวเดียว โดยต่อขดลวดเหนี่ยวนำดักความถี่ 10.7 MHz และ 10.52 MHz ไว้ภายนอกเพื่อทำการเลื่อนเฟสให้ต่างไปจากสัญญาณคลื่นพาห์เสียงอยู่ 90 องศา เพื่อส่งความถี่ทั้งสองส่วนนี้เข้าสู่ระบบเฟสดีเทคเตอร์ (Phase detector) เฉลี่ยผลออกมาเป็นแรงดันไฟส่งออกไป

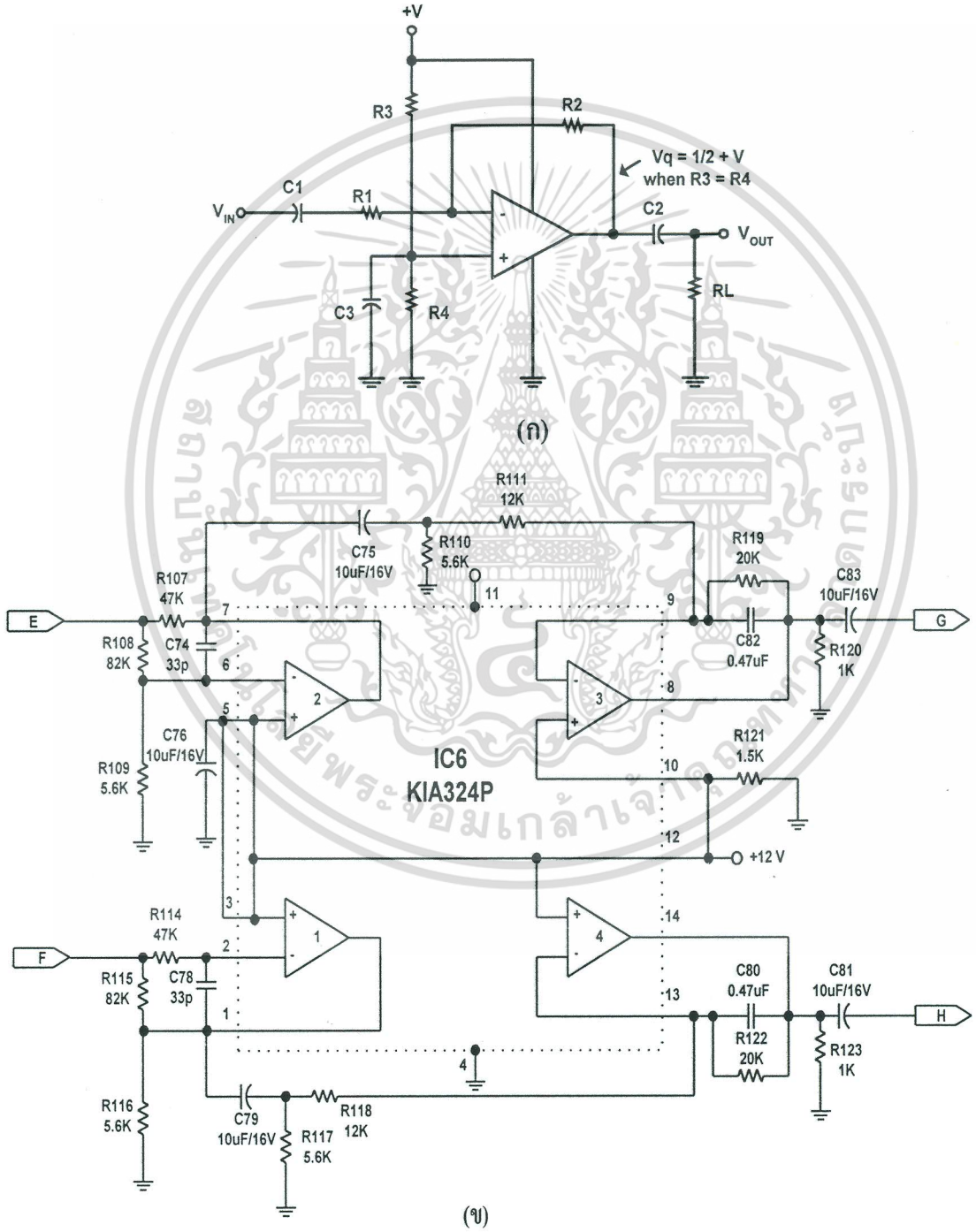


รูปที่ 3.20 วงจรเอฟเอ็ม.ดีเทคเตอร์ที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 วงจรขยายสัญญาณ

จากรูปที่ 3.21 (ก) แสดงวงจรขยายชนิดกลับเฟสซึ่งสามารถนำไปใช้ร่วมกับวงจรออดิโอ จะเห็นว่ามีโครงสร้างวงจรขยายของสัญญาณไฟตรง (DC) เพียงแต่มีตัวเก็บประจุ C_1 ที่ต่ออนุกรมกับขั้วอินพุตลบเพิ่มขึ้นมาเท่านั้น หน้าที่ของ C_1 คือ ป้องกันแรงดันไฟจากภาคก่อนหน้านี้ไม่ให้ผ่านเข้าสู่วงจรขยายชุดนี้ได้

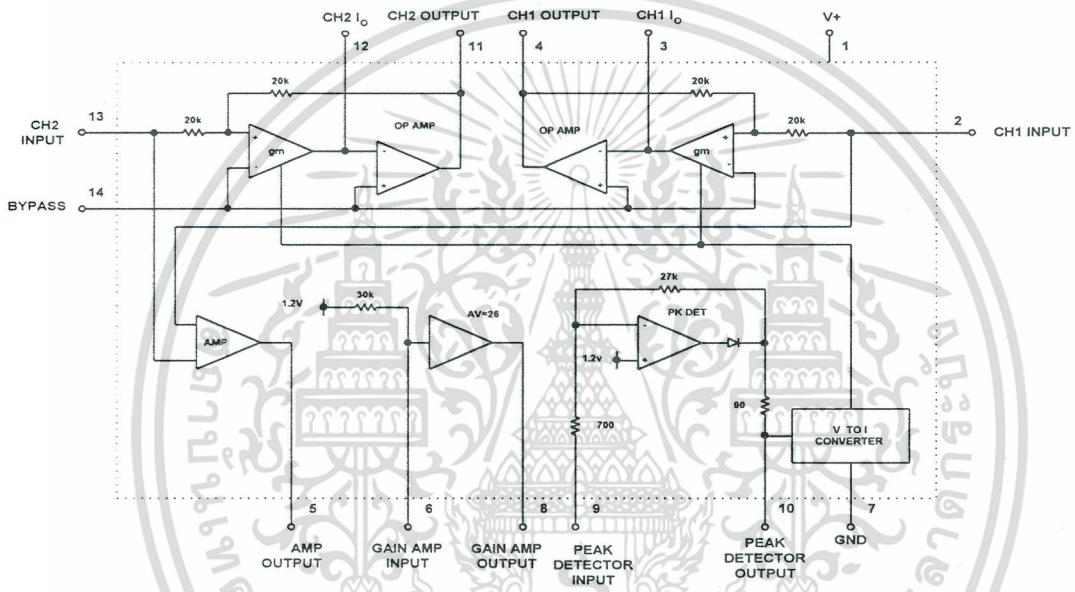


รูปที่ 3.21 วงจรขยายสัญญาณ (ก) พื้นฐาน; (ข) ที่ได้ออกแบบ

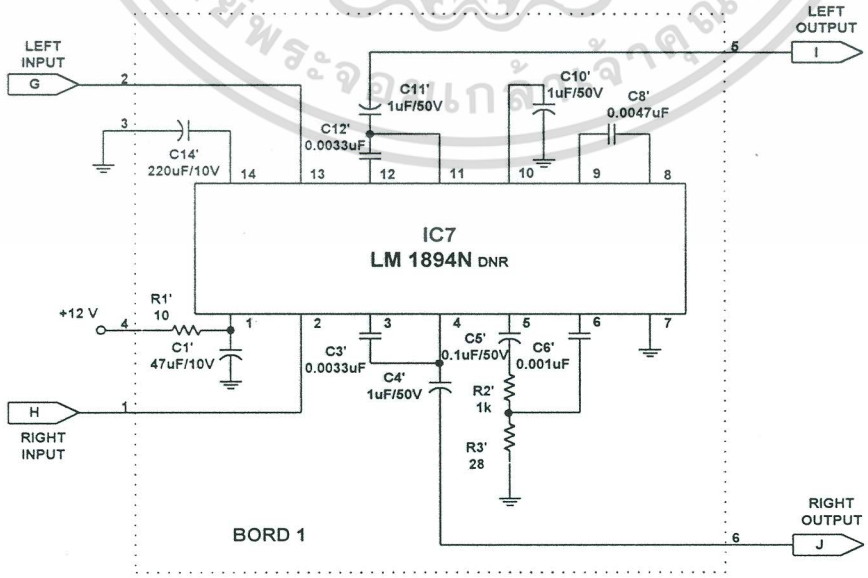
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 วงจร Dynamic Noise Reduction (DNR)

วงจรนี้จะใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ LM1894 ซึ่งเป็นวงจรบั่นทอนเสียงสเตอริโอ LM1894 มีสัญญาณ 2 ส่วน คือ ส่วนสัญญาณหลักและส่วนควบคุมแบนด์วิดธ์ ในรูปที่ 3.22 แสดงการป้อนกลับ DC บังคับเกนความถี่ต่ำ Av=-1 สูงกว่าความถี่คัทออฟของวงจรกรองความถี่ เอาต์พุตลดน้อยลงที่ -6dB/oct จนถึงเวลาที่กำหนดจากการกระทำของคาปาซิเตอร์ 0.0033 uF ส่วนควบคุมคือสัญญาณควบคุมแบนด์วิดธ์ สัญญาณส่วนควบคุมถูกใช้สำหรับแชนแนลคู่เก็บเงาสเตอริโอเนื่องจากไม่คงที่ การกระทำนี้ทำโดยการเพิ่มแชนแนลขวาและซ้ายพร้อมกันใน Amp ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 บล็อคไดอะแกรมภายใน DNR



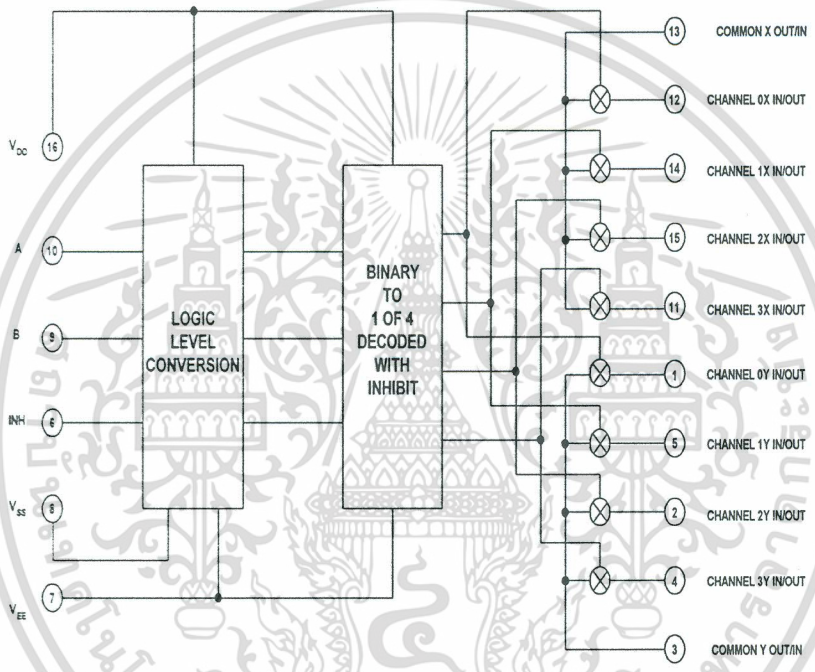
รูปที่ 3.23 วงจร DNR ที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

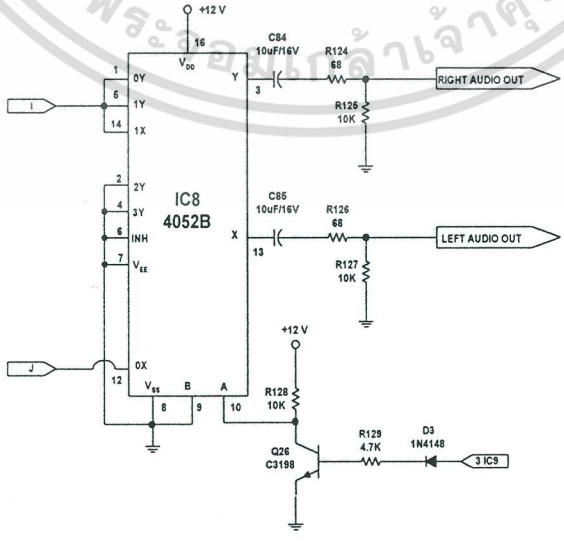
3.2.8 วงจรดีมัลติเพล็กเซอร์

ในโครงการวิจัยนี้ได้ใช้ไอซี 4052B ซึ่งเป็น ดิฟเฟอเรนเชียน 4-แชนแนล มัลติเพล็กเซอร์มีอินพุตควบคุมฐานสอง 2 อินพุต, A และ B และ อินพุต Inhibit สัญญาณอินพุตฐานสอง 2 อินพุต เลือก 1 ของ 4 คู่ของแชนแนลถูกจูน และต่ออินพุตอนาลอกดิฟเฟอเรนเชียนถึงเอาต์พุตดิฟเฟอเรนเชียน

จากรูปที่ 3.24 เมื่อถูกใช้เป็นตัวแยกสัญญาณ “CHANNEL IN/OUT” จะเป็นเอาต์พุต และ “COMMON OUT/IN” จะเป็นอินพุต



รูปที่ 3.24 บล็อคไดอะแกรมของ IC4052B



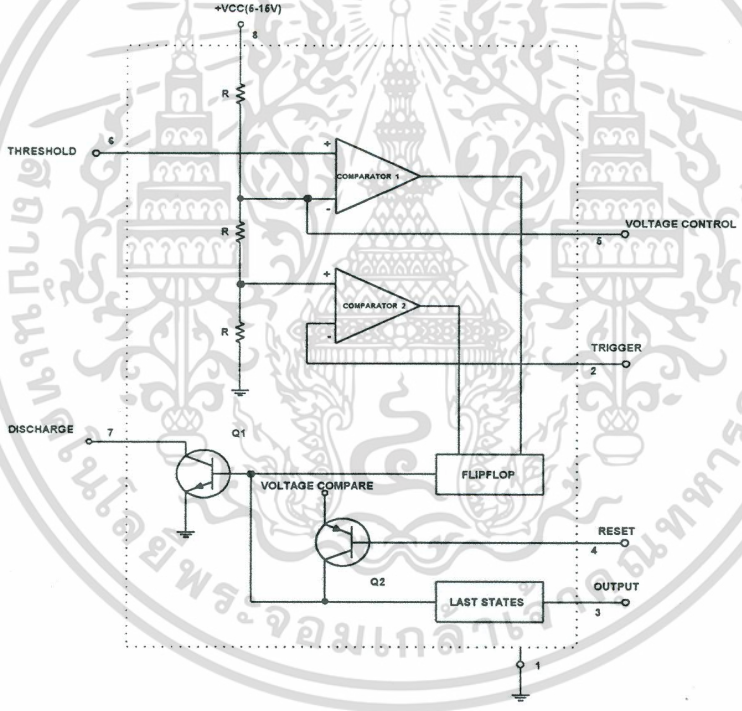
รูปที่ 3.25 วงจรดีมัลติเพล็กที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

