



ปีการศึกษา 2532

ระบบขอความช่วยเหลือ
(S.O.S.)

โดย

นายธนาคม เฝิงศิริ
นางสาวเนตรชนก ผิวเกลี้ยง

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.ทองทศ วาณิชศรี

ปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2532

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง ระบบขอความช่วยเหลือ

ผู้จัดทำ

1. นายชนาคม เน็งศิริ รหัส 291081
2. นางสาวเนตรชนก นิวเกลี้ยง รหัส 291091

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ทองทศ วาณิชศรี)

ระบบขอความช่วยเหลือ

นายจนาคม เพ็งศิริ
นางสาวเนตรชนก ผิวเกลี้ยง
อ.ทองทศ วาณิชศรี อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

ระบบขอความช่วยเหลือนี้ จะมีการเข้ารหัสของสัญญาณเรียก
จากผู้ขอความช่วยเหลือ โดยสัญญาณเรียกที่ได้รับนี้ จะบอกถึงแอดเดรส (ที่อยู่) ของผู้
เรียกและข้อมูล (ประเภทของความช่วยเหลือ) ที่ผู้ขอความช่วยเหลือส่งมา โดยสัญญาณ
เรียกจะถูกส่งจะต้องผ่านการผสมสัญญาณแบบฟรีควเอนซี ชิฟท์ คีย์อิง (FREQUENCY SHIFT
KEYING) โดยใช้คลื่นวิทยุที่มีความถี่ 27 MH_z เป็นสัญญาณพาหะ ซึ่งจะถูกถอดรหัสเพื่อ
แปลความหมายของข่าวสารที่ถูกส่งมาในภายหลัง

S.O.S.

THANAKOM PENGSI RI
NETCHANOK PHIEWKLIENG
TONGTOD VANISHSRI ADVISOR
1989

ABSTRACT

THE HELPING SYSTEM IN THIS THESIS WILL DECODE THE CALLED SIGNAL FROM ONE WHO NEED HELPING. THIS CALLED SIGNAL WHICH WAS RECEIVED WILL TELL THE ADDRESS AND DATA (TYPES OF HELPING) THAT THE CALLERS SENT TO THE CALLED. SIGNAL WILL BE SENT BY FREQUENCY SHIFT KEYING MODULATION. WE USE 27 MH_z RADIO FREQUENCY TO BE CARRIER SIGNAL DECODED TO TRANSLATE OR INTERPRET THE INFORMATION THAT TO BE SENT LATER.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	เรื่อง	หน้า
บทที่ 1.	บทนำ	1
บทที่ 2.	ทฤษฎี	2
	2.1 ทฤษฎีการสื่อสารข้อมูล	2
	2.1.1 หลักของการส่งผ่านข้อมูล	2
	2.1.2 ทิศทางของการส่งผ่านข้อมูล	2
	2.1.3 การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสและซิงโครนัส	3
	2.1.4 ความเร็วในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม	4
	2.1.5 ประเภทของการมอดูเลชัน	5
	2.1.6 การแปลงรูปแบบข้อมูล	6
	2.2 ทฤษฎีการผสมคลื่นทางความถี่	7
	2.3 เครื่องส่ง	11
	2.3.1 ภาคกำเนิดความถี่	11
	2.3.2 ภาคมอดูเลเตอร์	14
	2.3.3 ภาคขยายกำลัง	18
	2.3.4 อิมพีแดนซ์แมทชิง	22
	2.3.5 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน	27
	2.4 เครื่องรับ	28
	2.4.1 ภาคขยายสัญญาณความถี่วิทยุ	28
	2.4.2 ภาคเปลี่ยนความถี่	29
	2.4.3 ภาคลิมิตเตอร์	29
	2.4.4 ภาคแยกสัญญาณข่าวสาร	30
บทที่ 3.	การทำงานและการสร้าง	32
	3.1 การออกแบบวงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส	32
	3.2 วงจรออสซิลเลเตอร์	37
	3.3 วงจรขยายกำลัง	40
	3.4 แมทชิงเน็ทเวิร์ค	45

สารบัญ (ต่อ)

	เรื่อง	หน้า
	3.5 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน	46
	3.6 วงจรขยายความถี่วิทยุ	48
	3.7 โลคัลออสซิลเลเตอร์	49
	3.8 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	50
บทที่ 4.	การทดลองและผลการทดลอง	51
	4.1 การทดลอง เครื่องส่ง	51
	4.1.1 วงจรกำเนิดความถี่	52
	4.1.2 วงจรมอดูเลเตอร์	53
	4.1.3 วงจรขยายสัญญาณ	53
	4.1.4 วงจรขยายกำลัง	55
	4.1.5 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน	56
	4.2 การทดลอง เครื่องรับ	56
	4.2.1 ภาคขยายสัญญาณความถี่วิทยุ	56
	4.2.2 ภาคเปลี่ยนความถี่	58
	4.2.3 ภาคลิมิตติ้งแอมป์	59
	4.2.4 ภาคดีเทกเตอร์	59
	4.3 การทดลอง เครื่องรับส่งชั่วคราวที่เป็นสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยม	59
	4.4 การทดลองหาความไวของเครื่องรับ	59
	4.5 การทดลอง เข็มพัลสอครอสส์	59
	4.1.1 วงจรเข็มพัลส	59
	4.1.2 วงจรอครอสส์	62
	4.6 การรับส่งข้อมูล	62
บทที่ 5.	บทวิจารณ์และสรุป	63
	ภาคผนวก	
	ภาคกิจกรรมประกาศ	
	หนังสืออ้างอิง	

บทที่ 1

บทนำ

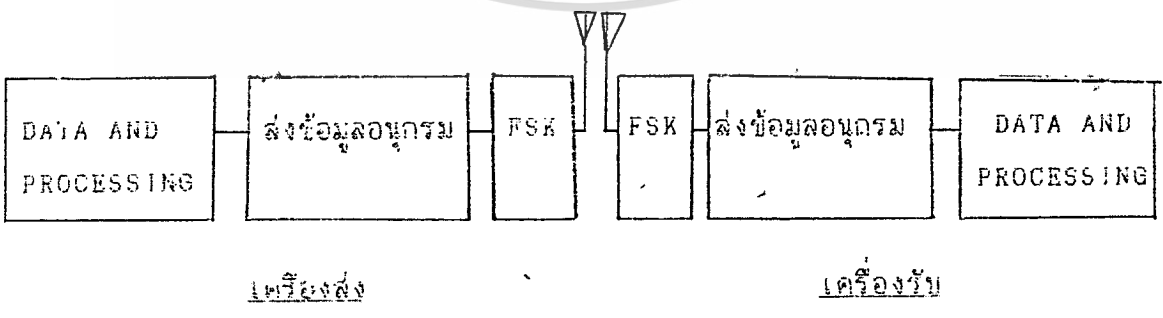
จากความสำเร็จในการพัฒนาเทคโนโลยีในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวางในการอำนวยความสะดวกสำหรับการดำเนินชีวิต " ระบบขอความช่วยเหลือ " เป็นการนำเอาเทคโนโลยีทางการสื่อสารที่สำคัญ 2 ชนิด คือ การสื่อสารข้อมูล และการสื่อสารด้วยวิทยุ มาใช้ในการฝึกหัดทฤษฎีและอำนวยความสะดวกสำหรับการฝึกปฏิบัติกันต่าง ๆ โครงการนี้ทำให้ระบบขอความช่วยเหลือนี้ลดความซับซ้อน มีขนาดเล็ก และสามารถปฏิบัติงานได้ในพื้นที่หนึ่ง

การสื่อสารข้อมูลแบบดิจิทัลที่ใช้เป็นแบบความเร็วต่ำ เพราะข้อมูลมีจำนวนน้อย ลักษณะของข้อมูลที่จะส่งต้องมีการเข้ารหัสและทำการส่งแบบอนุกรม เพราะว่าต้องทำการส่งผ่านระบบวิทยุ

การสื่อสารด้วยวิทยุใช้เป็นแบบ ผลมคลื่นทางกรรมดี (FREQUENCY MODULATION) ความถี่สัญญาณคลื่นพาหะที่ใช้ในโครงการนี้ ใช้ในย่าน 27 MHz

เนื่องจากข่าวสารที่จะส่งเป็นสัญญาณดิจิทัลซึ่งมีระดับสัญญาณ 2 ระดับ ซึ่งมีโวลต์เตจแตกต่างกันเมื่อนำไปมอดูเลตกับคลื่นพาหะ ก็จะทำให้เกิดความถี่ 2 ความถี่ เราจะเรียกการมอดูเลตแบบนี้ว่า " โดเร็ค เอฟ เอส เค " (FREQUENCY SHIFT KEYING) หลังจากการมอดูเลตแล้ว ก็จะถูกขยายให้มีกำลังสูงพอ และส่งผ่านแมग्นิงเททเวิร์คฟิลเตอร์และส่งออกอากาศ

ทางด้านรับก็จะรับคลื่นเข้าทางสายอากาศ ทำการขยาย เพื่อเพิ่มความถี่ ตัดสัญญาณรบกวนออก แล้วแยกเอาข่าวสารออกจากคลื่นพาหะ สามารถสรุปเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูล

2.1.1 หลักการส่งผ่านข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลแบบดิจิทัล เป็นการส่งข้อมูลที่เป็นเลขคู่กับเลขหนึ่ง จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หลักของการส่งผ่านข้อมูลแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

ก) การส่งข้อมูลแบบขนาน

การส่งข้อมูลแบบนี้ ข้อมูลทุกๆ บิตจะถูกส่งออกไปพร้อมๆ กัน ในครั้งเดียว เช่น ถ้าข้อมูลเป็น 1010 ทั้ง 4 บิตนี้จะถูกส่งออกไป โดยผ่านสายข้อมูลที่มี 4 เส้น โดยแต่ละบิตจะส่งในสายส่งทีละเส้น

ข) การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

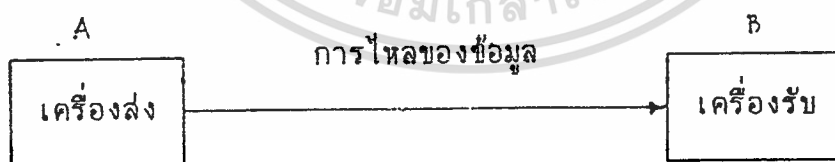
การส่งข้อมูลแบบนี้ ข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งเรียงกันออกไปเป็นลำดับ ต่อเนื่องกันทีละบิต เช่นข้อมูลเป็น 1010 เลข 0 ทางขวามือสุดซึ่ง LSB (least significant bit) ส่งออกไปก่อน ตามด้วยบิตที่สองคือเลข 1 และบิตที่สามคือเลข 0 และบิตสุดท้ายคือเลข 1 ซึ่งเป็น most significant bit ตามลำดับ โดยสายส่งข้อมูลจะมีอยู่เพียงเส้นเดียวเท่านั้น

2.1.2 ทิศทางของการส่งผ่านข้อมูล

ทิศทางของการส่งผ่านข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 3 แบบต่างกันคือ

ก) แบบทิศทางเดียวหรือซิมเพล็กซ์ (simplex)

การส่งแบบทิศทางเดียวมีลักษณะดังรูป 2.1



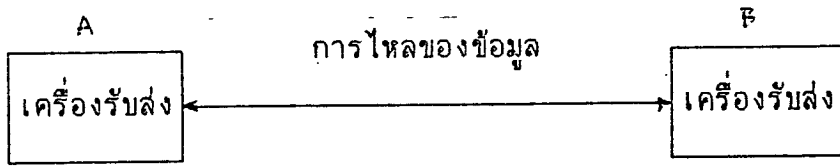
รูป 2.1 แสดงทิศทางการส่งผ่านข้อมูลแบบซิมเพล็กซ์

จะเห็นว่า A เป็นผู้ส่งข้อมูลแต่ผู้เดียว B เป็นฝ่ายรับฝ่ายเดียว ไม่สามารถส่งข้อมูลโต้ตอบกับ A ได้ การส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียว เช่น การส่งกระจายเสียงวิทยุหรือโทรทัศน์ การส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปให้เครื่องพิมพ์

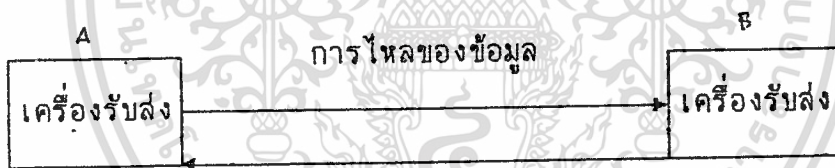
ข) แบบสองทางแต่ไม่สามารถโต้ตอบกันได้ในเวลาเดียวกัน

หรือ ฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (HALF DUPLEX) มีลักษณะดังรูป 2.2

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 แสดงทิศทางการส่งผ่านข้อมูลแบบสองทางแต่ไม่สามารถโต้ตอบกันได้ในเวลาเดียวกัน จะเห็นว่าทั้งสองจุดคือ A และ B สามารถส่งและรับข้อมูลได้ แต่ขณะที่ A กำลังส่ง B จะต้องเป็นผู้รับ และเมื่อ B เป็นผู้ส่ง A จะต้องเป็นผู้รับ ทั้ง A และ B จะส่งพร้อมกันไม่ได้ ตัวอย่างเช่น ระบบวิทยุติดต่อกัน (WALKY TALKY) ระบบ ATM (ค) แบบสองทางโต้ตอบในเวลาเดียวกันหรือฟูลดูเพล็กซ์ (FULL DUPLEX) มีลักษณะดังรูป 2.3 จะเห็นว่า A และ B สามารถส่งและรับข้อมูลได้โดยใช้ช่องทางการสื่อสารคนละช่องทำให้สามารถส่งและรับข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน



รูป 2.3 แสดงทิศทางการส่งผ่านข้อมูลแบบสองทางโต้ตอบกันได้ในเวลาเดียวกัน

2.1.3 การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส และ ซิงโครนัส
(SYNCHRONOUS & ASYNCHRONOUS)

การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

คือระบบการรับส่งข้อมูลที่แต่ละคำ ถูกส่งออกไปอย่างไม่มีกำหนดเวลาแน่นอนนั้นคือ ระยะเวลาระหว่างข้อมูลแต่ละคำ ที่ส่งออกไปมีค่าไม่แน่นอน ดังนั้นส่งที่กำหนดเวลาในการส่งข้อมูลก็คือ ความพร้อมเพรียงของเครื่องรับและเครื่องส่ง ในการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั้น โครงสร้างของข้อมูลที่จะส่ง มีลักษณะเป็นบิตเดี่ยว แต่ละบิตเดี่ยวประกอบด้วยบิตเริ่มต้น (START BIT) และบิตสุดท้ายคือบิตสิ้นสุดข้อมูล (STOP BIT) โดยบิตเริ่มต้นจะแสดงถึงการเริ่มต้นของกลุ่มข้อมูล แล้วตามด้วยส่วนของกลุ่มข้อมูล และบางกรณีอาจจะมีการเพิ่มบิต พาริตี เพื่อช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และบิตสิ้นสุดของข้อมูลก็จะเป็นการบอกว่า ข้อมูลในบิตเดี่ยว นี้หมดลงเพียงแค่นี้

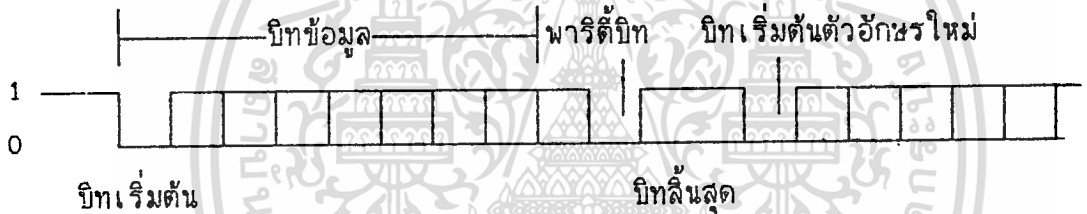
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

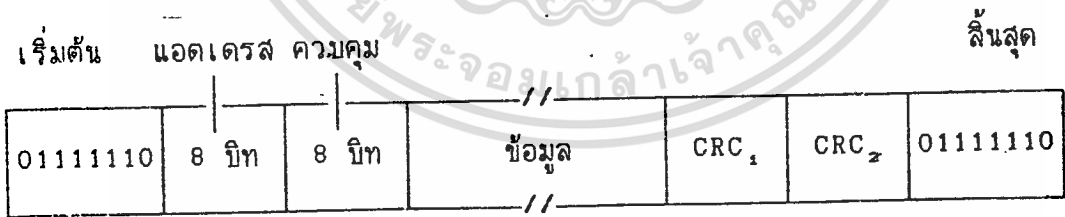
การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัล

คือระบบการส่งที่ข้อมูลแต่ละคำ ถูกส่งออกไปตามเวลาที่แน่นอน ซึ่งหมายถึงระยะเวลา ระหว่างข้อมูล แต่ละคำ ถูกส่งออกไปมีค่าแน่นอน ในการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัลจะต้องมีการส่งสัญญาณนาฬิกาไปพร้อมกับสัญญาณข้อมูล ในการส่งข้อมูลระยะสั้นๆ สัญญาณนาฬิกาซึ่งเป็นสัญญาณซิงค์ อาจจะส่งแยกไปในสายส่งสัญญาณอีกเส้นหนึ่งก็ได้ แต่ถ้าเป็นการสื่อสารระยะไกลๆ สัญญาณนาฬิกาจะถูกเข้ารหัสส่งรวมไปกับสัญญาณข้อมูลในสายส่งเดียวกัน

ไม่ว่าจะเป็นการส่งแบบอะซิงโครนัลหรือซิงโครนัล ข้อมูลในบล็อกหนึ่งๆจะต้องมีบิตที่แสดงให้รู้ว่าเป็นการเริ่มต้นของข้อมูล และสิ้นสุดข้อมูล โดยในการส่งแบบอะซิงโครนัล เราจะเพิ่ม เฟรมมิ่ง บิต รวมเข้าไปในแต่ละคาแรคเตอร์ ถ้าเป็นแบบซิงโครนัล เราจะเพิ่ม เฟรมมิ่ง คาแรคเตอร์ เข้าไปร่วมกับบล็อคของข้อมูลแต่ละบล็อก ซึ่งแสดงความแตกต่างดังรูป 2.5



รูป 2.4 แสดงการส่งข้อมูลแบบ อะซิงโครนัล



รูป 2.5 แสดงการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัล

2.1.4 ความเร็วในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

ความเร็วในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม หน่วยวัดเป็นบิตต่อวินาที (bits / sec) หน่วยที่บรรยายถึงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1 วินาที เรียกว่า บอดเรต (baud rate) หรืออัตราบอด การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ 1 ครั้ง อาจจะแสดงถึงการส่งข้อมูลแบบอนุกรมมากกว่า 1 บิต ดังสมการ

$$\text{อัตราบิต (bit rate)} = \text{อัตราบอด (baud rate)} \times \text{บิตใน 1 บอด}$$

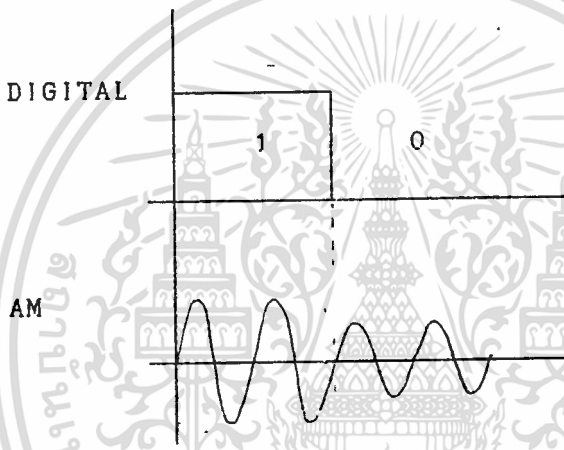
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ประเภทของการมอดูเลชัน