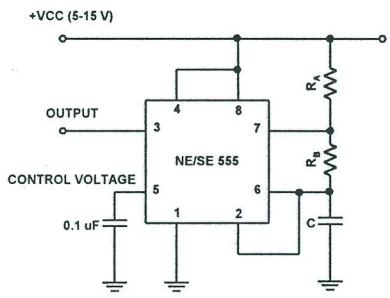
3.3 ภาคการปรับโพลาไรซ์

3.3.1 วงจรอะสเตเบิ้ล

ในโครงการวิจัยนี้ได้ใช้ไอซี NE555 ทำงานเป็นวงจรอะสเตเบิ้ล การทำงานของวงจรอธิบายได้จากรูปที่ 3.26 ตัวเก็บประจุภายนอก C จะรับประจุจนมีค่าแรงดันคร่อมตัวมัน 2/3 V_{CC} โดยการประจุผ่านตัวต้านทาน R_A และ R_B มันจะคายประจุทันที จนกระทั่งมีแรงดันคร่อมตัว C เหลือเพียง 1/3 V_{CC} โดยการคายประจุผ่านตัวต้านทาน R_B นั่นคือแรงดันคร่อมตัวเก็บประจุจะออสซิลเลตอยู่ระหว่าง 1/3 V_{CC} และ 2/3 V_{CC} สัญญาณเอาต์พุตจะอยู่ในสภาวะ 1 (high) ในขณะที่ตัวเก็บประจุ C ได้รับประจุและจะอยู่ในสภาวะ 0 (low) เมื่อตัวเก็บประจุคายประจุ การคายและการรับประจุ จะไม่ขึ้นกับค่าแรงดันจ่ายไฟเลี้ยง แต่จะขึ้นอยู่กับค่า R และ C การหาความถี่ต่าง ๆ สามารถหาได้โดยตรงจากกราฟรูปที่ 3.28

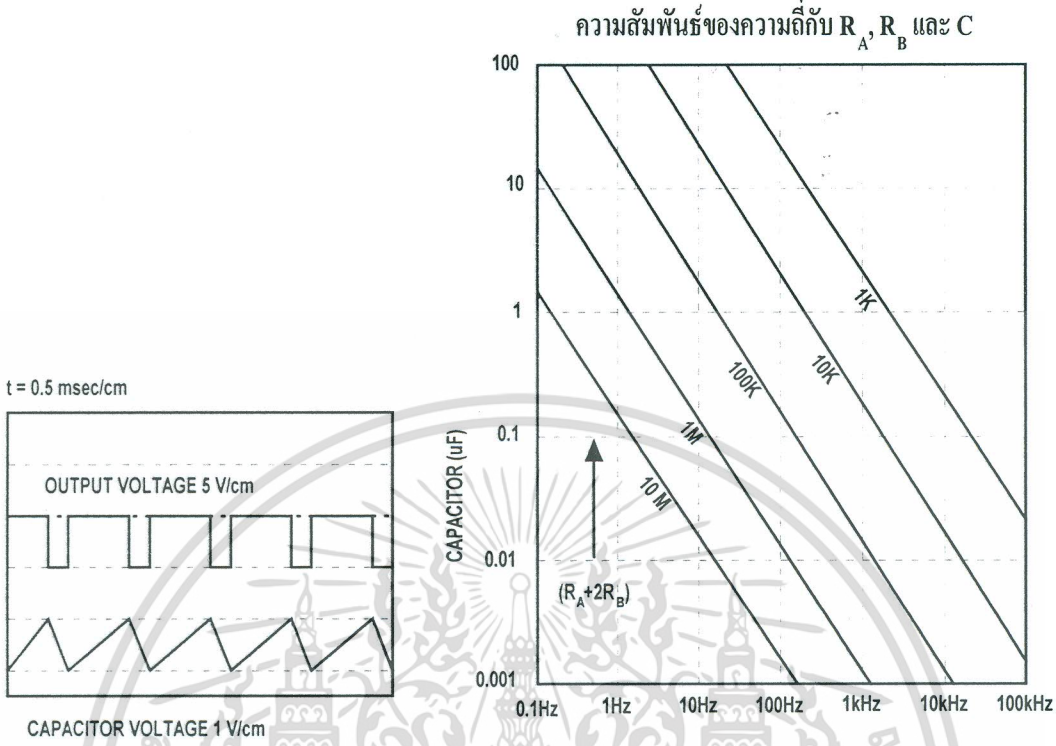


รูปที่ 3.26 บล็อคไดอะแกรมภายในไอซี 555

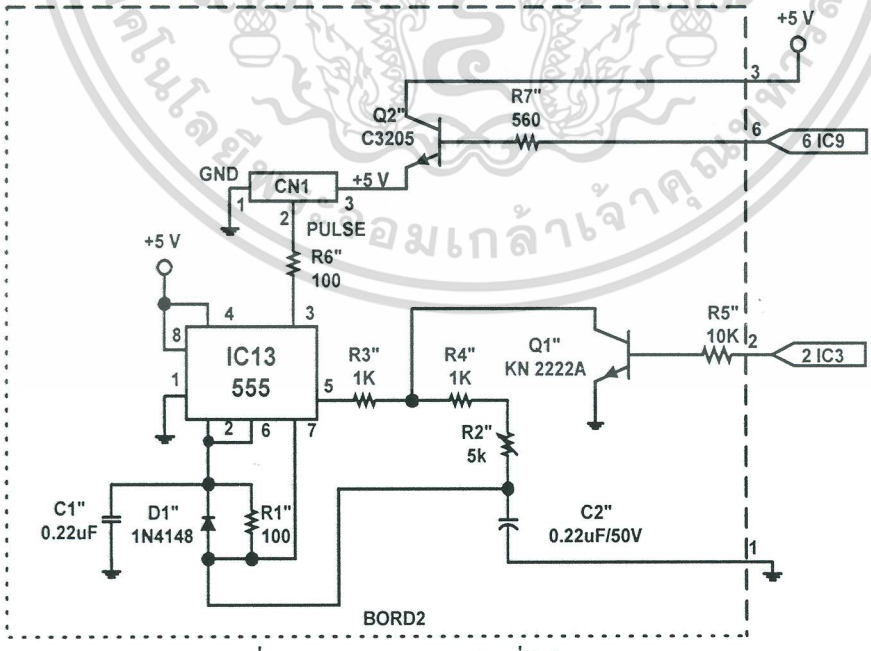


รูปที่ 3.27 วงจรพื้นฐานอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ไอซี 555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 สัญญาณรูปคลื่นของวงจรอะสเตเบิลและการหาความถี่จากกราฟ



รูปที่ 3.29 วงจรอะสเตเบิลที่ได้ออกแบบ

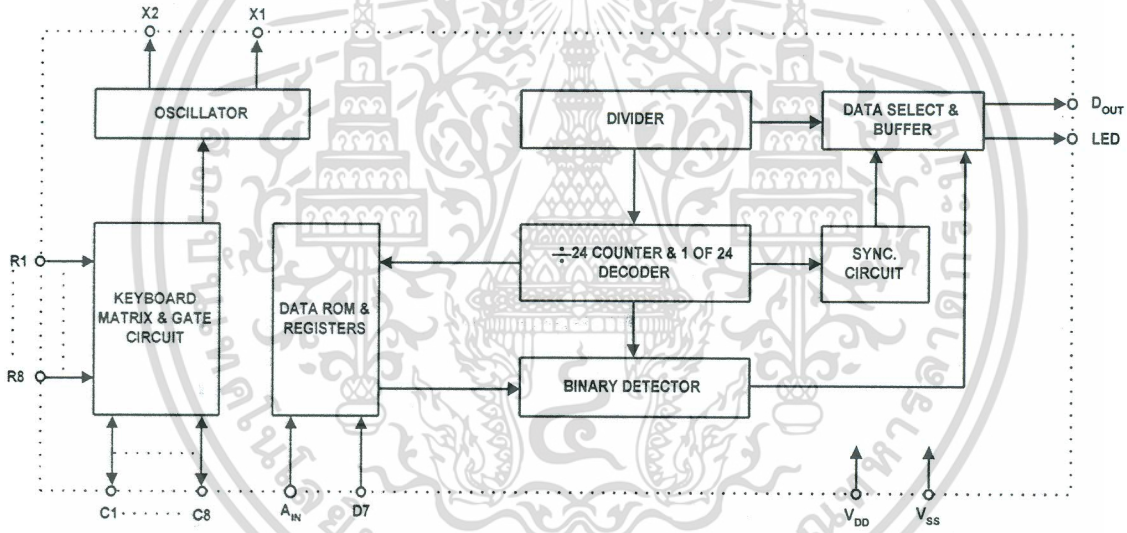
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ภาครีโมทคอลโทรล

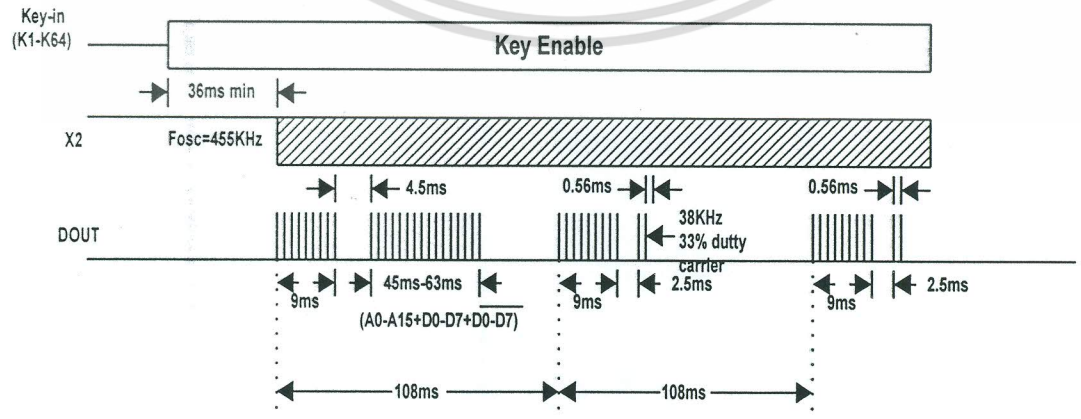
3.4.1 วงจรเข้ารหัส

HT6222 เป็นตัวเข้ารหัส LSI CMOS ออกแบบสำหรับใช้ในระบบรีโมทคอนโทรล สามารถเข้ารหัสแอดเดรสโค้ด 16 บิต และ ดาต้าโค้ด 8 บิต แต่ละอินพุต แอดเดรส/ดาต้า สามารถเซต 1 จาก 2 สถานะลอจิก, 0 หรือ 1 HT6222 บรรจุ 64 คีย์ เมื่อ 1 ของคีย์ถูกทริกเกอร์โปรแกรมแอดเดรส/ดาต้าถูกส่งพร้อมกันกับเฮดเดอร์บิตผ่านการส่ง IR กลาง (คลื่นพาห์ 38KHz)

การส่งโค้ดของ HT6222 ประกอบด้วยเฮดเดอร์โค้ด 9 ms, ออฟโค้ด 4.5 ms, แอดเดรสโค้ด 16 บิต(18ms-36ms), ดาต้าโค้ด 8 บิต 9ms-18ms, และอินเวิร์ดโค้ดของดาต้าโค้ด 8 บิต แสดงดังรูปที่ 3.31



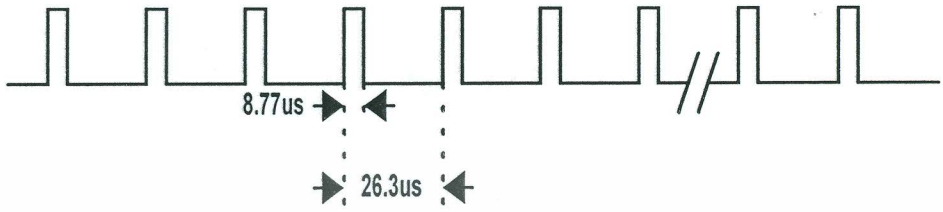
รูปที่ 3.30 บล็อคไดอะแกรม HT6222



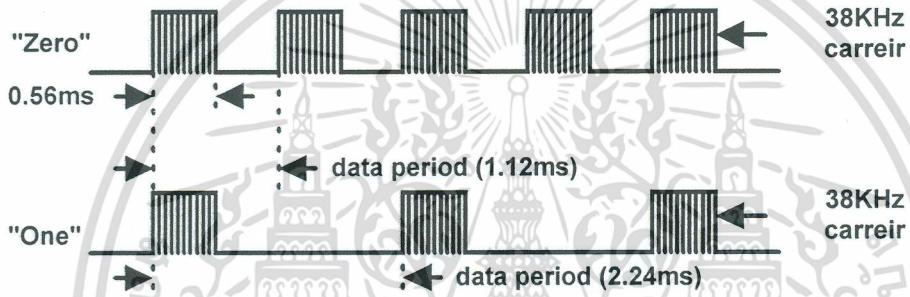
รูปที่ 3.31 รูปแบบเอาต์พุตสำหรับ DOUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

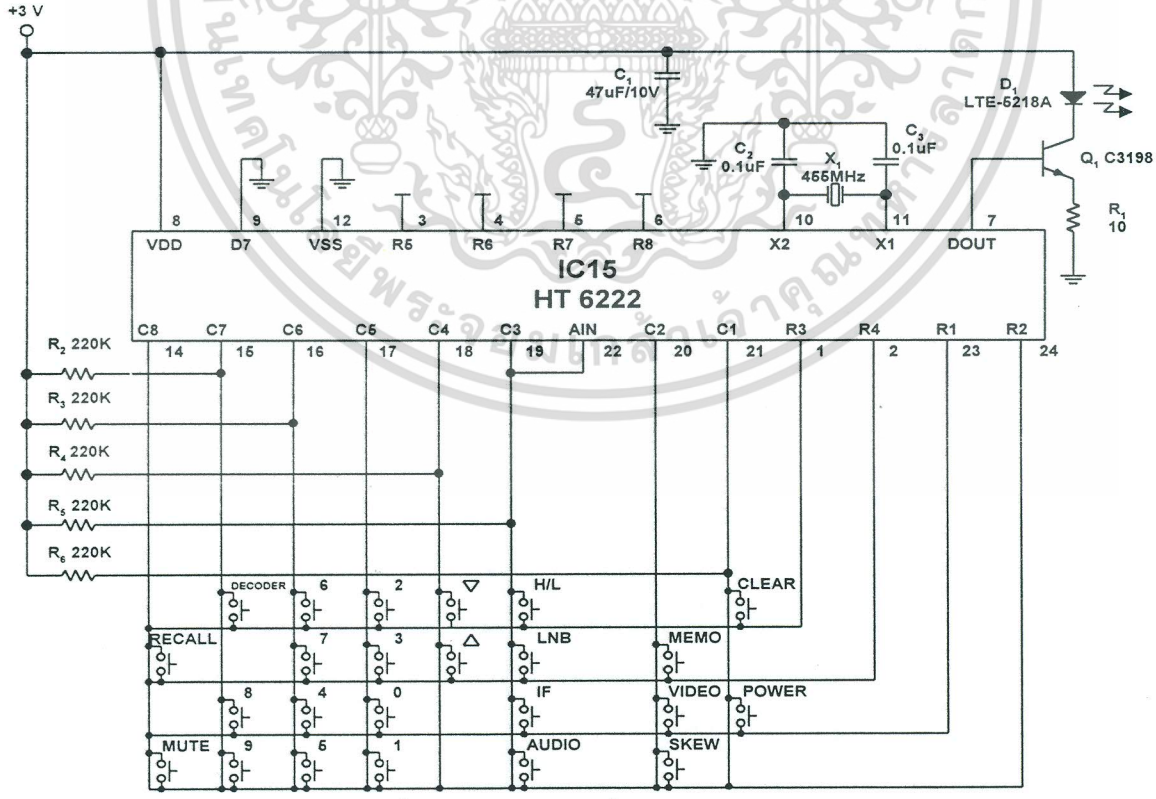
เอาต์พุตแคร์เรียร์โค้ดของขา DOUT แสดงในรูปที่ 3.32 การส่งโค้ดใช้วิธี PPM (Pulse Position Modulation) แสดงถึงสถานะสองลอจิกโดย “0” (1.12ms) และ “1” (2.24ms) แสดงในรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.32 แคร์เรียร์ 38 KHz