ในการส่งข้อมูลดิจิทัลไปตามสายโทรศัพท์หรือทางวิทยุ จำเป็นจะต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัล ให้อยู่ในรูปของอนาล็อกเสียก่อน ซึ่งเราจะเรียกวิธีการนี้ว่า มอดูเลชัน การมอดูเลชันมีหลายแบบ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง 3 แบบที่นิยมใช้กันเท่านั้น คือ

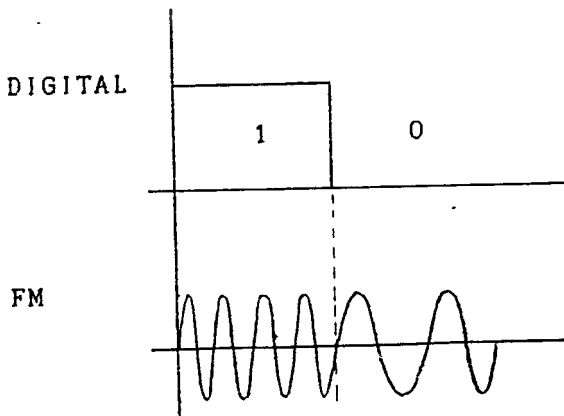
ก) การมอดูเลททางขนาดความสูงของคลื่น (amplitude modulation) ในการมอดูเลทแบบนี้ จะใช้ขนาดของคลื่นขนาดหนึ่งแทนระดับสัญญาณดิจิทัลระดับหนึ่งและอีกขนาดหนึ่งแทนระดับสัญญาณดิจิทัลที่เหลือ เช่น ขนาด 10 volt แทนระดับสัญญาณดิจิทัล "0" โดยที่ความถี่ไม่เปลี่ยนแปลง



รูป 2.6 แสดงลักษณะสัญญาณการมอดูเลทแบบเอเอ็ม

ข) การมอดูเลททางความถี่ (FM)

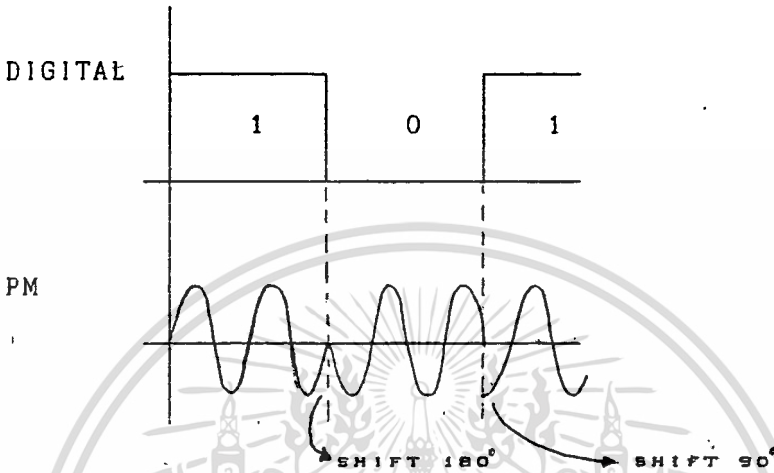
ในการมอดูเลทแบบนี้จะใช้ ความถี่ความถี่หนึ่งแทนระดับสัญญาณดิจิทัลระดับหนึ่ง และอีกความถี่หนึ่งแทนระดับสัญญาณดิจิทัลที่เหลือ เช่น ใช้ความถี่ 10 kHz แทนระดับสัญญาณดิจิทัล "0" โดยที่ขนาดไม่เปลี่ยนแปลง



รูป 2.7 แสดงลักษณะสัญญาณการมอดูเลทแบบ FM

ค) การมอดูเลททางเฟส (phase modulation)

ในการมอดูเลทแบบนี้ ใช้การเปลี่ยนแปลงของเฟสแทนการเปลี่ยนแปลงสภาวะของบิตตัวอย่างเช่น ในการเปลี่ยนแปลงสภาวะของบิตจากศูนย์ไปหนึ่ง ใช้การเปลี่ยนแปลงเฟสเท่ากับ 90 องศา เป็นต้น ในการเปลี่ยนแปลงสภาวะนั้นทั้งขนาดและความถี่ของสัญญาณคงที่



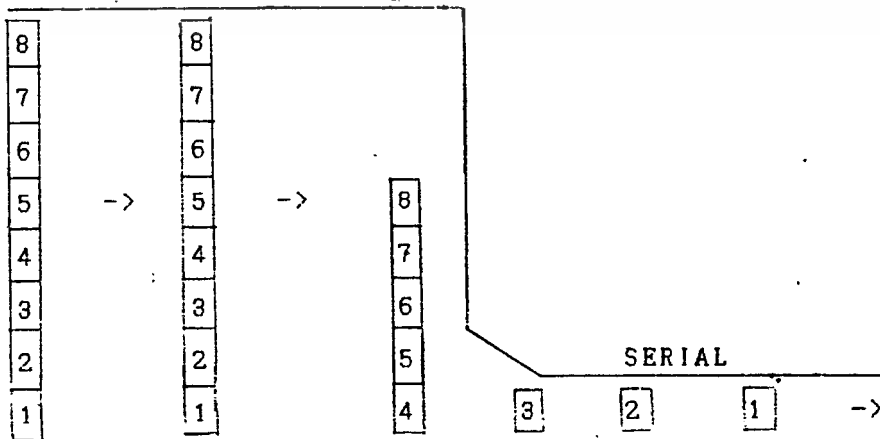
รูป 2.8 แสดงลักษณะสัญญาณการมอดูเลทแบบ PM

ในการมอดูเลททั้งสามแบบนี้ การมอดูเลทเชิงเฟสนับว่าเป็นวิธีการมอดูเลทที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ การมอดูเลททางความถี่ และการมอดูเลททางขนาดตามลำดับแต่การมอดูเลททางเฟสก็มีความยุ่งยากซับซ้อนมากที่สุด เสียค่าใช้จ่ายมากที่สุด จึงใช้เฉพาะการส่งผ่านข้อมูลที่ต้องการความเร็วสูงๆ

2.1.6 การแปลงรูปแบบข้อมูล

ก) การแปลงรูปแบบข้อมูลแบบขนานไป เป็นแบบอนุกรม

หลักการทำงานของ การแปลงรูปแบบข้อมูลนี้ ก็โดยอาศัย ชิฟต์รีจิสเตอร์ (shift register) โดยมีหลักการดังนี้คือ ข้อมูลที่ส่งเข้ามาจะเป็นแบบขนาน และจัดเก็บเรียงไว้ในรีจิสเตอร์ ต่อจากนั้นก็จะถูกอ่านออกไปจากรีจิสเตอร์ทีละบิต จนครบจำนวนบิตทั้งหมด

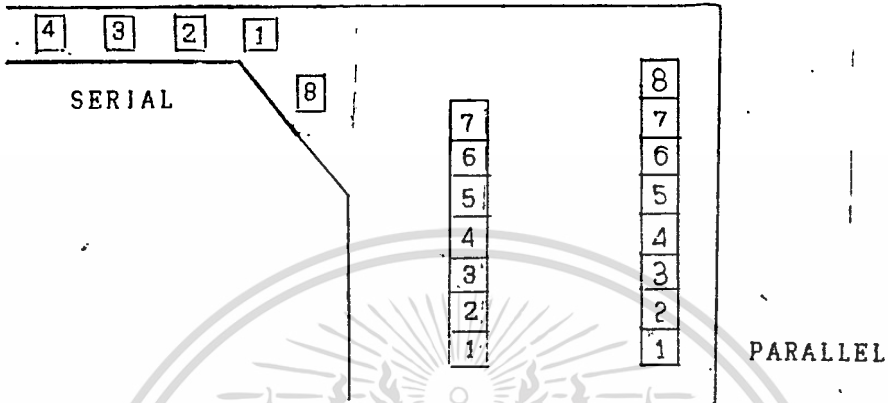


รูป 2.9 แสดงการแปลงรูปแบบการส่งข้อมูลแบบขนาน เป็นอนุกรม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) การแปลงรูปแบบข้อมูลแบบอนุกรมไปเป็นแบบขนาน

หลักการทํางานก็ตรงกันข้ามกับแบบแรก กล่าวคือ ข้อมูลที่ส่งมาเป็นอนุกรมจะถูกเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ทีละบิต จนกระทั่งครบจำนวนบิต แล้วส่งออกไปพร้อมกันทั้งหมดในเวลาเดียวกันโดยผ่านสาย เท่ากับจำนวนบิต



รูป 2.10 แสดงการแปลงรูปแบบข้อมูลแบบการส่งข้อมูลแบบอนุกรมเป็นแบบขนาน

2.2 ฟริควเอนซีมอดูเลชัน (FREQUENCY MODULATION)

ให้ความถี่ e_m เป็น สัญญาณมอดูเลตที่ถูกใช้เพื่อ varies ความถี่พาหะโดยที่ e_m อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่า คาบวชิแต้นท์ ของความถี่พาหะ เป็น ke_m เมื่อ k เป็นค่าคงที่ความถี่เบี่ยงเบน แล้วเราจะได้ความถี่พาหะที่ขณะใดๆเป็น

$$f_1 = f_c + ke_m \tag{2.1}$$

เมื่อ f_c เป็น unmodulated carrier frequency

ให้
$$e_m = E_{mmax} \sin \omega_c t \tag{2.2}$$

แทนค่า e_m ใน 2.1

$$f_1 = f_c + E_{mmax} \sin \omega_c t \tag{2.3}$$

รูปของการ varies f_1 กับเวลาแสดงในรูปที่ 2.11 ซึ่งเป็นกราฟของความถี่กับเวลา ส่วนกราฟของขนาดกับความถี่แสดงในรูป 2.12 peak frequency deviation (Δf) ของสัญญาณหาได้จาก

$$\Delta f = kE_{mmax} \tag{2.4}$$

ดังนั้นจากสมการ 2.3 เราจะได้

$$f_1 = f_c + \Delta f \sin \omega_c t \tag{2.5}$$

เพื่อที่จะให้เข้าใจ FM เราจำเป็นต้อง derive สมการของคลื่นที่ถูกมอดูเลต โดยให้ modulated carrier เป็นคลื่นรูปไซน์ และสมมติให้ไม่มีการสูญเสียเลย