รูปที่ 3.33 สถานะลอจิก

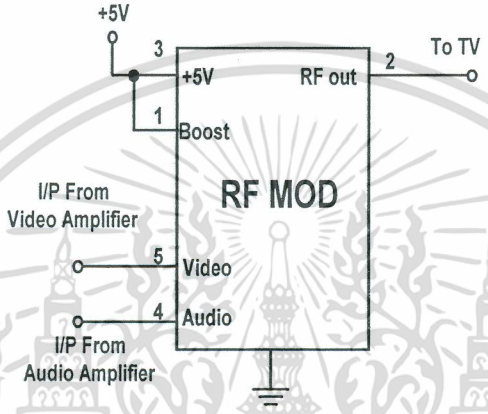


รูปที่ 3.34 วงจรรีโมทที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 วงจรอาร์เอฟมอดูเลเตอร์

อาร์เอฟมอดูเลเตอร์ ทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณพาหะย่อยของสัญญาณภาพความถี่ 4.43 MHz และคลื่นพาหะสัญญาณเสียง ซึ่งมีความถี่พาหะย่อยของสัญญาณภาพเสียงอยู่ที่ 5.5 MHz สำหรับระบบเสียงโมโน ถ้าเป็นระบบเสียงแบบสเตริโอนั้น สัญญาณพาหะย่อยของเสียงจะมีความถี่อยู่ที่หลายช่องความถี่ด้วยกัน



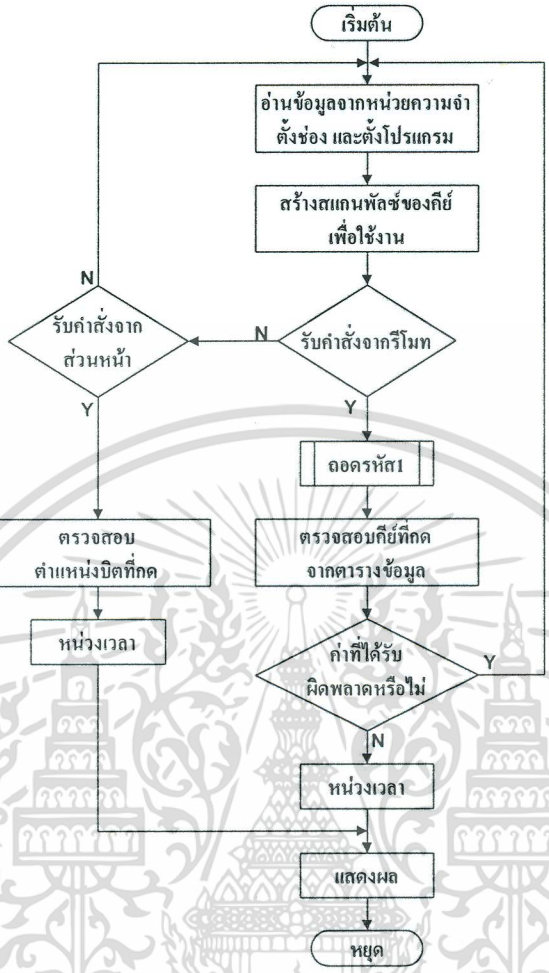
รูปที่ 3.35 วงจรอาร์เอฟมอดูเลเตอร์

3.5 ภาคโปรแกรมควบคุมการทำงาน

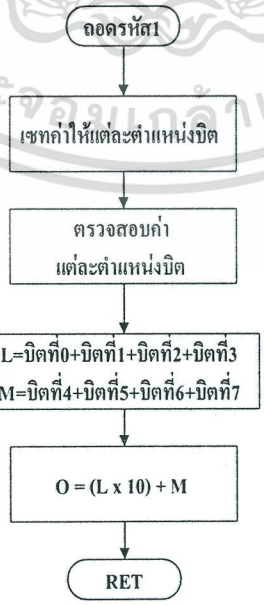
ในรูปที่ 3.36 ได้แสดงให้เห็นถึงซอฟต์แวร์ของเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในรูปแบบการทำงานของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเขียนออกมาในรูปของโฟลว์ชาร์ต (Flow Chart) เมื่อมีการจ่ายไฟเข้าไปยังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะสั่งด้วยคำสั่งสแตนด์บาย ซึ่งเป็นคำสั่งที่มาจากหน่วยความจำภายนอกที่เรียกว่า E^2PROM (Electrically Erasable and Programmable Read-only Memory) โดยหน่วยความจำ E^2PROM นี้จะอ่านคำสั่งออกมา โดยคำสั่งดังกล่าวนี้เป็นคำสั่งที่เราเซ็ตไว้ เป็นข้อมูลสุดท้ายก่อนที่จะปิดเครื่อง หน่วยความจำแบบนี้สามารถที่จะลบโปรแกรม และสามารถที่จะโปรแกรมครั้งใหม่ได้ โดยจะจำระบบของการควบคุมปรีเซต, การเลือกช่อง และอื่นๆ เราสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในหน่วยความจำแบบนี้ได้โดยไม่จำกัดตามที่เราจะต้องการ

ในรูปที่ 3.37 เป็นโฟลว์ชาร์ตแสดงการถอดรหัส1 เริ่มแรกจะเซตค่าให้แต่ละบิตดังนี้ บิตที่ 0,4 มีค่าเท่ากับ 8 บิตที่1,5 มีค่าเท่ากับ 4 บิตที่2,6 มีค่าเท่ากับ 2 บิตที่3,7 มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีการส่งพัลส์เข้ามาก็จะตรวจสอบว่ามีบิตไหนส่งมาบ้าง แล้วทำการคำนวณดังนี้ ((บิตที่0+บิตที่1+บิตที่2+บิตที่3)x10)+(บิตที่4+บิตที่5+บิตที่6+บิตที่7) จะได้รหัสสัญญาณเป็น HEX ออกมาแล้วไปตรวจสอบกับตารางข้อมูลเพื่อแสดงผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมระบบควบคุมในเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม



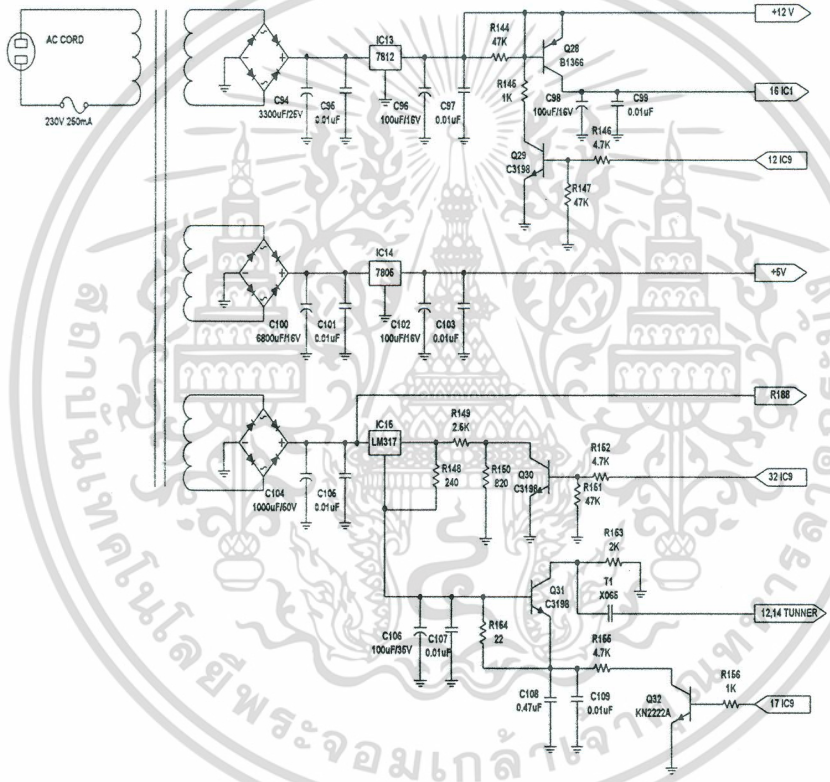
รูปที่ 3.37 โฟลว์ชาร์ตการถอดรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ภาคเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

3.6.1 การทำงานของภาคจ่ายไฟ

เริ่มจากมีการจ่ายแรงดันไฟสลับเข้ามา 3 ชุดเข้าไปยังวงจรเร็กติฟาย 3 ชุด ซึ่งประกอบด้วยไดโอดบริดจ์และคาปาซิเตอร์อิเล็คโตรไลต์และคาปาซิเตอร์บายพาสสัญญาณรบกวนความถี่สูงก่อนที่จะส่งเข้าสู่ไอซีลีเนียร์เรกูเตอร์3ขา LM7812, LM7805, LM317 ตามแต่ละชุด



รูปที่ 3.38 ภาคจ่ายไฟ

3.6.2 การทำงานของระบบภาพ

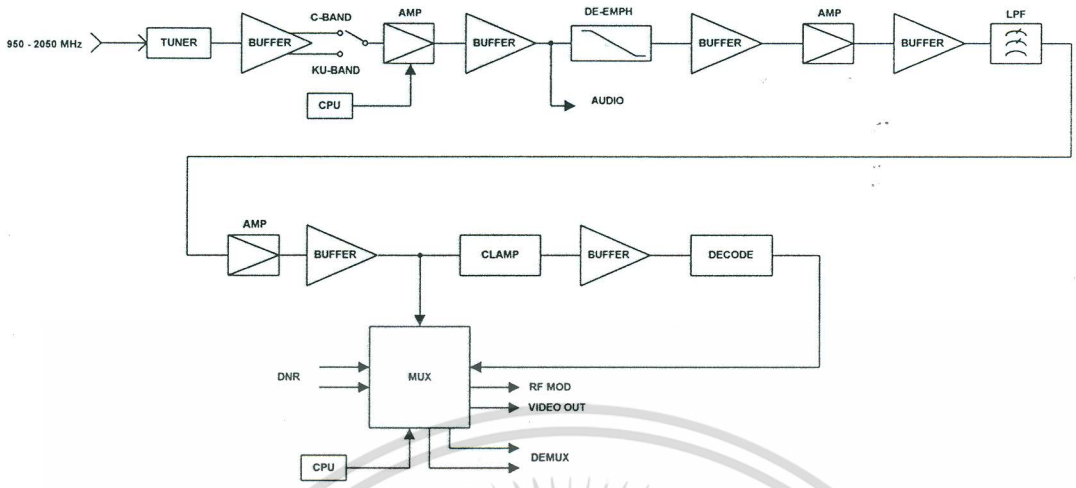
เมื่อจานรับสัญญาณนำเอาสัญญาณ RF เข้าสู่จูนเนอร์ จูนเนอร์จะทำหน้าที่จูนดักสัญญาณความถี่ต่างๆ ในแต่ละทรานส์ปอนเดอร์ และส่งสัญญาณดังกล่าวไปทำการดีเทคภาพออกมาเป็นสัญญาณเบสแบนด์ ส่วนสัญญาณเสียงยังคงอยู่ในรูปของสัญญาณเอฟเอ็มดังเดิม สัญญาณเบสแบนด์จะส่งมายังคาปาซิเตอร์ C1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นคาปาซิเตอร์คัปปลิ้งสัญญาณเบสแบนด์เข้าสู่ขาเบสของผ่านวงจรบัฟเฟอร์ซึ่งทำงานโดยทรานซิสเตอร์ Q1 แยกสัญญาณออกไปสองทางด้วยสวิตช์เลือกแบนด์ คือเลือกเป็นย่านความถี่ C-BAND ทางหนึ่งกับย่านความถี่ KU-BAND อีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

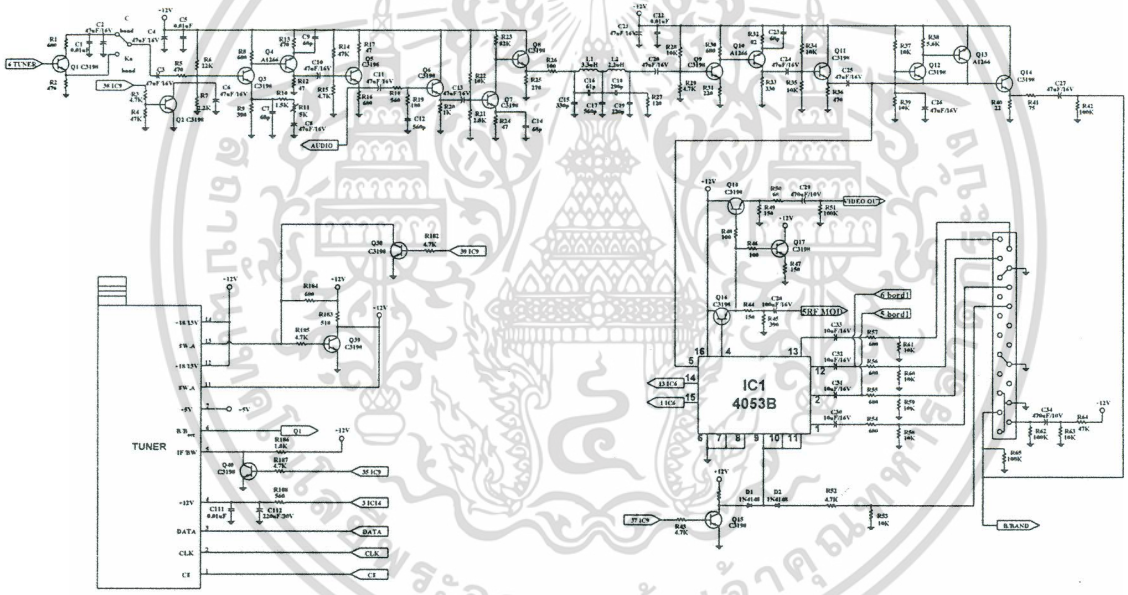
สัญญาณที่ ได้จะส่งผ่ านคาปาซิเตอร์คัปปลิ้งสัญญาณเข้าสู่วงจรขยายสัญญาณ Q3, Q4 และมีสัญญาณอีกส่วนหนึ่งที่มาจาก Q2 ซึ่งQ2 จะรับคำสั่งจาก CPU เพื่อปรับความสว่าง, มืดของภาพ โดย ถ้าสัญญาณเป็น HIGH ภาพจะมืด แต่ถ้าสัญญาณเป็น LOW ภาพจะสว่าง ถ้าเราไม่ใช้รีโมทเราก็ใช้การปรับที่ VR1 แทนก็ได้ สัญญาณเอาต์พุตของ Q3, Q4 จะส่งเข้าไปยังทรานซิสเตอร์ Q5 ซึ่งเป็นวงจรบัฟเฟอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้แรงขึ้นเพื่อส่งไปยังวงจรส่วนต่างๆ โดยจะส่งไปยังวงจรกรองแถบความถี่ผ่านของระบบเสียงกับส่งผ่านไปยังวงจรดีเอ็มฟาซิสเนื่องจากสัญญาณที่ผ่านการผสมมาในระบบเอฟเอ็ม. ทราบกันทั่วไปแล้วว่าจะมีปัญหาในด้านความถี่สูงจึงต้องมีการปรีเอ็มฟาซิส เมื่อมาถึงเครื่องรับจึงจำเป็นต้องลดระดับความแรงของสัญญาณความถี่สูงให้อยู่ในสภาวะปกติด้วยวงจรลดระดับความถี่สูงที่เรียกว่าดีเอ็มฟาซิส (De-emphasis) ด้วยการทำงานของ R19, C11 ก่อนส่งผ่านวงจรบัฟเฟอร์ Q6 ไปขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้นวงจรขยายทางภาพ Q7, Q8 ต่อไป