E_{mmax} จะถูกใช้ให้เป็น 1

$$e_c = \sin (w_c t + \phi) \quad (2.6)$$

เมื่อ $w_c = 2\pi f_c =$ ค่าคงที่ของความถี่เชิงมุม (rad/sec)

$$\phi = \text{constant phase angle (rad)}$$

ในสมการที่ 2.6 กรณีทั่วไปของ คลื่นรูปไซน์ คือ

$$e = \sin \theta(t) \quad (2.7)$$

เมื่อความถี่พาหะถูกเปลี่ยนไป (ถูกมอดูเลต) ความถี่เชิงมุมขณะใดๆหาได้จาก

$$w_1 = 2\pi f_1 = d\theta(t)/dt \quad (2.8)$$

$$\theta_1 = \int w_1 dt \quad (2.9)$$

ความถี่ขณะใดๆ f_1 จะสัมพันธ์กับการมอดูเลตโดยสมการที่ 2.5 และสำหรับความถี่เชิงมุมที่คงที่ (unmodulated) - w_c

$$\begin{aligned} \theta_c &= \int w_c dt \\ &= w_c t + \phi \end{aligned} \quad (2.10)$$

เมื่อ θ_c เป็นค่าคงที่ของการอินทิเกรตสมการที่ 2.6 ได้จากแทนค่าสมการ 2.10 ลงในสมการ 2.7 สำหรับการมอดูเลตในรูปหรือแทนค่าในสมการ 2.5 ใน 2.9 จะได้

$$\begin{aligned} \theta_c &= 2\pi (f_c + \Delta f \sin w_m t) dt \\ &= w_c t - (\Delta f / f_m) \cos w_m t + \phi \end{aligned} \quad (2.11)$$

เมื่อ $w_m = 2\pi f_m$ ค่าคงที่อาจให้เป็น ϕ ได้ โดยเลือกแกนอ้างอิงให้เหมาะสมและสมการของ FM แบบ sin จะได้จากแทนค่าสมการที่ 2.7

$$e = \sin (w_c t - (\Delta f / f_m) \cos w_m t) \quad (2.12)$$

ให้ m_f เป็น modulation index ของ FM

$$m_f = \Delta f / f_m \quad (2.13)$$

ดังนั้น

$$e = \sin (w_c t - m_f \cos w_m t) \quad (2.14)$$

เราได้แบนวิด ของ FM โดย

$$B_{FM} = 2n f_m \quad (2.15)$$

เมื่อ n เป็น order สูงสุดของ side frequency ที่มีแอมพลิจูดสำคัญ จากรูปที่ 2.12 จะเห็นว่าที่ order ของไซด์ฟริควเอนซี มากกว่า $m_f + 1$ แอมพลิจูดจะเหลือเพียง 5% ของ แอมพลิจูดของคลื่นพาห่ที่ไม่ถูกมอดูเลต เราจะใช้เหตุผลข้อนี้ นำไปสู่การหาขนาดของแบนวิทที่ต้องการ สมการ 2.15 สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

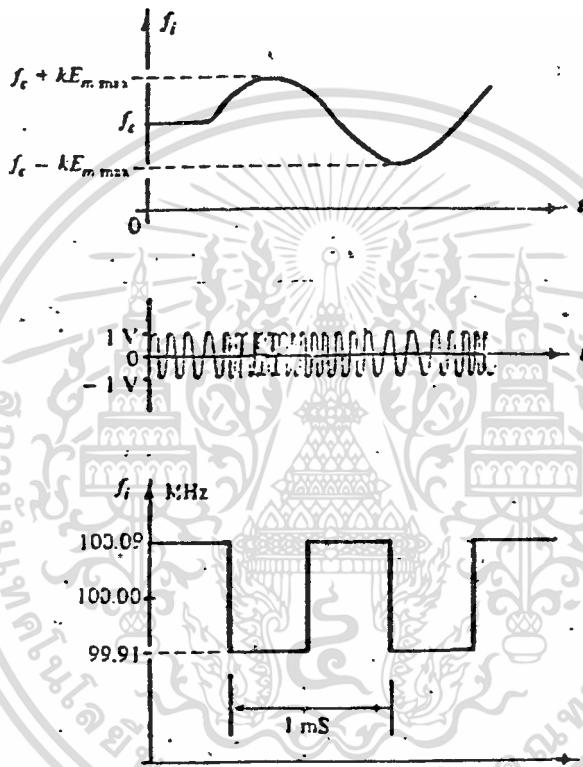
$$B_{FM} = 2 (m_f + 1) f_m \quad (2.16)$$

$$B_{FM} = 2 (\Delta f + f_m) \quad (2.17)$$

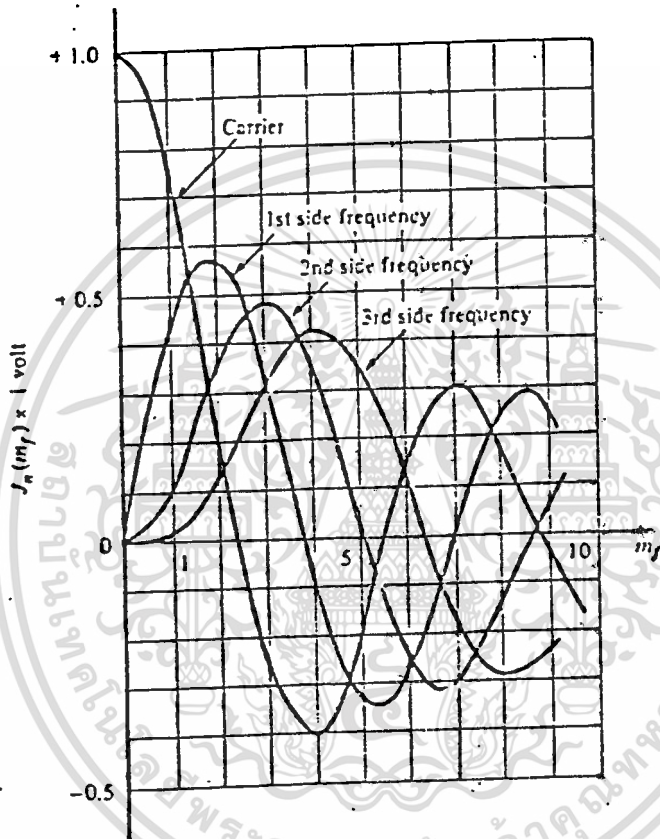
สรุปคุณสมบัติที่สำคัญของ FM คือมีแอมพลิจูดคงที่ตลอด แต่ความถี่เปลี่ยนแปลงตามสัญญาณที่เข้ามามอดูเลต , อัตราเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณพาหะมีค่าเท่ากับความถี่ของสัญญาณที่เข้ามามอดูเลต และช่วงความถี่เบี่ยงเบน เป็นสัดส่วนกับแอมพลิจูดของสัญญาณที่เข้ามามอดูเลต

เอกภพนี้เป็นเอกภพที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.11 ฟริควเอนซีมอดูเลชัน (frequency modulation)



รูป 2.12 กราฟระหว่างขนาดกับความถี่ของ FM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครื่องส่ง

จุดมุ่งหมายของการส่งก็เพื่อที่จะ ทำการผสมคลื่นสัญญาณพาหะ (carrier) ความถี่สูงด้วยข่าวสารต่างๆ เพื่อว่า ข่าวสารต่างๆสามารถจะส่งไปอย่างมีประสิทธิภาพจนถึงเครื่องรับ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นภาคเครื่องส่งนี้จะประกอบไปด้วย ภาคออสซิลเลเตอร์ ทำหน้าที่ผลิตความถี่วิทยุ ภาคมอดูเลเตอร์และภาคขยายกำลัง ตั้ง บล็อกไดอะแกรมดังรูป 2.13



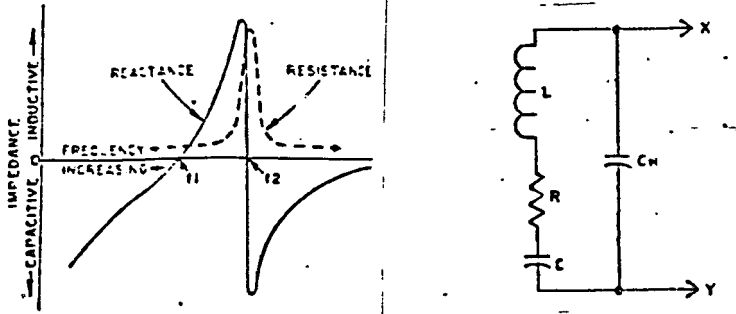
รูปที่ 2.13 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องส่ง

2.3.1 ภาคกำเนิดความถี่ คริสตอลออสซิลเลเตอร์

คริสตอลที่ใช้ในเทคโนโลยีการสื่อสาร จะทำมาจากผลึกควอทซ์ ซึ่งมีการทำงานพื้นฐานเป็นแบบ พิโซอิเล็กทริก (Piezo Electric effect) จะแสดงคุณลักษณะ เมื่อได้รับสนามไฟฟ้าจะเกิดแรงกดทางกลขึ้นภายใน จึงเป็นตัวส่งทางกลที่มีคุณสมบัติเหมือนกับวงจรรวมแอล-ซีริโซแนนซ์ รูป 2.15 แสดงวงจรสมมูลย์ทางไฟฟ้า ของคริสตอลควอทซ์ ซึ่งมีความต้านทาน (R) รวมอยู่ด้วย เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการสูญเสียในตัวคริสตอล เมื่อเกิดการสั่นค่าของความต้านทานนี้มีค่าน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความต้านทานของตัวเหนียวน้ำ (L) ณ. ที่ความถี่ทำงาน