สัญญาณที่ส่งออกมาจากวงจรขยาย Q7, Q8 จะส่งไปยังวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเพื่อกรองเฉพาะส่วนสัญญาณภาพซึ่งมีความถี่ตั้งแต่ 5 MHz ลงมาเพื่อส่งไปตั้งระดับสัญญาณมิให้เกิดภาพโอเว่อร์หรืออันเดอร์ วงจรส่วนนี้จึงใช้ทรานซิสเตอร์ Q9, Q10 ทำการขยายสัญญาณภาพ ก่อนส่งผ่านวงจรบัฟเฟอร์ Q11 ออกไป 2 ส่วน โดยส่วนแรกไปตั้งระดับสัญญาณด้วยวงจรแคลมป์ (DC Clamp) ซึ่งมีทรานซิสเตอร์ Q12, Q13 ทำหน้าที่ตั้งระดับดีซี. ให้กับสัญญาณก่อนส่งแรงดันดังกล่าวไปเป็นไบอัสเบสให้ทรานซิสเตอร์แอดเดอร์ Q14 ส่งสัญญาณไปยัง SCART เพื่อใช้งานทาง การถอดรหัส ส่วนที่สองที่ออกจาก Q11 จะส่งเข้าสู่วงจรรวมสัญญาณ โดยจะมีสัญญาณเข้ามาที่วงจรรวมสัญญาณ 3 ส่วน ส่วนแรกจะมาจาก Q11 ซึ่งเป็นสัญญาณภาพ ส่วนที่ 2 เป็นสัญญาณการควบคุมการเลือกใช้ ตัวถอดรหัส หรือไม่ใช้ จาก CPU ถ้าสั่งเป็น HIGH จะเป็นการใช้ตัวถอดรหัส ถ้าเป็น LOW จะไม่ใช้ ตัวถอดรหัส และส่วนที่ 3 เป็นสัญญาณเสียงที่มาจากวงจร DNR จากนั้นก็ส่งสัญญาณออกไป 3 ส่วน สวนแรกสัญญาณที่มาจาก DNR แล้วใช้วงจรรวมสัญญาณ เป็นตัวผ่านออกไปเข้าวงจรแยกสัญญาณ ส่วนที่ 2 นำสัญญาณภาพและเสียงส่งออกไปที่ SCART เพื่อใช้ในการถอดรหัส และส่วนที่ 3 ส่งสัญญาณออกไปใช้งานทางจุด เอาต์พุตของวีดีโอ เป็นแจ็ค RCA PHONE หากจะนำไปใช้กับเครื่องรับโทรทัศน์ที่ไม่มีระบบเอวี. จะต้องมอดูเลตในอาร์เอฟ.มอดูเลเตอร์ (RF Modulator) แล้วจึงนำสัญญาณที่ผ่านการผสมแล้วไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 บล็อคไดอะแกรมระบบภาพ



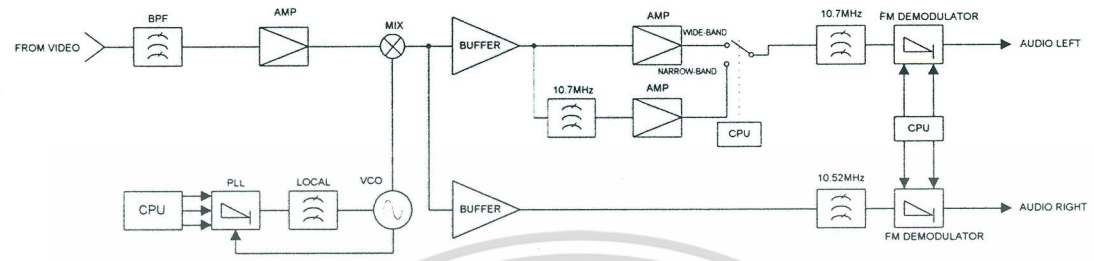
รูปที่ 3.40 วงจรรวมของระบบภาพ

3.6.3 การทำงานของระบบเสียง

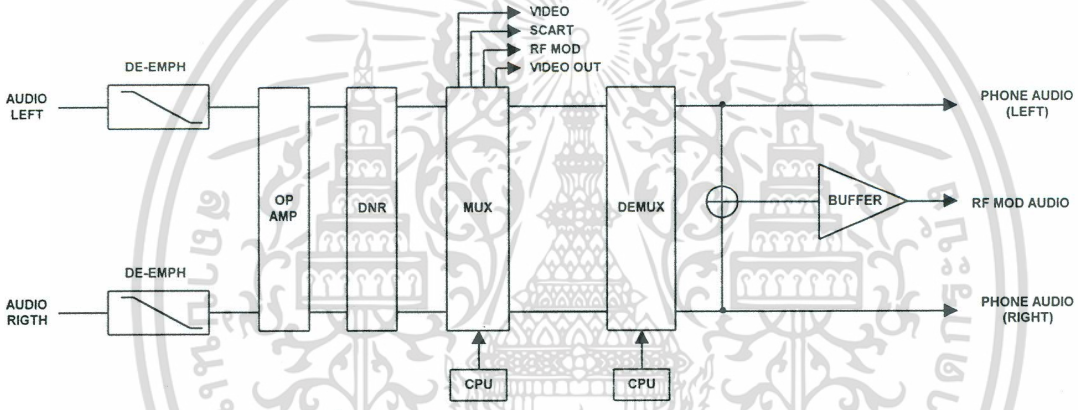
สัญญาณเสียงที่ส่งมานั้นถึงแม้วงจรจูนเนอร์จะทำการดีมอดูเลตภาพออกมาแล้ว แต่เสียงยังเป็นคลื่นเอฟเอ็ม. ต้องดีเทคเสียก่อนจึงนำไปใช้ได้ จากรายละเอียดของวงจร พบว่าเมื่อเอาสัญญาณเบสแบนด์เข้าสู่วงจรกรองแถบความถี่ผ่านในช่วงความถี่ 5-8 MHz เพื่อแยกเอาคลื่นพาหะเสียงออกมาแล้วจึงส่งไปให้ทรานซิสเตอร์ Q19 ทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงเพียงพอ ก่อนจะส่งไปบีตกับความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ส่งมาจากไอซี.เฟสล็อคลูพ เพื่อให้เกิดความถี่ไอเอฟ. ตามหลักการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของระบบซุปเปอร์เฮตเทอโรดายน์ ด้วยการเอาสัญญาณดังกล่าวบีต (Beat) กับความถี่ออสซิลเลเตอร์ซึ่งผลิตมาจาก วงจรควบคุมการผลิตความถี่ด้วยแรงดันไฟ (Voltage Control Oscillator : VCO)



รูปที่ 3.41 บล็อคไดอะแกรมระบบเสียงส่วน 1

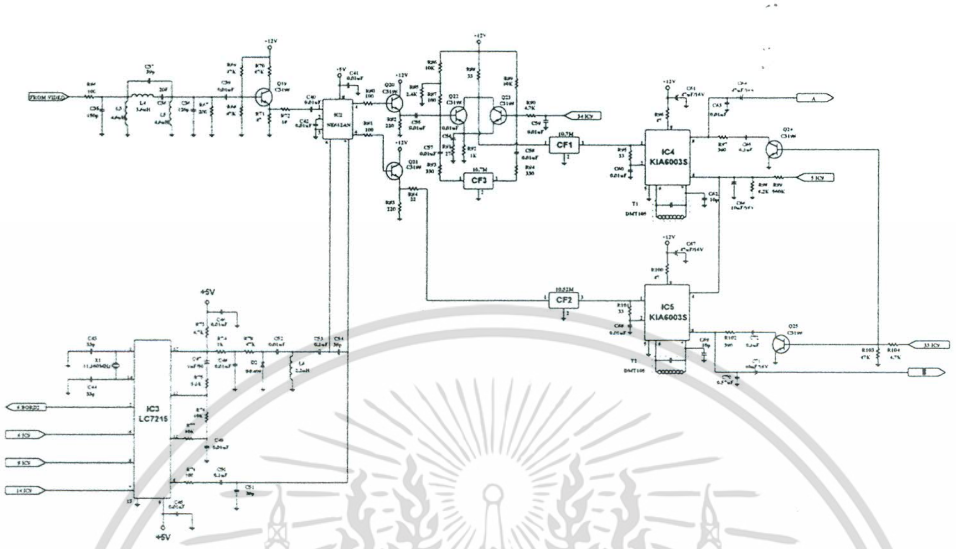


รูปที่ 3.42 บล็อคไดอะแกรมระบบเสียงส่วน 2

ไอซีเฟสล็อคลูปนี้จะควบคุมการทำงานและแก้ไขเฟสสัญญาณโดยหน่วยซิสเต็มคอนโทรล ไอซี. ตัวนี้ จะทำการผลิตความถี่ด้วยการควบคุมระบบมาจากข้อมูลอนุกรม ส่งมาจาก CPU สัญญาณส่วนหนึ่งของระบบเฟสล็อคลูปถูกนำไปบังคับการทำงานของวงจรออสซิลเลเตอร์มี C215, L204 เป็นอุปกรณ์หลักของการกำหนดความถี่ โดยมีวาริแคป D1 ทำหน้าที่เป็นหน่วยเปลี่ยนแปลงความถี่, ขยับเฟสจากการควบคุมของเฟสล็อคลูป ส่วนสัญญาณอีกส่วนจะส่งไปยังวงจรปรับโพราไรซ์เพื่อปรับเปลี่ยนการ SKEW โดยแรงดันจะเปลี่ยนแปลงไป

ความถี่ของเรโซแนนซ์ถูกส่งเข้าสู่วงจรบาลานซ์มิกเซอร์และออสซิลเลเตอร์คู่ ส่งออกไปใช้งานสำหรับ บีตกับแคร์เรียร์เสียงให้ได้เป็นความถี่ไอเอฟ. และส่งป้อนกลับในรูปแบบของวงจรป้อนกลับเชิงบวก (Positive Feed Back) เพื่อรักษาระดับความแรงสัญญาณออสซิลเลเตอร์ให้มีแอมปลิจูดคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



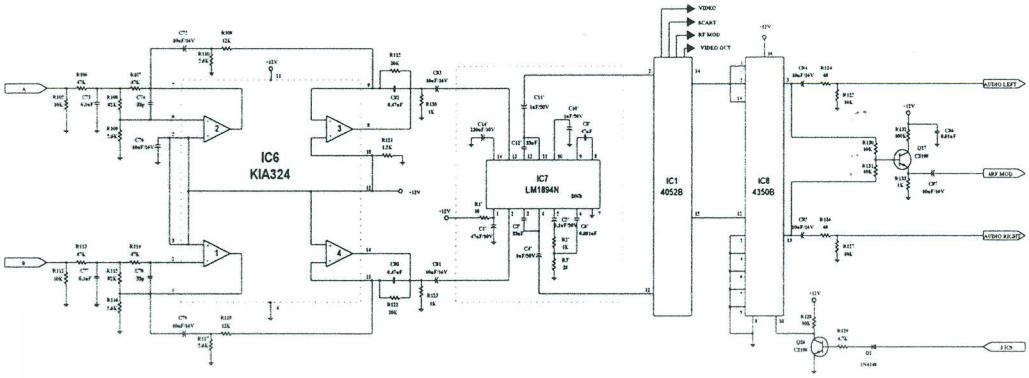
รูปที่ 3.43 วงจรรวมของระบบเสียงส่วน 1

สัญญาณอีกส่วนหนึ่งที่นำเอาไปใช้งานจะถูกส่งกลับมาสำรวจเฟสกับความถี่ในวงจรเฟสล็อคลูป ในวงจรเฟสดีเทคเตอร์ (PD) โดยการส่งกลับผ่าน R210, C214

สัญญาณเสียงที่เป็นแคร์เรียร์ ซึ่งแยกออกมาจากสัญญาณเบสแบนด์และความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ได้ จะทำการบีตสัญญาณให้เกิดเป็นความถี่ไอเอฟ ต่อไป เอาความถี่เข้าสู่เซรามิคฟิลเตอร์ F1, F2 ได้ 10.7 MHz, 10.52 MHz ตามลำดับ โดยทาง 10.7 MHz จะใช้ เซรามิคฟิลเตอร์ 2 ตัว โดยมีวงจรแอมปลิไฟร์ขยายสัญญาณช่วยและรับคำสั่งจาก CPU เพื่อปรับแบนด์วิดธ์ 150/280 kHz (150kHz สำหรับคำสั่ง HIGH 280 kHz คำสั่ง LOW) จากนั้นส่งความถี่ไอเอฟของเสียง ที่ได้ไปทำการดีมอดสัญญาณเสียงออกจากแคร์เรียร์เป็นสัญญาณปกติด้วยวงจรควอดเดรเจอร์ดีเทคเตอร์ หรือวงจร เอฟเอ็ม.ดีเทคเตอร์และสัญญาณที่ออกทางขา 4 จะเป็นการเปิดเสียง (คำสั่ง HIGH) หรือปิดเสียง (คำสั่ง LOW) ด้วยคำสั่งจาก CPU ส่วนสัญญาณที่ออกทางขา 8 จะเป็นการปรับดีเอ็มฟาซิส ถ้าเป็นสัญญาณ HIGH จะเป็น J17 ถ้าเป็นสัญญาณ LOW จะเป็น 50.75

เนื่องจากทราบแล้วว่าสัญญาณที่ผสมคลื่นในแบบเอฟเอ็ม. มีปัญหาการกระทบทางฮาร์โมนิคส์ ดังนั้นวงจรมอดูเลตหรือวงจรผสมคลื่นของเครื่องส่งจึงต้องทำการเน้นระดับความแรงของความถี่สูงมา เมื่อสัญญาณดังกล่าวส่งมาถึงเครื่องรับ เครื่องรับจะต้องทำการลดระดับความถี่สูงลงมิเช่นนั้นเสียงแหลมจะออกมาเกินปกติจนฟังแล้วไม่ให้มิติของการฟังแบบเสียงธรรมชาติ นั่นหมายความว่าพอส่งสัญญาณออกมาจากวงจรเอฟเอ็ม. ดีเทคเตอร์ (Frequency Modulator Detector) หรือวงจรเอฟเอ็ม. ดีมอดูเลเตอร์ (FM Demodulator) แล้ว ต้องส่งสัญญาณนี้เข้าสู่วงจรดีเอ็มฟาซิสเพื่อลดระดับความแรงของความถี่สูงก่อนนำไปใช้งานดังในรูปวงจรระบบเสียงส่วนที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 วงจรรวมของระบบเสียงส่วน 2