คริสตอลจะถูกหุ้มอยู่ระหว่างขั้วโลหะ 2 ขั้วซึ่งจะทำให้เกิดเป็นค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้าขึ้น (C_n) โดยปกติ จะมีค่าน้อยมากเป็นนิโคฟารัดค่าของตัวเก็บเป็นประจุที่ต่ออันดับความถี่รีโซแนนซ์ ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าสูงและมีค่าเป็นตัวเก็บประจุ (ตัวรูป 2.15 ข) ค่ารีแอคแตนซ์ของ X_L และ X_C จะมีค่าเท่ากันที่ความถี่ ซึ่งเรียกว่า ความถี่รีโซแนนซ์ อันดับ (Series Resonance) โดยมีค่าตรงกับค่าความถี่ของคริสตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

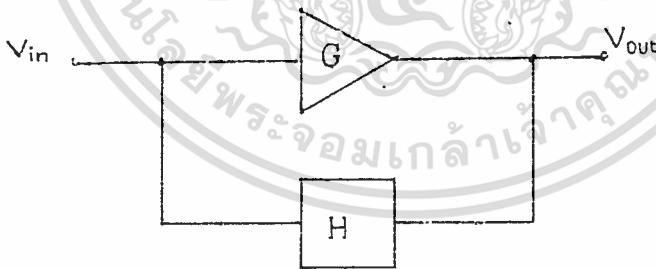


รูป 2.14 แสดงวงจรสมมูลและค่าอิมพีแดนซ์ของคริสตอล

ทฤษฎี POSITIVE FEEDBACK OSCILLATOR

Positive feedback เป็นพื้นฐานที่สำคัญของวงจร Oscillator ดังรูปที่ 2.15 กรณีที่จำเป็นสำหรับวงจร feedback เมื่อให้เกิดการออสซิลเลทมีอยู่ว่า วงจร feedback จะให้กำเนิดความถี่ที่ต่อเมื่อ

1. ผลรวมของการขยายสัญญาณทั้งหมดภายใน feedback loop ต้อง ≥ 1 ,
2. ผลรวมของ Phase ภายใน LOOP ต้องเป็นจำนวนเต็มเท่าของ 2π เรเดียน หรือ 360 องศา ถ้าเกิดกรณีทั้งสองพร้อมกัน แล้ววงจรจะออสซิลเลท ตั้งนั้น



รูป 2.15 Positive Feedback Oscillator

LOOP GAIN = [GH]ⁿ

เมื่อ $n = n \cdot 360$ องศา, $n=0,1,2,\dots$, และ $[GH] > \text{หรือ} = 1$

วงจร AMPLIFIER โดยทั่วไป มักจะเป็นชนิดที่สร้างสัญญาณ เอาท์พุท มีเฟสเลื่อนไปจาก อินพุท 180 องศา และ GAIN มีค่ามากกว่า 1 ในวงการ ออสซิลเลเตอร์ | นี้ วงจร AMPLIFIER เป็นส่วนไปข้างหน้าของ LOOP (G ในรูป 2.15) จากรูป 2.15 ผลรวมของการขยายสัญญาณใน loop สามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดได้จาก ผลคูณของจำนวนเชิงซ้อน G และ H Feedback gain ทั้งหมดพร้อมกับ feedback หาได้จาก

$$A_v = G / (1 - GH)$$

A_v = Complex Gain ทั้งหมดของวงจร (ขนาด และมุมของเฟส)

G = Complex Gain ไปข้างหน้า

H = Complex Gain ข้อนกลับ

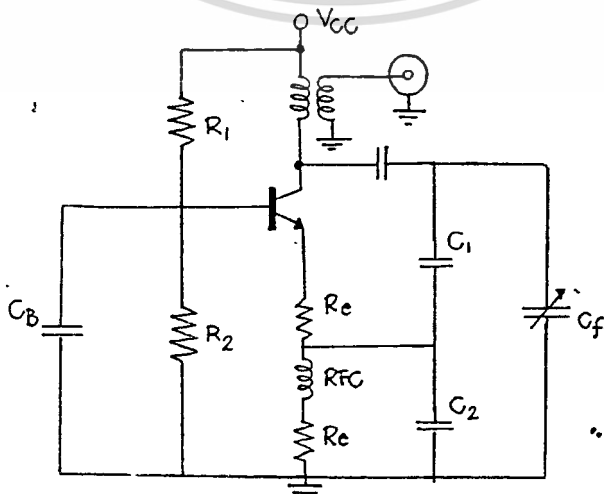
GH = complex Gain ของ Loop

ในวงจรออสซิลเลเตอร์ ทั้ง G และ H ต่างเลื่อนเฟสไป 180 องศา หรือตรงข้าม ถ้าขนาด $[GH]$ ของ Loop Gain เป็น 1 ผลรวมของ FEEDBACK GAIN จะเป็นอนันต์ มันชี้ให้เห็นว่า จะเกิดการออสซิลเลท ถ้าขนาดของ $[GH] > 1$ การออสซิลเลทจะเพิ่มขึ้น ในวงจรออสซิลเลเตอร์ ในทางปฏิบัติ การออสซิลเลท จะเกิดขึ้นต่อเนื่องไปจนกระทั่งเข้าสู่ย่าน Non-Linear ของ AMPLIFIER การอิมิตัวจะจำกัด GAIN ให้เท่ากับ 1 หลังจากนั้นขนาดจะปรับตัวของมันเองโดยอัตโนมัติ เพื่อรักษาการขยายสัญญาณให้เท่ากับ 1 หรือวงจร Oscillator เกิดมีลเกียร์ภาพที่ดี

ความถี่ของการออสซิลเลทกำหนดได้โดย ส่วนประกอบภายใน H ซึ่งทำให้เฟสเลื่อนไป 180 องศา ที่ความถี่ที่วงจรออสซิลเลเตอร์จะออสซิลเลท

COLPITTS OSCILLATORS

รูปที่ 2.16 แสดงวงจร COLPITTS OSCILLATOR ซึ่งใช้วงจร Common base เป็นตัวขยายสัญญาณ เพราะมีการตอบสนอง ต่อความถี่ได้สูง และมีการเลื่อนเฟสระหว่าง input กับ output น้อย



รูป 2.16 วงจร Colpitts Oscillator

ในงานต้องมีค่า Q ที่สูงและจากสูตรของค่า Q ของวงจร Resonant ของวงจรออสซิลเลเตอร์ที่เราใช้

$$Q = WRC = R/WL \quad (2.30)$$

จะเห็นได้ว่า Q เพิ่มขึ้น self resonant ของตัวมันเองจะลดลง ในการออกแบบนั้น เราจะหาค่า C และ L ได้ดังนี้

$$C_s = Q / (2\pi f_o R_o) \quad (2.21)$$

$$เมื่อ \quad R_o = R_1 / 2 \quad (2.22)$$

$$L_s = 1 / \{ (2\pi f_o)^2 \times C_s \} \quad (2.23)$$

ค่า C_1 , C_2 และ C_3 หาได้จาก

$$C_s = C_o + C_3 + C_{cb} \quad (2.24)$$

โดยปกติ C_3 จะเป็น C ที่ใช้ จูนหาความถี่ และ C_{cb} เป็น C ที่เกิดขึ้นระหว่าง ขาคอลเลคเตอร์ และ ขาเบส ซึ่งได้มาจากคาตาไลทของทรานซิสเตอร์

2.3.2 ภาคมอดูเลเตอร์

การสร้าง FM ทำได้หลายแบบ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึง DIRECT FM เป็นวิธีการนำเอา สัญญาณที่ต้องการผสมมาควบคุมความถี่ของสัญญาณพาหะ (carrier) โดยตรง วิธีการนี้จะได้ผลลัพธ์ 2 ประการคือ

1) ความถี่เบี่ยงเบน (Deviation frequency) จะ สมมาตรรอบๆความถี่กลาง เมื่อขนาดของสัญญาณที่นำมาผสมสมมาตรเช่นกัน

2) ความถี่เบี่ยงเบนจะเป็นสัดส่วนตรงกับขนาดของสัญญาณที่นำมาผสม และจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับความถี่ที่นำมาผสมแต่อย่างใด มีวงจรหลายแบบที่จัด อยู่ในลักษณะ direct FM เช่น

การมอดูเลตโดยใช้วาระกเตอร์ไอโอด

เป็นการ มอดูเลต แบบ direct FM โดยการ "ดึง" ความถี่ของ คริสตัล ออสซิลเลเตอร์ด้วย capacitor ที่เปลี่ยนตัวไปตาม voltage (variable capacitor - VVC) แต่เพราะว่า คริสตัล ให้เสถียรภาพต่อความถี่ สูงมาก ทำให้เราไม่สามารถเปลี่ยนความถี่ไปได้มากนัก นอกจากการควบคุมความถี่ขึ้นไป แต่จะทำได้ง่ายก็ต่อเมื่อ คริสตัล ออสซิลเลเตอร์ ทำงานในความถี่ฟันเดเมนทอล (ง่ายกว่าทำงานในความถี่ โอเวอร์โทน) และความถี่ ริโซแนนซ์ขนาน และอนุกรม ต้องอยู่ห่างจากกันเพียงพอที่จะไม่ทำให้เกิดการ ออสซิลเลตผิดความถี่ไป