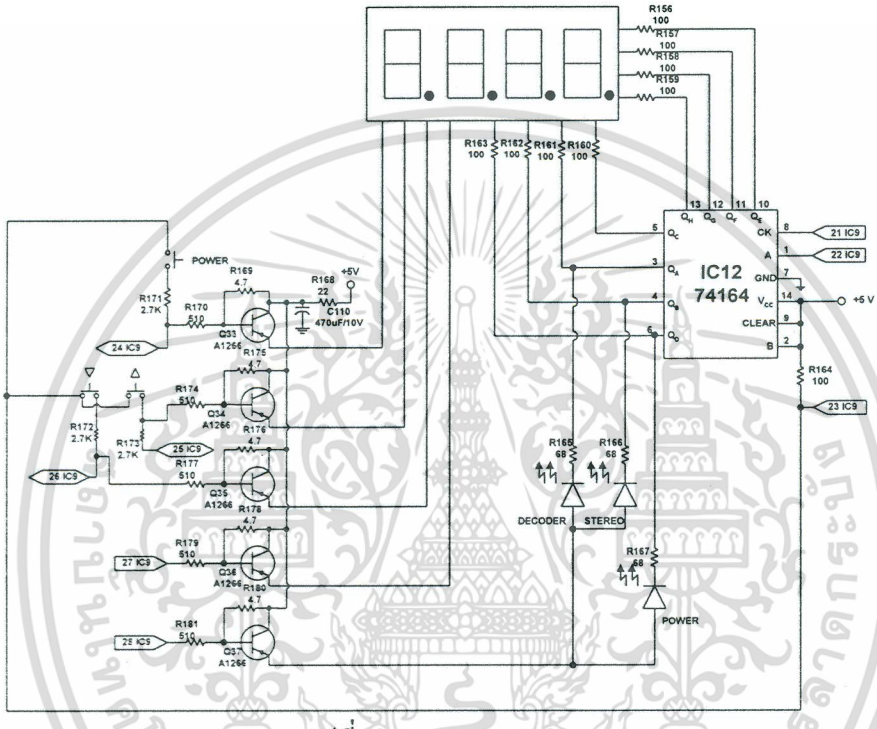
วงจรระบบเสียงในส่วนที่สองประกอบด้วย วงจรดีเอ็มฟาซิสเพื่อลดระดับความแรงของความถี่สูงก่อนนำไปใช้งาน และส่งเข้าสู่วงจรขยายความแรงสัญญาณ ก่อนส่งเข้าวงจร DNR เพื่อลดสัญญาณรบกวนลงและส่งสัญญาณมายังวงจรรวมสัญญาณ แยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำสัญญาณภาพและเสียงส่งออกไปที่ SCART เพื่อใช้ในการถอดรหัส ส่วนที่ 2 ส่งผ่านวงจร รวมสัญญาณ เข้าสู่ วงจรแยกสัญญาณ เพื่อเอาสัญญาณเสียงซึ่งอาจจะส่งมาในรูปแบบของสัญญาณแฝงต่างๆ ออกมาใช้งานเพราะพัฒนาการของระบบเสียงที่เป็นสัญญาณสองภาษา สัญญาณเสียงระบบแพนด้า และอื่นๆ อาจจะแฝงมากับสัญญาณเสียงให้สามารถดึงออกมาใช้ประโยชน์ได้โดยมีคำสั่งการเลือก โมโน (LOW) หรือ สเตอริโอ (HIGH) จาก CPU ส่วนเสียงที่จะส่งออกไปยังวงจรอาร์เอฟ. มอดูเลเตอร์นั้นต้องมีการนำเอาสัญญาณจากแชนแนลซ้ายขวามาทำการผสมสัญญาณให้เป็นสัญญาณเสียงในระบบโมโนเสียก่อนโดยส่งเข้าสู่ตัวผสมสัญญาณ RF ถ้าเป็นสเตอริโอก็ส่งออกทาง AUDIO OUT ซึ่งเป็นแจ็ค RCA 2 อัน

3.6.4 ภาคแสดงผล

เมื่อ CPU ต้องการแสดงผลจะส่งสัญญาณออกมาที่ INPUT IC 74164 ซึ่งเป็นไอซีชิฟท์รีจิสเตอร์ชนิดข้อมูลอินพุตแบบอนุกรมให้ข้อมูลเอาต์พุตขนาน 8 บิตเลื่อนข้อมูลได้ทางขวาแต่เพียงอย่างเดียว ในการทำงานปกติ ขาที่ใช้เป็นขาอินพุทของข้อมูลซึ่งมี 2 ขาจะต้องให้ขาหนึ่งอยู่ที่ลอจิก “1” แล้วนำข้อมูลเข้าอีกขาหนึ่งที่เหลือ ขาเคลียร์จะต้องอยู่ลอจิก “1” สัญญาณนาฬิกาที่เปลี่ยนจากลอจิก “0” ไปเป็น “1” จะทำการเลื่อนข้อมูล การเลื่อนข้อมูลจะเลื่อนจาก A ไปยัง B จาก B ไปยัง C แล้วเลื่อนต่อไปเรื่อยๆ จนหมด ถ้าต้องการเคลียร์ก็ทำได้โดยการให้ขาเคลียร์เป็น “0” เอาต์พุตทุกตัวจะเป็น “0” หมด แล้วส่งข้อมูลออกไปทาง OUTPUT ไปยัง 4-DIGIT โดยมีทรานซิสเตอร์ 4 ตัวเป็นตัวสแกนรับข้อมูลจาก CPU เพื่อไปควบคุม 4-DIGIT เมื่อมีการแอกตีฟที่ทรานซิสเตอร์ตัวไหน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIGIT ที่ถูกทรานซิสเตอร์ตัวนั้นควบคุมอยู่ก็จะติด จะมีทรานซิสเตอร์ 3 ตัวที่ใช้พอร์ต CPU ร่วมกันกับ SW.PWR, SW.UP, SW.DOWN (SW. เหล่านี้ติดตั้งอยู่หน้ากล่อง) โดยเมื่อทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เสร็จตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น CPU จะเช็คว่ามีการกดปุ่มไหนของ SW. เหล่านั้นหรือเปล่า ถ้ามีก็ไปทำงานตามคำสั่งของปุ่มนั้น เช่น กด SW.UP, SW.DOWN CPU ก็จะส่งสัญญาณข้อมูลไปยัง TUNER เพื่อปรับเปลี่ยนความถี่ไปตามช่องรายการนั้นๆ



รูปที่ 3.45 ภาคแสดงผล

3.6.5 ภาคระบบการทำงาน

หากพิจารณาวงจรในส่วนการควบคุมระบบการทำงานใช้ไอซี.9 เบอร์ 8051 โดยการทำงานหลักไอซี.เบอร์นี้ต้องประกอบด้วยหลักระบบหลักๆ ดังนี้คือ

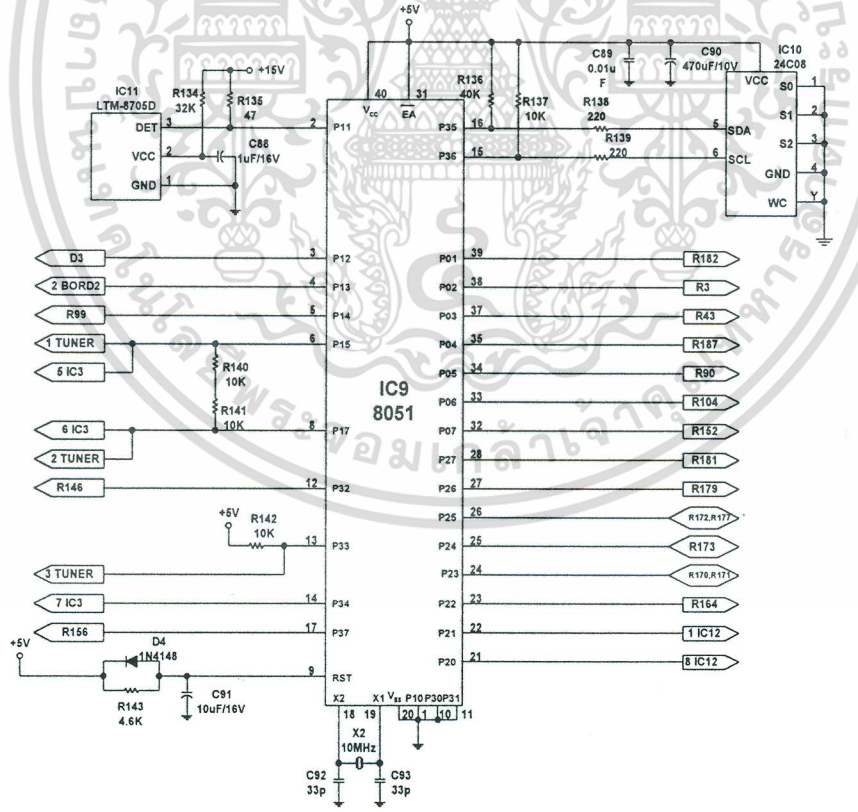
1. ต้องมีไฟจากหน่วยเรกูเลเตอร์ 5 โวลท์จ่ายให้ขาที่ 40 ซึ่งเป็นขา VCC
2. ต้องมีการจ่ายไฟรีเซตเข้าที่ขารีเซต-ขา 9 เป็นคำสั่งรีเซตไฮ เมื่อวงจรจ่ายไฟไปแล้วขานี้จะเป็นโลว์ตลอด
3. หน่วยออสซิลเลเตอร์ 10.00 MHz ต้องสามารถผลิตความถี่ฐานเวลาให้ไอซี.คอนโทรลเลอร์ โดยสามารถสำรวจจากคริสตอลที่ขา 18-19 ของไอซี.

นอกจากนี้ยังต้องมีไอซี.ประกอบอื่นอีก เช่น IC 10 เป็นไอซีหน่วยความจำ เพื่อจำข้อมูลที่มิได้เป็นข้อมูลที่สามารถโปรแกรมมาจากโรงงาน ซึ่งความจำดังกล่าวเป็นหน้าที่ของเจ้าของเครื่องในการบันทึกโปรแกรมว่าจะโปรแกรมสถานี ช่องใดลงในโปรแกรมไหน ส่วน IC 11 คือไอซี. ที่รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณมาจากรีโมทคอนโทรล เพื่อส่งข้อมูลคำสั่งไป ยังขารับสัญญาณอินฟราเรดขาที่ 13 ของไอซี.601

ข้อมูลเพื่อบังคับไอซี.เฟสล็อคลูปได้แก่ข้อมูลที่เรียกว่า ข้อมูลอนุกรม-ส่งออกทางขา 14 ส่วนความถี่ควบคุมที่เรียกว่าซีเรี่ยลคล็อกส่งออกทางขา 8, คำสั่งควบคุมการจ่ายไฟ-เพาเวอร์ออนออฟส่งออกทางขา 12, คำสั่งควบคุมการเลือก MONO/STERIO ส่งออกทางขา 3, คำสั่งควบคุมการปรับ SKEW ส่งออกทางขา 4, คำสั่งควบคุมการปิด-เปิดเสียง ส่งออกทางขา 5, คำสั่งควบคุมการปรับ AUDIO ส่งออกทางขา 6, คำสั่งควบคุมการเลือกการใช้ LNB แบบ 22KHz ใช้ Pulse หรือไม่ใช้ ส่งออกทางขา 17, คำสั่งควบคุมการเลือก 13V/18V ส่งออกทางขา 32, คำสั่งควบคุมการเลือกดีเอ็มฟาซิส ส่งออกทางขา 33, คำสั่งควบคุมการเลือก BW. Narrow/Wide ส่งออกทางขา 34, คำสั่งควบคุมการเลือก IF/BW ส่งออกทางขา 35, คำสั่งควบคุมการเลือกการทำงานของตัวถอดรหัส ส่งออกทางขา 37, คำสั่งควบคุมการเลือกความสว่าง ส่งออกทางขา 38, คำสั่งควบคุมการเลือก LNB A/B ส่งออกทางขา 39



รูปที่ 3.46 CPU ที่ใช้ควบคุมระบบการทำงานของเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดสอบและวัดสัญญาณ

4.1 การคำนวณหามุมการรับแบบรับดาวเทียมดวงเดียว (FIXED)

4.1.1 การหามุมเงย (ELEVATION ANGLE) : α

$$\text{Tan}\,\alpha = (\cos\lambda\cos\phi\text{-K})/\sqrt{1-\cos^2\lambda\cos^2\phi}$$

K : เป็นอัตราส่วนระหว่างรัศมีของโลกกับรัศมีวงโคจรของดวงอาทิตย์

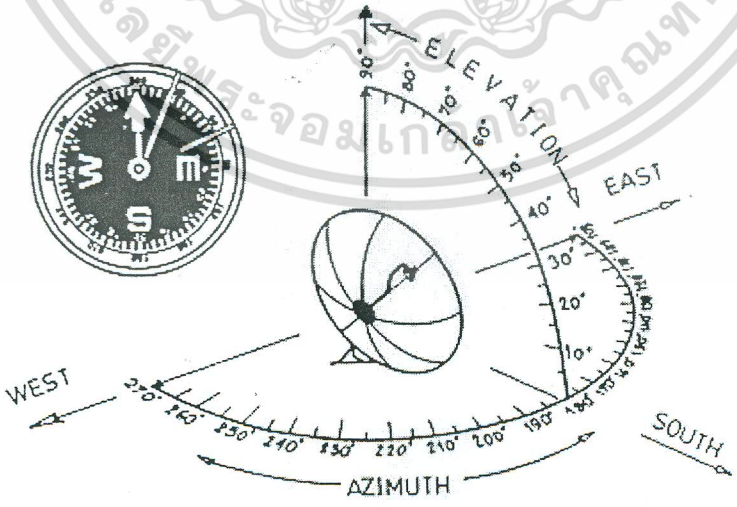
$K = (6.370\text{x}10^3)/(35.860\text{x}10^3)$ ม. = 0.15084 (สำหรับประเทศไทย)

λ : เป็นความแตกต่างของเส้นแวง (LONGTITUDE) ระหว่างจุดที่ตั้งจานสายอากาศและดาวเทียม

ϕ : เป็นค่าเส้นรุ่ง (LATITUDE) ของตำแหน่งที่ตั้งจานสายอากาศ

4.1.2 การหามุมส่าย (AZIMUTH ANGLE) : θ

$$\text{Tan Az} = \text{Tan}\lambda/\text{Sin}\phi \text{ (เทียบกับทิศใต้เป็นหลัก)}$$



รูปที่ 4.1 การดูทิศและดูมุมเงยมุมส่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง: ต้องการรับสัญญาณดาวเทียมที่ กรุงเทพฯ ซึ่งอยู่ตำแหน่งเส้นรุ้ง (LATITUDE) มุม 13.4 °N เส้นแวง (LONGTITUDE) 100.37 °E ดาวเทียม Asiasat 1 อยู่ที่ตำแหน่ง 100.5° E จะต้องตั้งจานสายอากาศมีมุมเงย (ELEVATION ANGLE) และมุมส่าย (AZIMUTH) เท่าไร