VVC ที่ถูกใช้เพื่อดึงคริสตัล ออสซิลเลเตอร์เป็นชนิดวาระกเตอร์ไอโอด (หรืออาจเรียกว่า epicap หรือ varicap) ไอโอดเหล่านี้ทำงาน ด้วยการไบอัสย้อนกลับ และค่าความจุของมันจะประมาณได้โดย

$$C_{VVC} = C_{-VP} / (-VP)^n \quad (2.25)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $V_p < 1$ หรือ $= 1$ และ C_{-1V} เป็นตัวเก็บประจุเมื่อ $V_p = -1V$ parameters ที่จุดต่อของไดโอดนี้ ถูกเลือกเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่า capacitance 3:1 ด้วยค่า Q ระหว่าง 100 และ 500 Hyper-abrupt junction diode จะให้การเปลี่ยนแปลงค่า capacitance ด้วยค่า Q ประมาณ 200 การออกแบบ VCO ชนิดพิเศษจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นระหว่างความถี่กับ โวลเตจ ค่าที่ว่ไปของ C_{-1V} จะมีช่วงจาก 100-500 pF และค่าที่ว่ไปของ V_p จะมีช่วงระหว่าง -2 ถึง -10V

การต่อ VVC เข้ากับวงจรออสซิลเลเตอร์ทำงานแบบพาราเรล ริโซแนนซ์ดังรูป 2.16 /VVC จะถูกไบอัสด้วย โวลเตจ ลบ V_d เพื่อสร้างค่าคาปาซิแตนซ์ ในขณะที่ไม่มีสัญญาณ (C_{VVC}) สัญญาณเสียงที่นำมามอดูเลต ($V_{m(t)}$) จะถูกรวมเข้าไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเก็บประจุเล็กน้อย ΔC_N จะขนานกับตัวเก็บประจุของ คริสตอล ออสซิลเลเตอร์ (C_p) ตัวเก็บประจุ C_1 และ C_2 ปกติจะน้อยกว่า C_{VVC} มากและเพื่อป้องกันการเป็นภาระของคริสตอล จาก VCC ถึง C12 เป็นค่าความจุที่เกิดจากการอนุกรม C_1 และ C_2 เข้าด้วยกัน สำหรับเทคนิคมาตรฐาน จะให้ $C_{N1} = C_{12}$ และ

$$\Delta C_N / C_N = (C_{12} / C_{VVC}) * (\Delta C_{VVC} / C_{VVC}) \quad (2.26)$$

การเปลี่ยนแปลงในตัวเก็บประจุ VVC จะถูกลดลงในอัตราส่วนของ C_{12} เพื่อให้ได้การเปลี่ยนเศษส่วน ในตัวเก็บประจุ

ความถี่ของริโซแนนซ์แบบขนานของคริสตอล ถูกกำหนดด้วยค่าอินดักแตนซ์เสมือน L_e และการประกอบกันอย่างอนุกรมของ $C_x + \Delta C_x$ ของ C_p และ $C_p + C_N + \Delta C_N$ เพราะปกติ ตัวเก็บประจุของวงจรริโซแนนซ์แบบขนาน สามารถถูกกำหนดโดยวงจรรวม 2.26 ดังนั้น

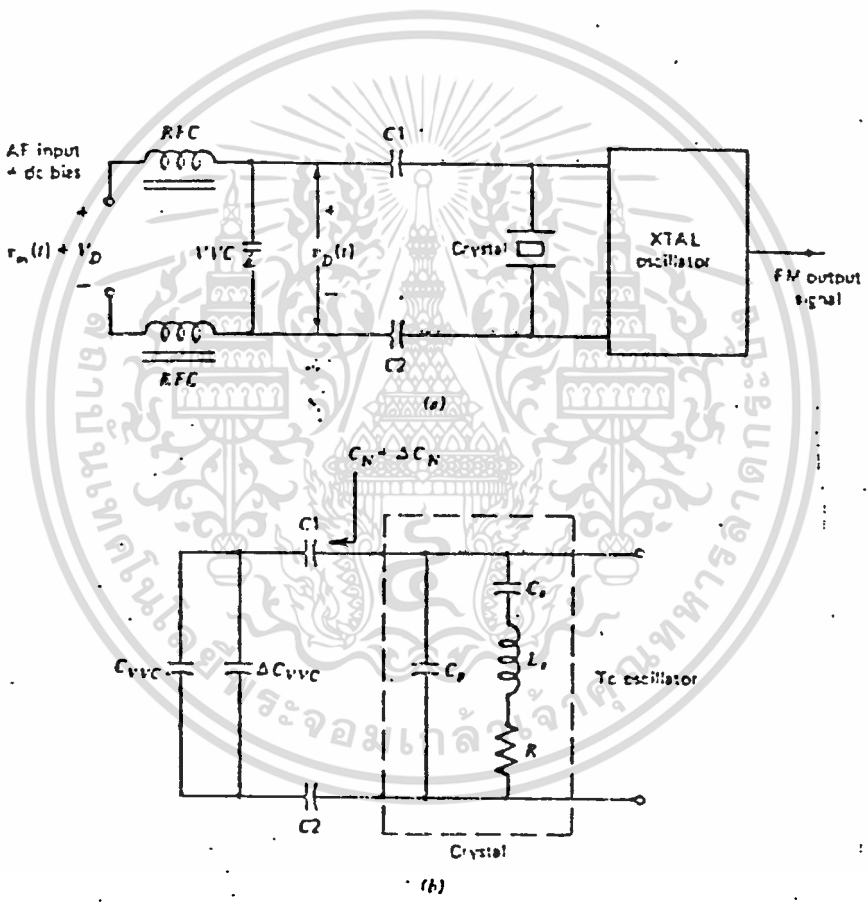
$$\begin{aligned} \Delta C_x / C_x &= (C_x * \Delta C_N) / (C_p + C_N)^2 \\ &= (C_x * C_{12}^2 * \Delta C_{VVC}) / \\ &\quad ((C_p + C_N)^2 * (C_{VVC}^2)) \end{aligned} \quad (2.27)$$

เพราะว่าความถี่ริโซแนนซ์เปลี่ยนไปเป็น $1 / (L_e * C_x)^{1/2}$ ความถี่ของเศษส่วนก็จะเปลี่ยนไปเป็นครึ่งหนึ่งของการเปลี่ยน C_x ในเศษส่วนตัวห้อย N ในสมการ 2.26 สามารถนำมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงของไบอัสโวลเตจของ VVC ในเศษส่วนต่อเศษส่วนที่เปลี่ยนแปลงไปของความถี่ดังนั้น

$$\begin{aligned} f_{osc}(t) / f_{osc} &= 1/2 * (\Delta C_x / C_x) \\ &= (N / 2) * \\ &\quad ((C_x * (C_{12})^2) / ((C_p + C_N) * C_{VVC})) * \\ &\quad (V_m(t) / V_p) \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ (ระ 2.28) การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีความจำเป็นในการเลื่อนความถี่ออกไปมาก และเสถียรภาพที่ต่ำของความถี่ เป็นที่ยอมรับได้ เราสามารถใช้ VVC ในการมอดูเลต LC ออสซิลเลเตอร์ แล้วแก้เรื่องเสถียรภาพโดยใช้ การควบคุมความถี่โดยอัตโนมัติ หรือเทคนิค การป้อนสัญญาณ FM กลับ

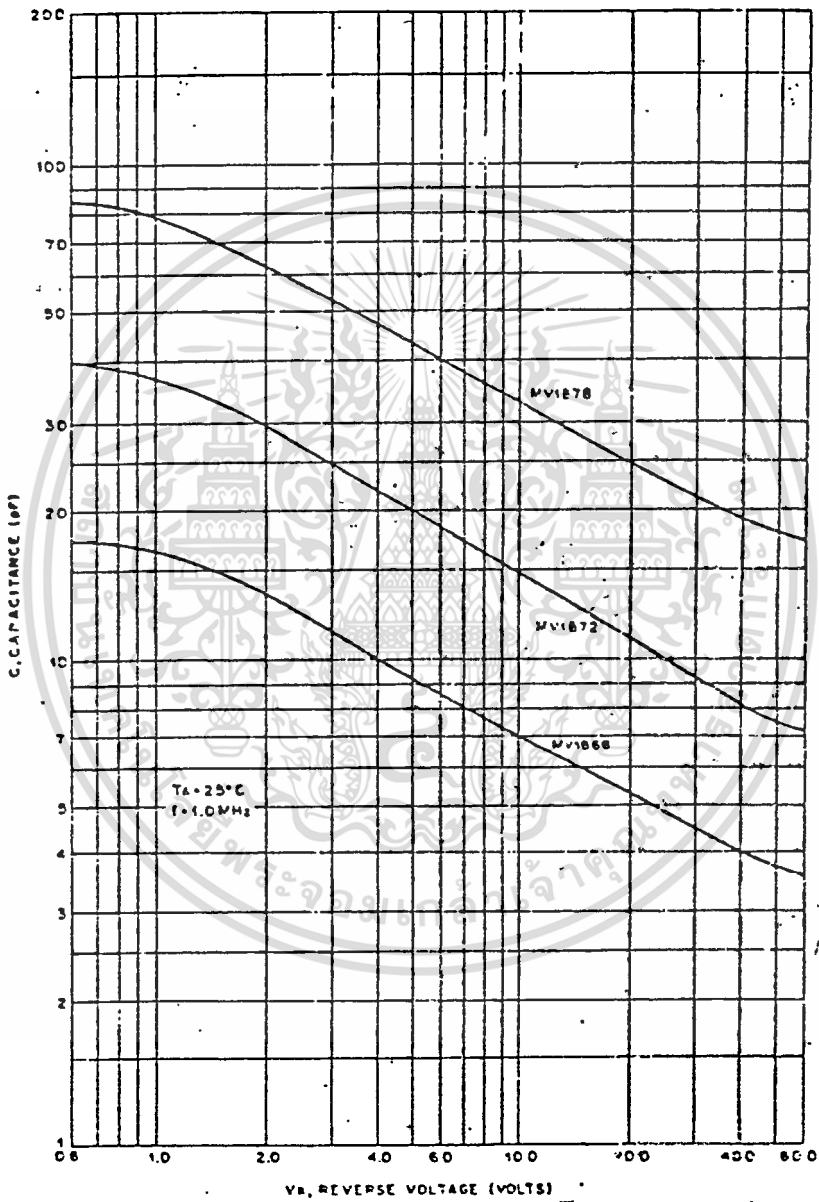


รูปที่ 2.17 คริสตอลออสซิลเลเตอร์ที่ปรับได้ด้วยวาร์แคปเตอร์

a) วงจร

b) วงจรเสมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงกราฟคุณลักษณะของ วาแรกเตอร์ ไดโอด
 เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ภาคขยายกำลัง

เป็นภาคสุดท้ายของส่วนที่ทำหน้าที่เป็นภาคส่งคลื่นวิทยุ ประกอบด้วย Power Amplifier รวมทั้งบัฟเฟอร์ด้วย ซึ่งจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณความถี่ที่ได้รับการมอดูเลตแล้วให้มีกำลังแรงขึ้น เพื่อที่จะได้ส่งออกอากาศระยะทางไกลๆ

บัฟเฟอร์
หลังจากที่เครื่องส่งได้ผลิตความถี่ขึ้นมาแล้ว จะส่งไปยังภาคบัฟเฟอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณความถี่ที่สร้างขึ้นมา เพื่อให้ได้สัญญาณที่มีความแรงมากพอที่จะขับภาคขยายกำลังความถี่วิทยุ (Power Amplifier) และตามปกติภาคบัฟเฟอร์จะเป็นภาคที่มีอัตราขยายต่ำ (Low gain) มีจุดการทำงาน (Operating Point) ต่ำ ดังนั้น ภาคบัฟเฟอร์จึงเป็น High Impedance Load ของภาคผลิตคลื่นความถี่วิทยุซึ่งจะไม่ดึงกระแสจากภาคผลิตคลื่นความถี่วิทยุ และช่วยป้องกันการไหลกลับของภาคผลิตคลื่นความถี่วิทยุจากภาคถัดไป

ถ้าไหลกลับอิมพีแดนซ์ ซึ่งต่อกับออสซิลเลเตอร์เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็นขนาดหรือเฟส เอาท์พุทของออสซิลเลเตอร์จะเปลี่ยนทั้งแอมพลิจูดและความถี่ บัฟเฟอร์สามารถวางระหว่างออสซิลเลเตอร์และโหลด เพื่อที่จะลดปัญหา และในขณะเดียวกันก็จะให้อัตราขยายด้วย

วงจรขยายกำลังแบบลิเนียร์ (Linear power amplifier)

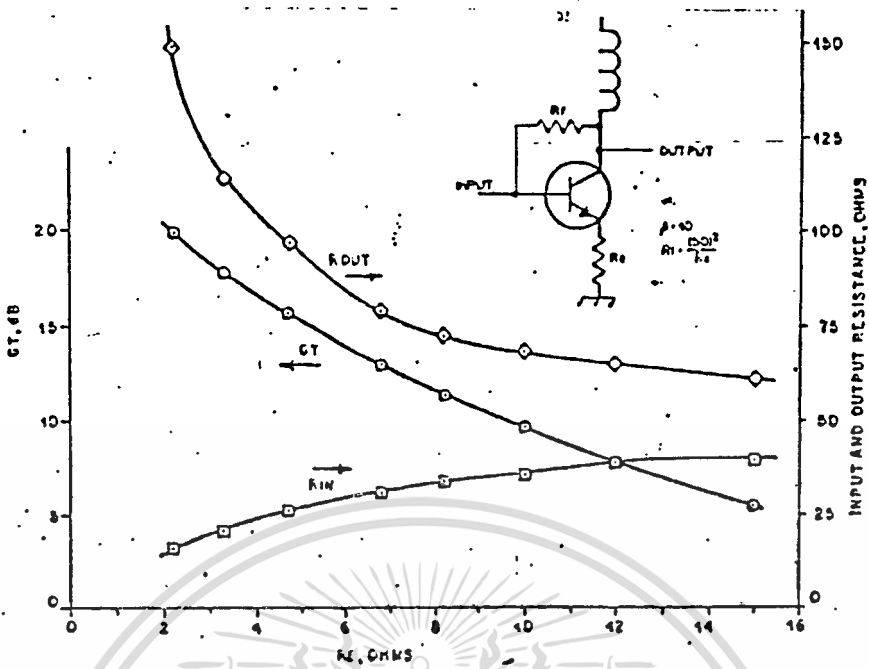
เพื่อให้ได้อัตราขยายกำลังตามต้องการ จะต้องคำนึงถึงอินพุทและเอาท์พุทอิมพีแดนซ์ของวงจรในรูปแบบที่กำหนด ดังรูป 2.19 และจะต้องทำการปรับค่า อิมพีแดนซ์ ให้แมทซ์กับวงจรอื่นที่ต่อเนื่องทั้งทางด้านอินพุทและเอาท์พุท

รูปแบบของวงจรที่ใช้งานคือ คอมมอนเอมิเตอร์ (common emitter) ที่ทำการไบอัสให้ทำงานในคลาส A เพื่อไม่ให้เกิดการเพี้ยนของสัญญาณและระบบที่ใช้งานนี้ ต้องการกำลังที่ไม่สูงมากนัก

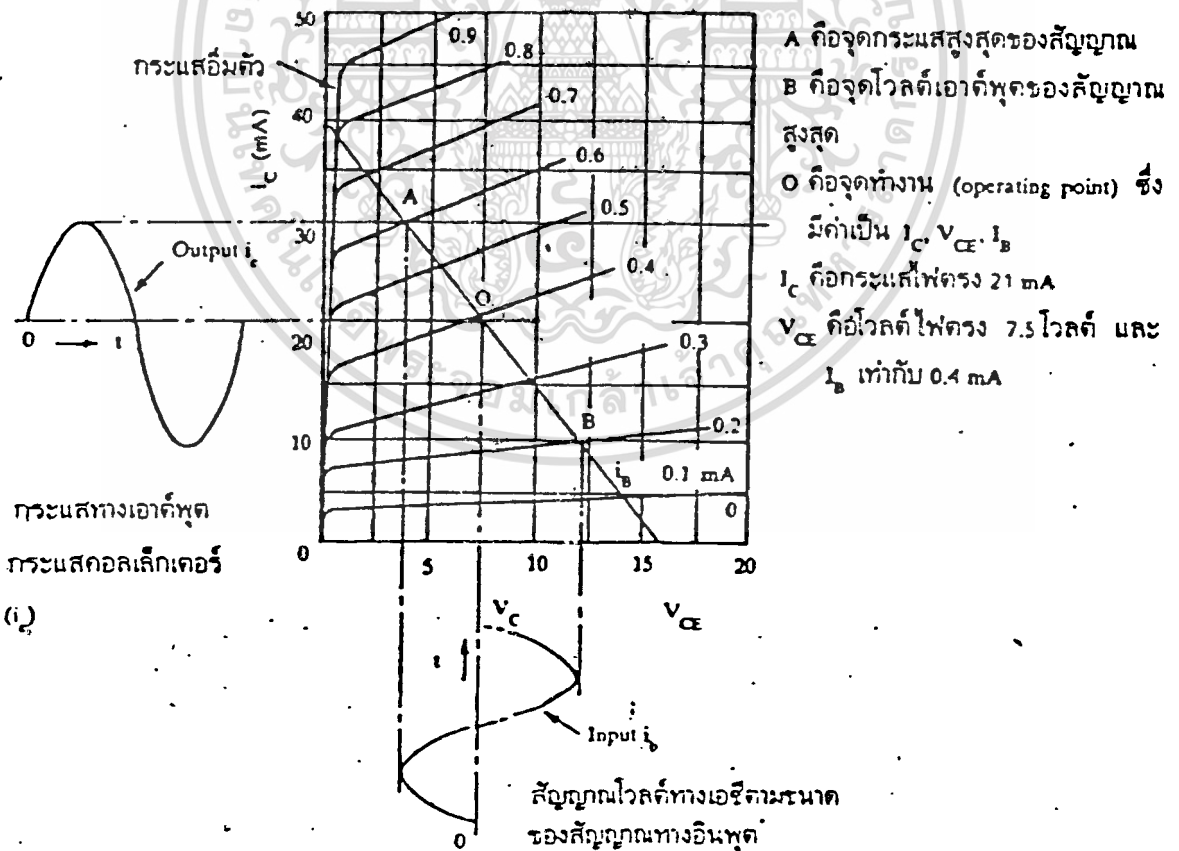
คำจำกัดความของคลาสเอ

การขยายของเครื่องขยายแบบคลาสเอ ปกติจะใช้กับงานภาคพรีแอมป์ ภาคขยายที่มีกำลังวัตต์ต่ำๆ วงจรขยายแบบคลาสเอจะมีกระแสไหลตลอดเวลาถึงแม้จะไม่มีสัญญาณเสียงเข้ามา ดังรูปที่ 2.20 กระแสคอลเลคเตอร์ขณะไม่มีสัญญาณเข้ามาประมาณ 22 มิลลิแอมป์ และจะมีกระแสไหลเต็มที่ 30 มิลลิแอมป์

กราฟในภาพที่ 2.20 เป็นกราฟแสดงสมบัติของทรานซิสเตอร์แบบสแตติก (Static Transistor Characteristic Curve) ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเอาท์พุทโวลต์และแกน Y เป็นกระแสคอลเลคเตอร์หรือเอาท์พุท



รูปที่ 2.19 แสดงความสัมพันธ์อินพุตและ เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ กับอัตราขยายกำลังของวงจรคอมมอนเอมิเตอร์



รูปที่ 2.20 กราฟแสดงลักษณะของวงจรขยายแบบคลาสเอ

จะเห็นว่าจุดทำงานของคลาสเออยู่ที่กึ่งกลางของเส้นโหลดทางไฟตรง

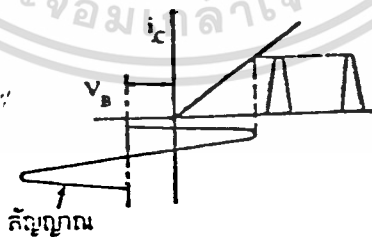
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูป 2.21 เป็นกราฟแสดงสมบัติทางทรานซิสเตอร์แบบไดนามิกกล่าวคือแกน Y เป็นกระแสเอาท์พุท แกน X เป็นโวลต์อินพุททางเบสที่เป็นตัวแปรหรือเปลี่ยนแปลง ณ ค่าคงที่ค่าหนึ่งของแรงดันเอาท์พุท