วิธีทำ: จาก ϕ = เส้นรุ้ง (LATITUDE) = 13.4°N

λ = เส้นแวง (LONGTITUDE) = 100.37°E

= 105.5° - 100.37° = 5.13 องศา

มุมเงย α = $[(\text{Cos } 5.13^{\circ})(\text{Cos}13.4^{\circ}) - 0.15084^{\circ}]/\sqrt{(1-(\cos^2 5.13^{o}).(\cos^2 13.4^{o}))}$

= 0.818/0.247

= **3.30476 องศา**

α = Tan^{-1} 3.30476 = 73.1645 องศา ---***

เทียบมุมเงย 90 องศา = 90° - 73.1645°

ตอบ มุมเงย 90°EL = **16.83 องศา** ---***

มุมส่าย θ : Tan Az = Tan 5.13°/Sin 13.4°

= 0.0897/0.2317

= **0.38738 องศา** ---***

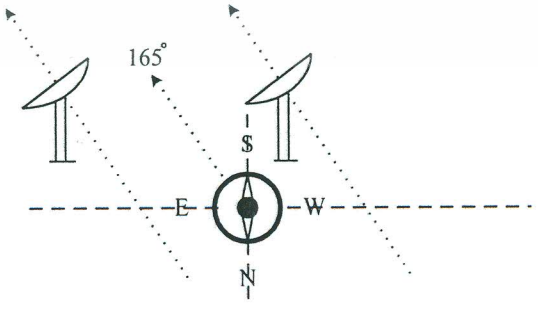
- มุมส่าย Az = Tan^{-1} 0.38738 = 21.175 องศา

เทียบ 180° กับทิศใต้ = 180° - 21.175°

= 158.824 องศา ---***

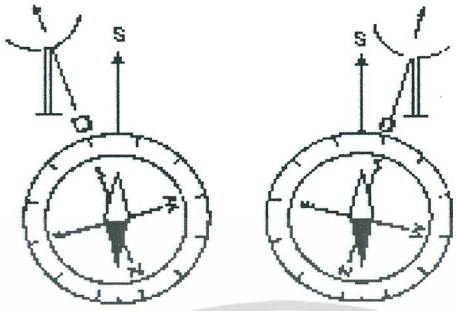
ตอบ : มุมเงย ใช้ที่ตั้งมุมเงยติดที่ก้นจานให้หน้าจานแหงนขึ้นที่มุม 17 องศา

มุมส่าย ใช้เข็มทิศส่องที่คอจานเป็นหลัก หันหน้าจานไปทิศใต้ที่มุม 159 องศา



รูปที่ 4.2 เข็มทิศและทิศทางจาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การใช้เข็มทิศหาตำแหน่งมุมส่ายของจาน

ประเทศไทยอยู่สูงกว่าเส้นศูนย์สูตร จึงหันจานไปทางทิศใต้ โดยใช้เข็มทิศเทียบทิศใต้เป็นหลัก แล้วหันจานไปมุมที่คำนวณได้ เช่นคำนวณมุมส่ายได้ 165° E ก็ให้เข็มทิศอยู่ในแนวเหนือใต้ แล้วมองดูมุมที่ต้องการ โดยให้จานขนานกับมุมที่ถูกต้อง หรือ เอามุมส่ายไปลบออกจากมุม 180 องศาจะได้ 15 องศา เอาค่าที่ได้ไปบวกกับ 180 องศา จะได้มุม 195 องศา แล้วให้เข็มทิศชี้ไปที่มุม 195 องศา จากนั้นมองไปช่องมองขั้วใต้ของเข็มทิศ โดยยึดคอจานเป็นหลักให้จานหันตรงกับช่องมองของเข็มทิศ จะได้จานหันไปที่มุมส่าย 165 องศาตามที่ต้องการ

4.2 <u>การทดสอบและวัดสัญญาณ</u>

เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมย่าน C Band & KU Band ซึ่งเป็นโครงงานที่สร้างขึ้นมานั้น จะทำการทดสอบวัดสัญญาณตามจุดต่างๆ ของวงจร ดังแสดงในรูปที่ จะใช้เครื่องมือวัด คือ ออสซิลโลสโคป ตามจุดต่างๆ ที่วัดนั้นได้ผ่านกระบวนการ Down Converter ของ LNB มาแล้ว และส่งผ่านส่วนของวงจรในชุดกล่องจูนเนอร์ (Tuner) ซึ่งเอาต์พุตที่ได้จาก Tuner จะเป็นสัญญาณที่ผ่านการ Detect มาแล้ว เป็นสัญญาณรวมของภาพและเสียง ซึ่งเรียกว่าสัญญาณเบสแบนด์ สัญญาณที่วัดได้แสดงดังรูปที่ 4.4 - 4.8

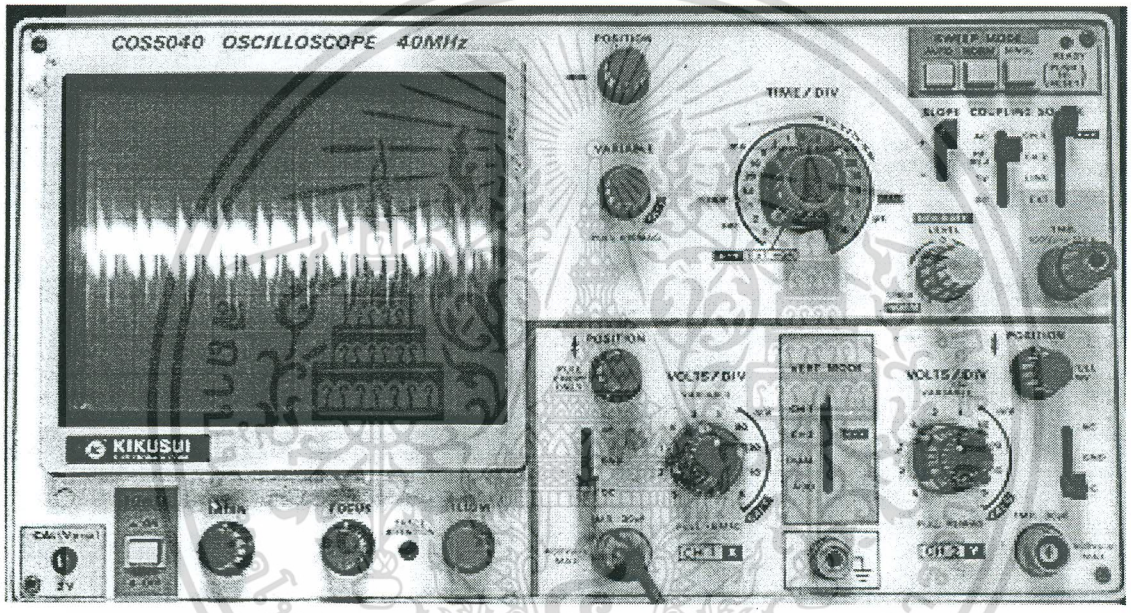
การทดสอบเครื่องรับโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมตามโครงงานนี้ โดยต่อกับสายอากาศย่าน C-Band แบบ Fixed ทดสอบการรับสัญญาณของเครื่องรับโดยการรับสัญญาณดาวเทียม Asiasat 1 ที่ตำแหน่ง 100.5^0 E, THAICOM 3 ที่ตำแหน่ง 78.5^0 E และ PARAPA ที่ตำแหน่ง 113^0 E สามารถรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณโทรทัศน์ได้หลายช่อง ในรายงานฉบับนี้ได้นำรูปตัวอย่างรายการที่รับได้มาแสดงให้เห็นเพียงบางตัวอย่างเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.9 - 4.12

4.3 จุดทดสอบสัญญาณที่ 1

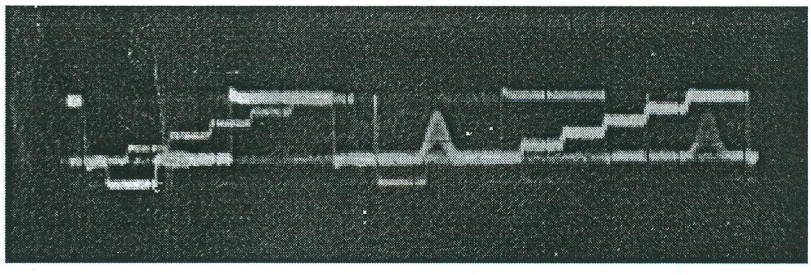
วัดสัญญาณเบสแบนด์ก่อนผ่าน 1 จุดนี้เป็นจุดอินพุตของสัญญาณเบสแบนด์ที่ส่งมาจากชุดจูนเนอร์ ซึ่งจะมีทั้งสัญญาณภาพ และสัญญาณเสียง เพื่อที่จะส่งไปยังจุดต่างๆ ของวงจรในส่วนของภาค Video และ Audio ผลที่ได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 สัญญาณทดสอบที่จุดเบสแบนด์ เมื่อเครื่องรับรับช่องสัญญาณรายการ THAICOM

4.4 จุดทดสอบสัญญาณที่ 2

วัดสัญญาณที่จุด Video Out ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่จะนำสัญญาณภาพไปต่อกับเครื่องรับโทรทัศน์ได้ (ระบบ AV)

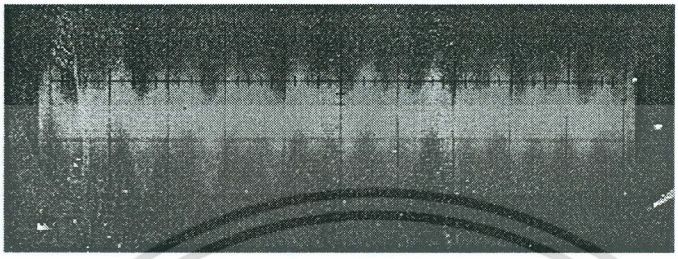


รูปที่ 4.5 สัญญาณที่วัดได้จาก Video Out

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 จุดทดสอบสัญญาณที่ 3

วัดสัญญาณที่จุด Audio Left Out ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่จะนำสัญญาณเสียงซีกซ้ายไปต่อกับเครื่องรับโทรทัศน์ได้ (ระบบ AV) เนื่องจากรายการนี้ยังไม่ได้ส่งสัญญาณเสียงมารูปสัญญาณจึงนิ่ง



รูปที่ 4.6 สัญญาณที่วัดได้จาก Audio Left Out

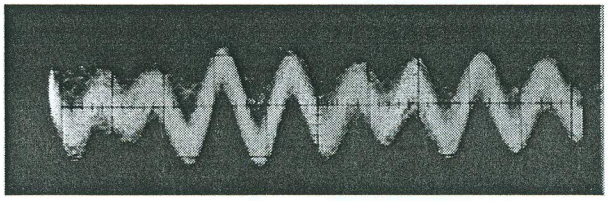
4.6 จุดทดสอบสัญญาณที่ 4

วัดสัญญาณที่จุด Audio Right Out ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่จะนำสัญญาณเสียงซีกขวาไปต่อกับเครื่องรับโทรทัศน์ได้ (ระบบ AV) เนื่องจากรายการนี้ยังไม่ได้ส่งสัญญาณเสียงมารูปสัญญาณจึงนิ่ง

รูปที่ 4.7 สัญญาณที่วัดได้จาก Audio Right Out

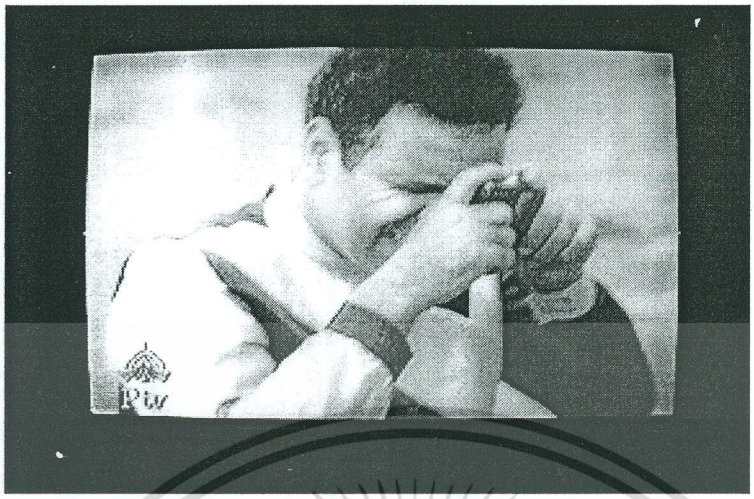
4.7 จุดทดสอบสัญญาณที่ 5

วัดสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมาเพื่อปรับโพราไรซ์ให้ภาพดูชัดเจนยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.8 สัญญาณที่วัดได้จากจุดเอาต์พุตพัลส์เพื่อปรับโพราไรซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

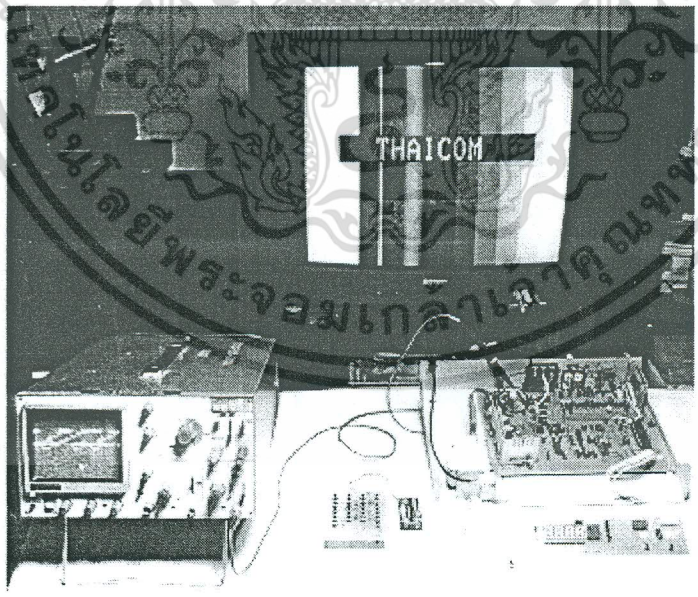


รูปที่ 4.9 รายการ PTV ที่สามารถรับได้จากดาวเทียม PALAPA

รูปที่ 4.10 รายการ ZEETV ที่สามารถรับได้จากดาวเทียม ASIASAT

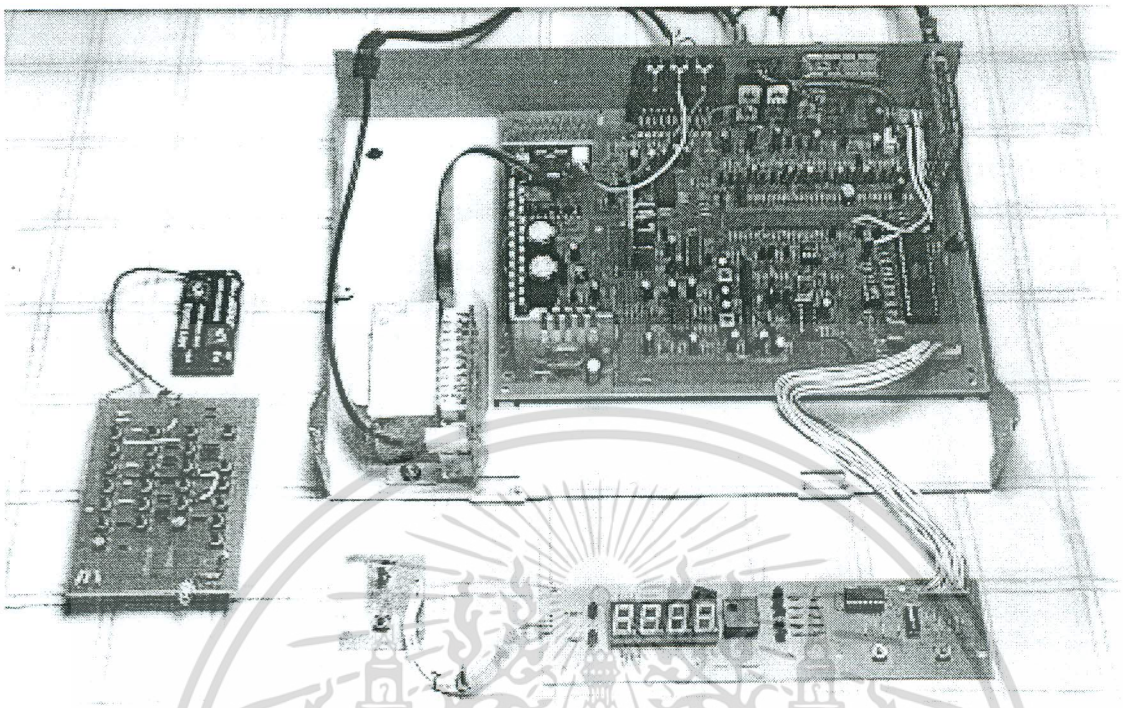
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 รายการ THAICOM ที่สามารถรับได้มีสโนว์จากดาวเทียมTHAICOM

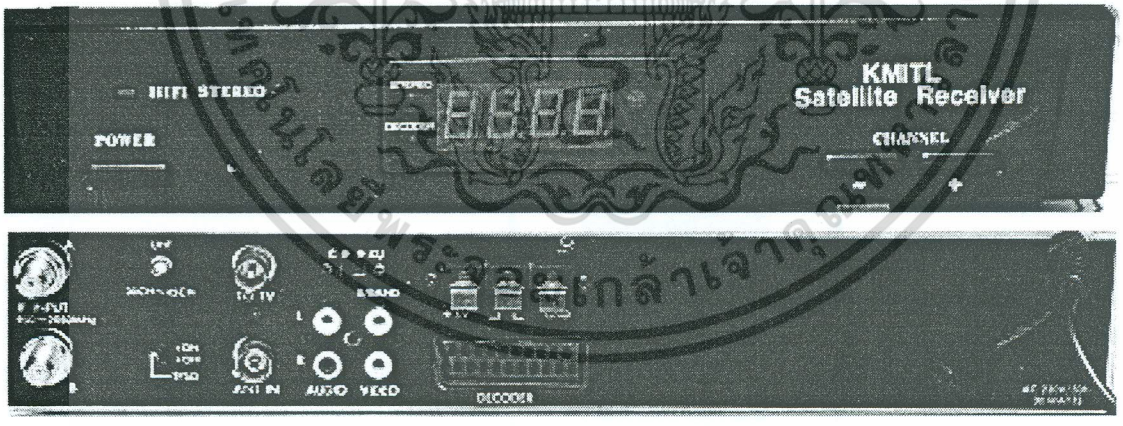


รูปที่ 4.12 รายการ THAICOM ที่สามารถรับได้และปรับโพราไรซ์แล้วจากดาวเทียม THAICOM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

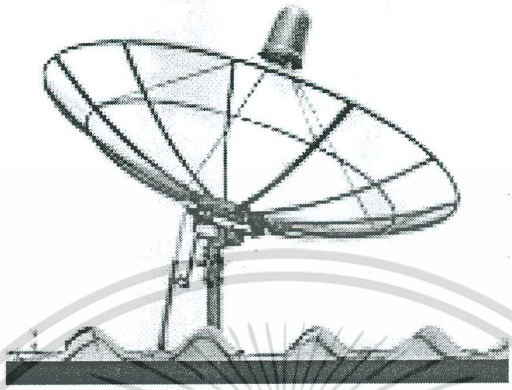


รูปที่ 4.13 การจัดวางอุปกรณ์ภายในส่วนเครื่องรับ



รูปที่ 4.14 ด้านหน้าและด้านหลังของเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



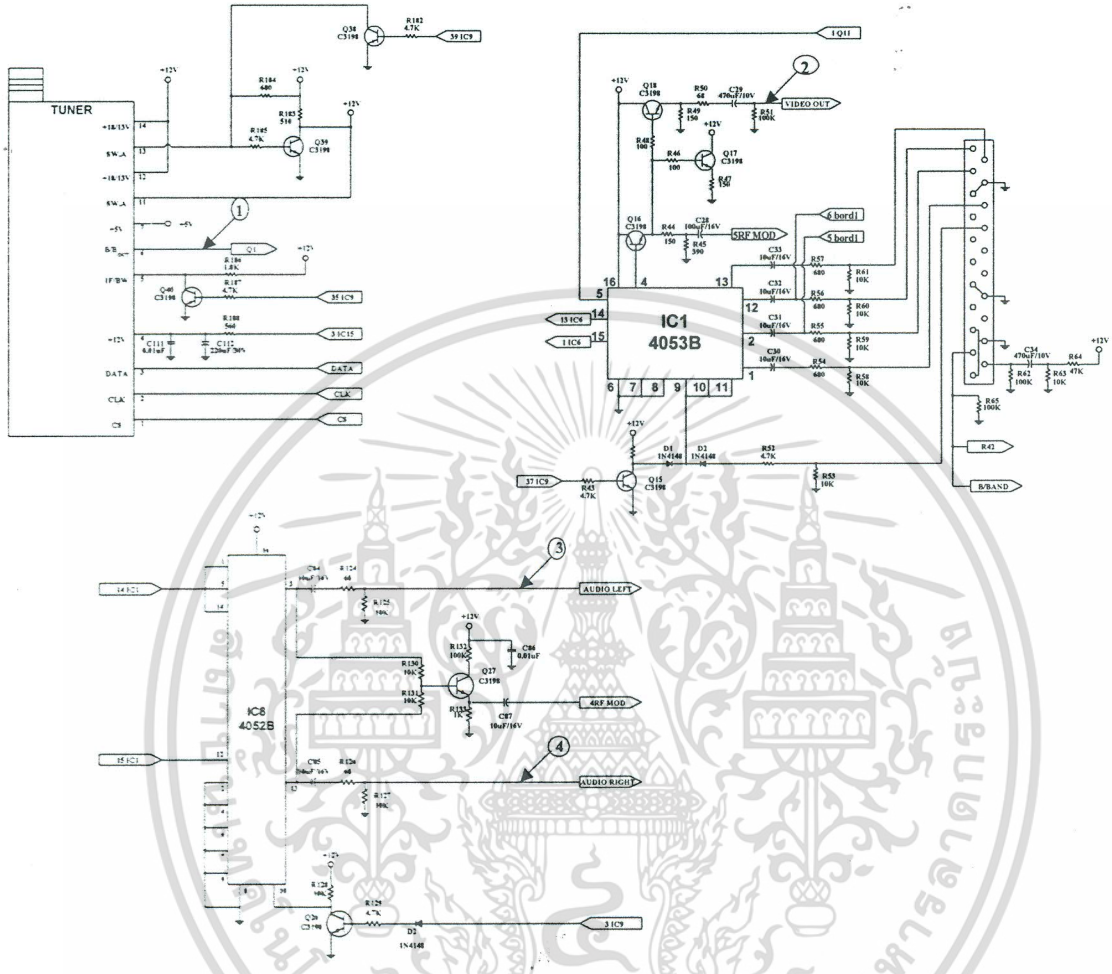
รูปที่ 4.15 จานที่ใช้รับสัญญาณขนาด 8 ฟุต

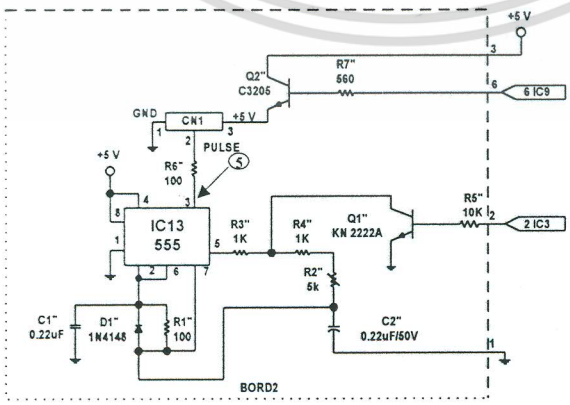
4.8 <u>วิธีทดสอบเครื่องรับ</u>

1. ติดตั้งตัวรับสัญญาณ ประกอบ LNB และ FEEDHORN เข้าด้วยกันแล้วนำไปติดตั้งในตำแหน่งจุดรวมสัญญาณที่กลางจาน โดยให้ตัว LNB เอียงกับหน้าจานประมาณ 11 นาฬิกา
2. ตั้งมุมเงย แหงนจานขึ้นใช้ที่วัดมุมเงยวัดที่คอจานให้ได้มุมเงยตรงกับดาวเทียมที่ ต้องการรับ
3. ตั้งมุมส่าย หันจานไปทางทิศใต้เป็นหลัก ใช้เข็มทิศส่องที่คอจานให้ได้มุมส่ายตามที่ต้องการ
4. ต่อสายอากาศจากจานรับสัญญาณที่จุดต่อ LNB
5. จูนช่องสัญญาณที่สวิทช์ Video (up-down) เพื่อเลือกรับช่องสัญญาณที่ชัดเจนที่สุด หากยังไม่มีภาพให้ทำการส่ายจานไปมาอย่างช้าๆ จนเกิดภาพ
6. ทำการเก็บข้อมูลสัญญาณภาพที่รับได้ชัดเจน โดยกดปุ่ม memo
7. จูนช่องสัญญาณเสียงที่สวิทช์ Audio (up-down) ให้ตรงกับช่องสัญญาณภาพให้ได้เสียงที่ชัดเจนที่สุด
8. ทำการเก็บข้อมูลสัญญาณเสียงที่รับได้ชัดเจน โดยการกดปุ่ม memo
9. ตั้งช่องสัญญาณ up-down เพื่อให้แสดงว่าช่องสัญญาณภาพและเสียงที่บันทึกไว้อยู่ที่ช่องไหนของ Display
10. ใช้รีโมทคอนโทรลประกอบในการเลือกรับช่องสัญญาณ โดยจะแสดงที่ตัวรีโมทว่าตำแหน่งใดปุ่มใดเป็นของช่องสัญญาณใด
11. ถ้าจะยกเลิกการเก็บข้อมูลของช่องสัญญาณให้กดปุ่ม Clear

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดทดสอบสัญญาณ





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

บทสรุป

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาระบบ TVRO ในส่วนของเครื่องรับ (Receiver) จุดมุ่งหมายก็เพื่อจะศึกษาในหลักการ และการทำงานของเครื่องรับ ซึ่งจะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ ในช่วง 950-2050 MHz ซึ่งเครื่องรับสามารถรับสัญญาณได้ 2 ย่านความถี่ (C band และ KU band) สัญญาณที่ออกจากจูนเนอร์จะผ่านวงจรขยายสัญญาณภาพ ซึ่งส่วนใหญ่ในการออกแบบจะนิยมใช้ไอซีสำเร็จรูป หรือวงจรขยายทรานซิสเตอร์ก็ได้ อีกส่วนหนึ่งจะนำสัญญาณเสียงไปผ่านวงจรสังเคราะห์ความถี่ด้วยเฟสล็อคลูปเพื่อทำการดีเทคเสียงออกมา ส่วนภาคควบคุมอัตโนมัติจะใช้รีโมทคอนโทรลทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อนำไปใช้ควบคุมช่องสัญญาณที่ต้องการ

ปัญหา

จากการสร้างชุดเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมย่าน C Band และ KU Band มีปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทดลอง พอจะสรุปได้ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจร เช่นจูนเนอร์, IC รีโมทคอนโทรลเบอร์ HT6222, IC สังเคราะห์ความถี่ด้วยเฟสล็อคลูปเบอร์ LC7215 หาได้ยาก

2. จานสายอากาศที่ใช้ทดลองและเครื่องมือวัดสเปคตรัมหาได้ยาก จึงได้ใช้ออสซิลโลสโคปในการวัดสัญญาณแทน ซึ่งทำให้ไม่ทราบว่าสัญญาณที่วัดได้นั้นตรงตามความเป็นจริงหรือไม่

แนวทางพัฒนาต่อไป

ในโครงการวิจัยนี้ สามารถจะขยายขีดความสามารถเพื่อพัฒนาต่อไปได้อีกหลายด้าน เช่น

1. ออกแบบวงจรให้สามารถแสดงผลการทำงานหน้าจอโทรทัศน์ได้

2. พัฒนาวงจรเครื่องรับโดยการใช้ ระบบ Tracking เข้าร่วมเพื่อการหาตำแหน่งของช่องสัญญาณที่แน่นอนและรวดเร็ว

3. เขียนโปรแกรมควบคุมให้สามารถใช้กับจานที่สามารถเคลื่อนที่ (MOVE) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. มาร์ก ลอง และ เจฟฟรี คีทติ้ง, โลกของการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม, แปลโดย รังสรรค์ วังศ์สรรค์, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์นิตยสารซีคิว, 2536
2. สมพร ธีระโรจนพงษ์ และ สมนึก ธัญญาวินิชกุล, เทคโนโลยีการสื่อสาร เทคนิคการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม, พิมพ์ครั้งที่ 5, 2537
3. มนต์ชัย กุลกวีชุณห์, เทคนิคการทำงานและการตรวจซ่อมเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม, อิเล็กทรอนิกส์แฮนด์บุ๊ค, ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, หน้าที่ 18-29, มกราคม-กุมภาพันธ์ 2537
4. ร.ต.อ. สุชาติ กังวารจิตต์, หลักการทำงานเครื่องรับส่งวิทยุและระบบสื่อสาร, สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2532
5. ไกรวุฒิ โรจน์ประเสริฐสุด, เข้าใจ/สร้าง/เล่น ไมโครโปรเซสเซอร์ 2, สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2539
6. สุนทร วิทูสุรพจน์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051, สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2537
7. สมคิด วิริยประสิทธิชัย, อรรถพล มณีโชติ และ ธนารัตน์ ภมรรัชตพงษ์, ความรู้เบื้องต้นทางอิเล็กทรอนิกส์
8. รีโมต เครื่องควบคุมไร้สาย, สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2538
9. ออปแอมป์, หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์
10. ยืน ภู่วรวรรณ, เทคนิคการประยุกต์และใช้งานไอซีทีทีแอล, สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2528
11. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, วงจรพัลส์และสวิตชิ่ง, สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2539
12. บุญชัด เนติศักดิ์, ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM/FM, สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2540
13. เจน สงสมพันธุ์, เทคนิคการซ่อมเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมรุ่น DS1500H/SAT100, อิเล็กทรอนิกส์แฮนด์บุ๊ก, ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, หน้าที่ 30-40, มกราคม-กุมภาพันธ์ 2537
14. เจน สงสมพันธุ์, สร้างเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมใช้เองกันดีกว่า, อิเล็กทรอนิกส์แฮนด์บุ๊ก, ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, หน้าที่ 52-60, มกราคม-กุมภาพันธ์ 2537
15. นิวัฒน์ บัญญัติเจริญ, 15 นาทีกับการออกแบบวงจรกรองความถี่ ตอน 1 ทบทวนความทรงจำวงจรกรองความถี่, เซมิคอนดัคเตอร์, ฉบับที่ 178, หน้า 225-229, ธันวาคม 2540

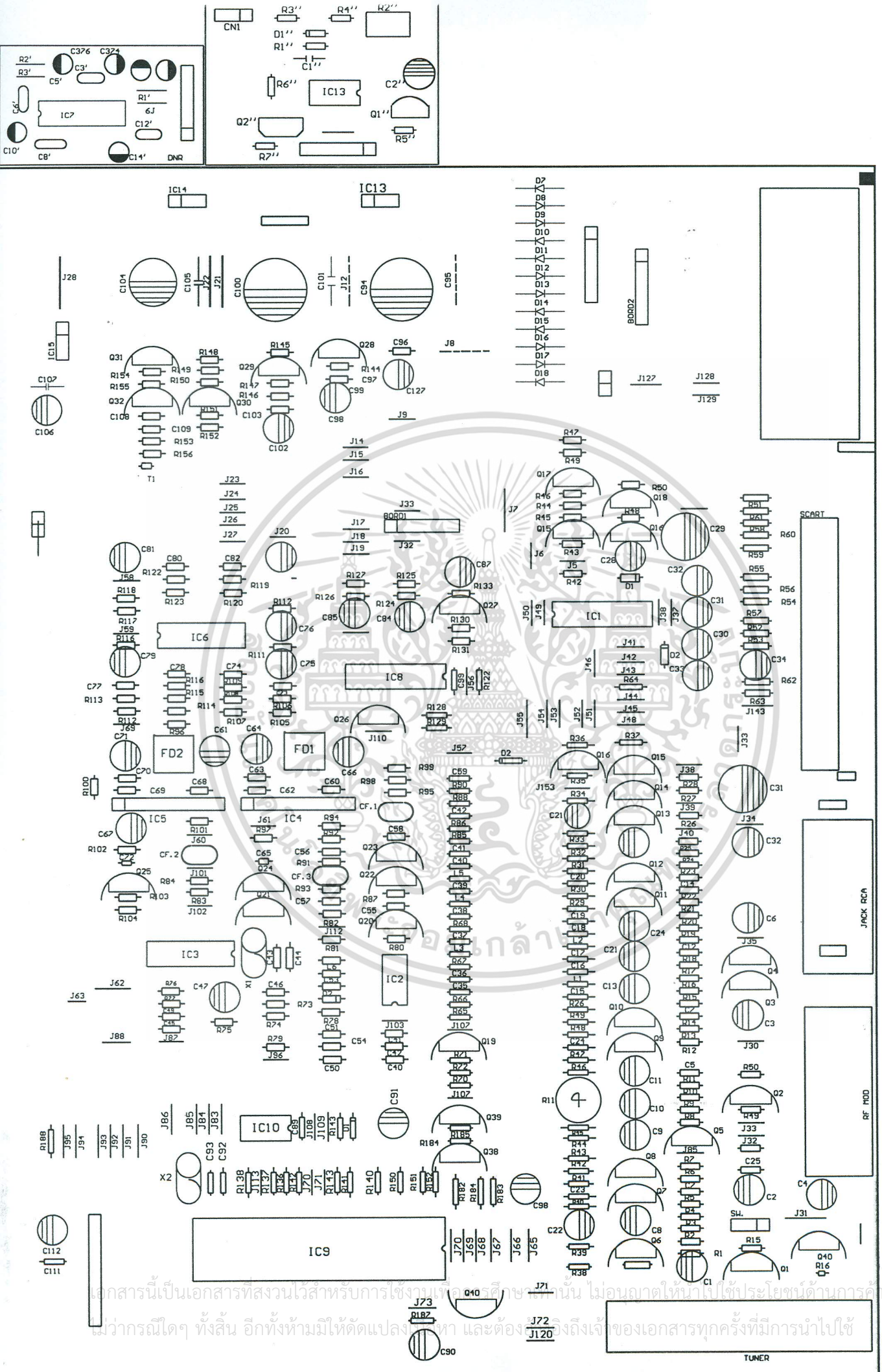
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. นิวัฒน์ บัญญัติเจริญ, 15 นาทีกับการออกแบบวงจรกรองความถี่ ตอน 2 การออกแบบวงจรกรองความถี่แบบบัตเตอร์เวิร์ธ, เซมิคอนดัคเตอร์, ฉบับที่ 179, หน้า 213-218, มกราคม 2540
17. นิวัฒน์ บัญญัติเจริญ, 15 นาทีกับการออกแบบวงจรกรองความถี่ ตอนจบ วงจรกรองแถบความถี่ผ่านและวงจรกรองตัดแถบความถี่ผ่าน, เซมิคอนดัคเตอร์, ฉบับที่ 183, หน้า 217-222, พฤษภาคม 2541
18. เศกสิทธิ์ คำชมภู, อุปกรณ์น่าใช้ไอซีน่าสน NE612AN บาลานซ์มิกเซอร์ และออสซิลเลเตอร์คู่, เซมิคอนดัคเตอร์, ฉบับที่ 148, หน้า 107-113, พฤษภาคม 2538

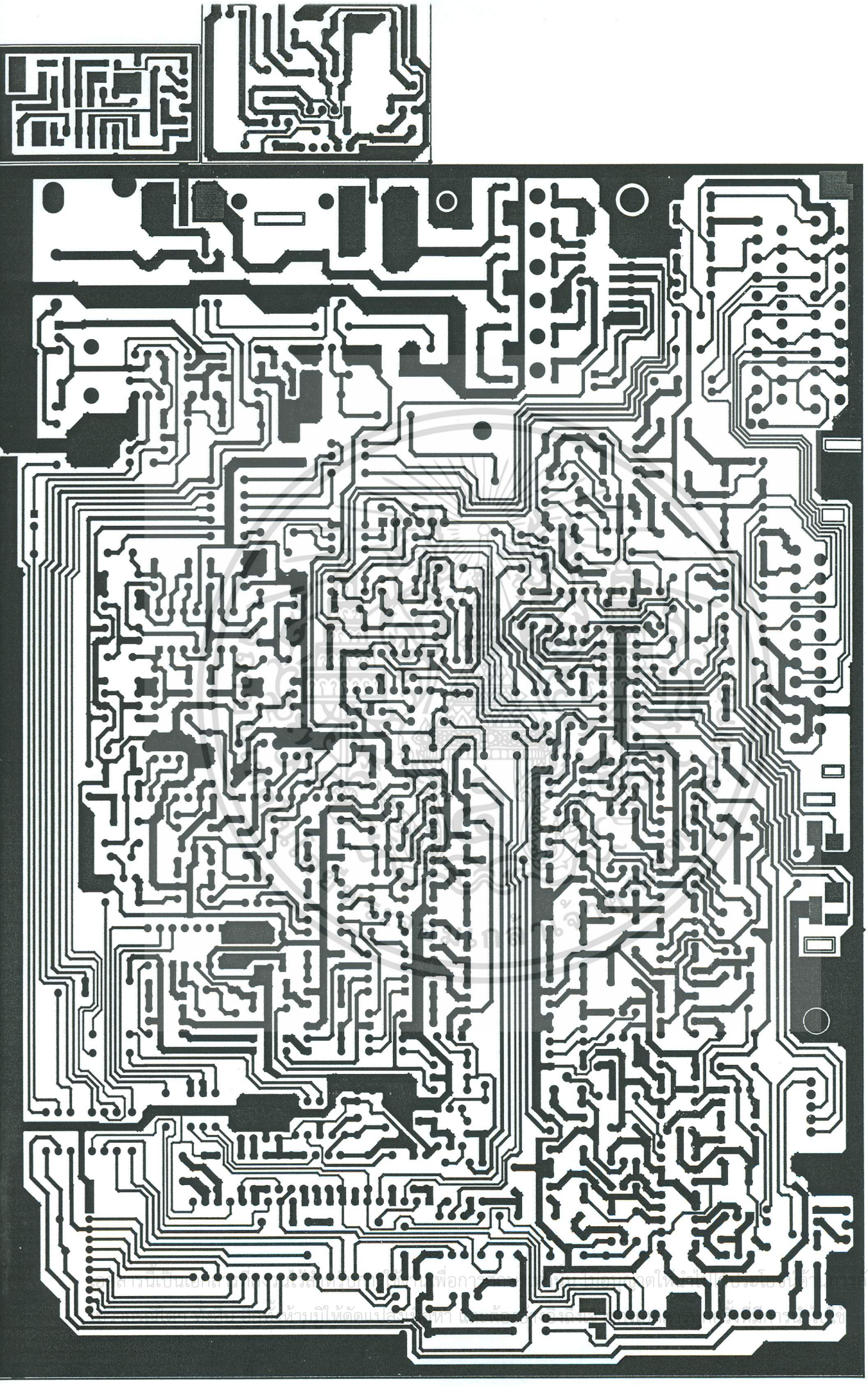
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

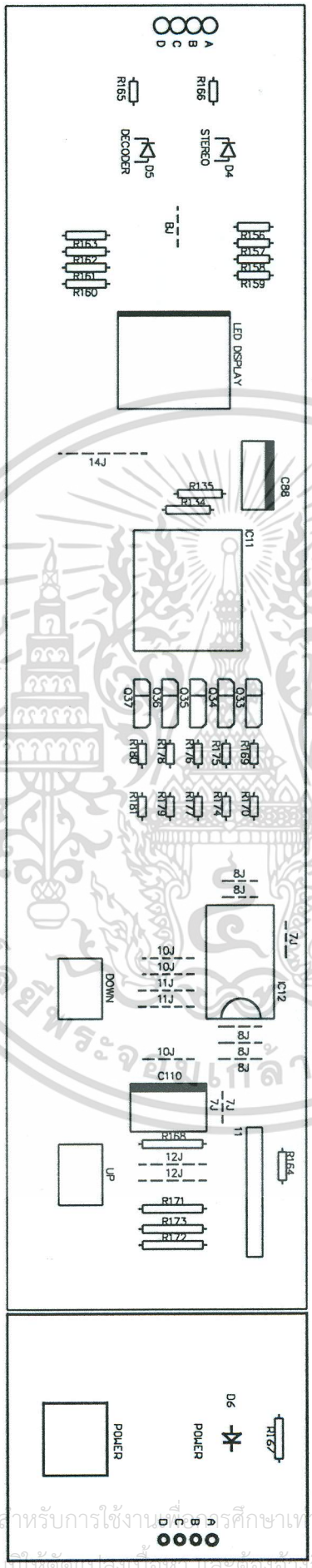
ภาคผนวก
ลายวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

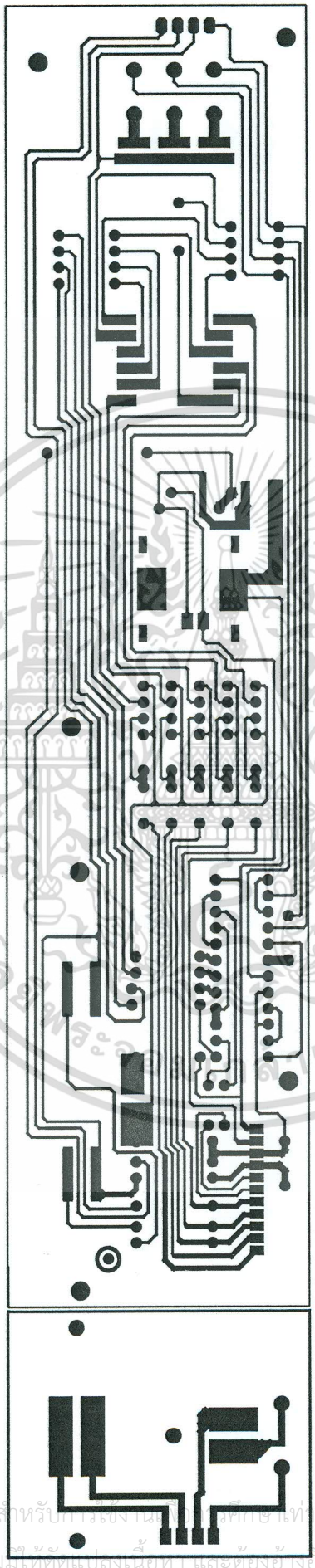


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

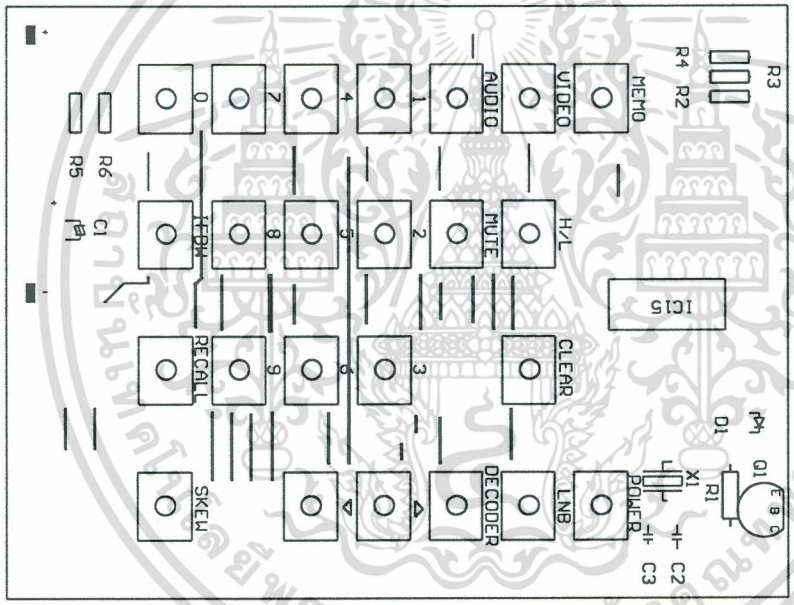




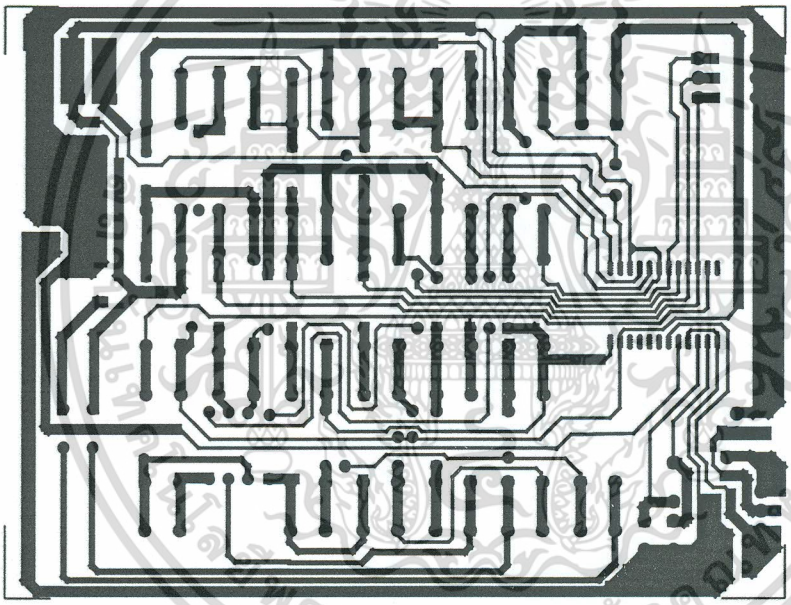
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้