ในภาพที่ 2.21 จะเป็นกราฟไดนามิกส์แบบคลาสเอ กล่าวคือจุดทำงานจะอยู่กึ่งกลางการเปลี่ยนของแรงดันที่เบส V_B จะทำให้กระแสทางเอาท์พุทไหลตลอดเวลา และสัญญาณจะไม่ผิดเพี้ยน ส่วนในภาพที่ 2.21ข เป็นการให้จุดทำงานของวงจรถยายในแบบคลาสบีผลก็คือสัญญาณเอาท์พุท จะเพี้ยนไปจากเดิม และมีเอาท์พุทอยู่ครึ่งเดียว แต่ประสิทธิภาพของเครื่องจะมีถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าคลาสเอ ซึ่งมีประสิทธิภาพประมาณ 5-14 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วน รูป 2.21 ค เป็นการให้จุดการทำงานของเครื่องขยายอยู่ในแบบคลาสซี ซึ่งจุดทำงานต่ำกว่าจุดคัตออฟผลสัญญาณผิดเพี้ยนมาก จะใช้เฉพาะในงานอาร์เอฟ (RF AMP) แบบจูนแอมป์ (Tuned Amplifier)



(ก) คลาสเอ สัญญาณไม่เพี้ยน (ข) คลาสบี สัญญาณผ่านได้ครึ่งหนึ่ง



(ค) คลาสซี สัญญาณผ่านได้บางส่วน

รูปที่ 2.21 แสดงการเปรียบเทียบของวงจรถยายแบบ คลาสเอ(ก) คลาสบี(ข) และ คลาสซี(ค)

เพื่อที่จะให้ทำงานในลักษณะลิเนียร์ผิดของสัญญาณเอาท์พุทจะต้องไม่เกิน $V_{CC} / 2$ เพื่อป้องกันการคัตออฟ $V_{CC} / 2R_L$ และค่าสูงสุดของกระแสคอลเลคเตอร์ต้องไม่มากกว่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเป็นการป้องกันการ Saturate

$$I_c = V_{cc} / 2R_L \quad (2.26)$$

$$V_{ce} = V_{cc} / 2 \quad (2.30)$$

Power supply (P_L) จะไม่ขึ้นกับระดับกระแสของสัญญาณ และจะสัมพันธ์กับ I_{cc} และ V_{cc} และ R_L

$$I_{cc} = V_{cc} / 2 R_L \quad (2.31)$$

$$P_{cc} = V_{cc} I_{cc} = V_{cc}^2 / 2R_L \quad (2.32)$$

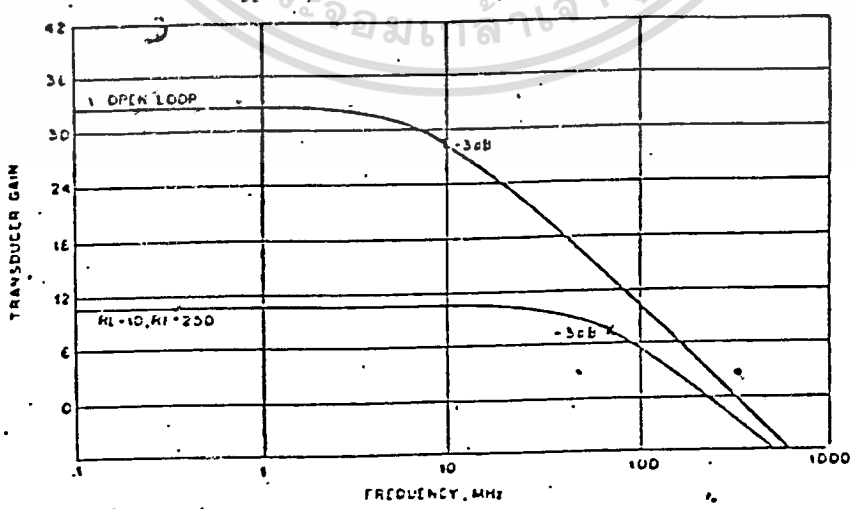
ประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของคลาสเอ พาวเวอร์แอมป์ คืออัตราส่วนของพาวเวอร์เอาต์พุต P_o กับ Power ที่ป้อนโดย source และแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้

$$\eta = (P_o / P_s) \times 100 \quad (2.33)$$

ในกรณีที่วงจรขยายชนิดบรอดแบนด์ (broadband amplifier) เหมาะที่จะนำไปใช้กับการตอบสนองความถี่กว้าง แต่เนื่องจากคุณสมบัติของอัตราขยายที่ความถี่ต่างๆ ไม่เท่ากัน การที่จะให้มีการขยายในช่วงความถี่ที่กว้างจะต้องทำการป้อนกลับแบบลบ แต่จะทำให้ค่าเกนลดลง ดังนั้นจึงต้องทำการป้อนกลับในอัตราที่เหมาะสม เพื่อให้ได้อัตราขยายที่สม่ำเสมอตลอดช่วงความถี่ที่ต้องการดังรูป

ในกรณีวงจรขยายมากกว่า 1 ภาค ต้องมีส่วนของคัปปลิง (coupling) สัญญาณซึ่งอุปกรณ์ควรวางานในช่วงความถี่ที่กว้างด้วย เช่น บรอดแบนด์ทรานส์ฟอร์มเมอร์ (broad band transformer) ที่นิยมใช้คือ bifilar ดังรูป 2.23 ซึ่งใช้แกนทอรอยด์ และขดลวดพันไขว้กันไปมา เพื่อให้ได้คุณสมบัติในการใช้งานที่ช่วงความถี่กว้าง และยังสามารถเปลี่ยนสเกล อิมพีแดนซ์ให้เข้ากับ ภาคต่อไปได้ง่าย

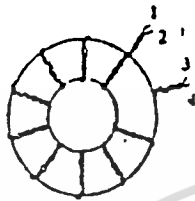


รูป 2.22 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราขยายวงจรกับความถี่

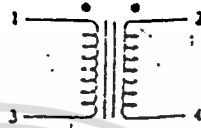
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(A) The windings.



(B) Turns wound around a toroid.



(C) Circuit representation



$4R$
bifilar



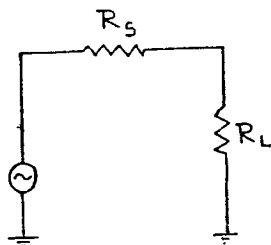
$4R$
transmissionline

equivalent of

รูป 2.28 แสดงการพันขดลวดแบบบรอดแบนด์

2.3.4 อิมพีแดนซ์ แมทชิง (IMPEDANCE MATCHING)

การทำอิมพีแดนซ์ แมทชิง มีความจำเป็นในการออกแบบวงจรขยายสำหรับความถี่สูงเป็นอย่างมาก เพื่อให้จะให้กำลังสามารถส่งจากแหล่งกำเนิดไปยังโหลดได้มากที่สุด และมีผลช่วยลดความเพี้ยนของสัญญาณด้วย จากทฤษฎีในวงจร DC กำลังงานจะสามารถส่งจากแหล่งจ่ายสัญญาณไปสู่โหลดได้มากที่สุด เมื่อค่าความต้านทานภายใน ของแหล่งจ่ายสัญญาณเท่ากับค่าความต้านทานของโหลด



$$I = V_s / (R_s + R_L) \tag{2.34}$$

$$P_L = I^2 R_L = V_s^2 R_L / (R_s + R_L)^2$$

$$dP_L / dR_L = ((R_s + R_L)^2 V_s^2 - V_s^2 R_L 2(R_s + R_L)) / (R_s + R_L)^4 \tag{2.35}$$

ค่ามากที่สุดเมื่อ $dP_L / dR_L = 0$ (2.36)

$$(R_s + R_L)^2 = 2(R_s R_L + R_L^2) \tag{2.37}$$

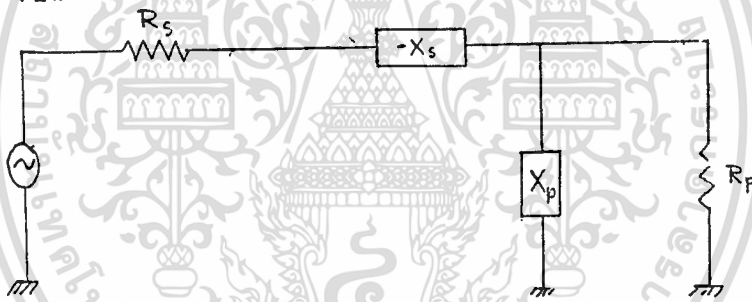
$$R_s^2 + 2R_s R_L + R_L^2 = R_L^2 + 2R_s R_L + R_L^2 \tag{2.38}$$

$$R_s = R_L \tag{2.39}$$

เราจะเห็นว่า Z_s ต่ออนุกรมกับ Z_L เพราะว่ามันอิมเมจิน (IMAGINE) จะต้องหักล้างกันไปเหลือเฉพาะ ค่าจริง (REAL)

วงจรอิมพีแดนซ์แมททิงแบบ L NETWORK

เป็นวงจรที่ง่ายที่สุด ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีการสูญเสีย LOSS
 เนื่องจากอุปกรณ์น้อย เพราะมี element เพียง 2 ตัวเท่านั้น ลักษณะของวงจร L-NETWORK เป็น



ค่า X_p และ X_s เป็นได้ทั้ง คาปาซิแตนซ์ และ อินดักแตนซ์ แต่จะต้องไม่เหมือนกัน การออกแบบวงจร L-NETWORK เมื่อรีซิสแตนซ์แหล่งกำเนิด ไม่เท่ากับ โหลดรีซิสแตนซ์

$$Q_s = Q_L = (R_p / R_s - 1)^{1/2} \tag{2.40}$$

$$Q_s = X_s / R_s \tag{2.41}$$

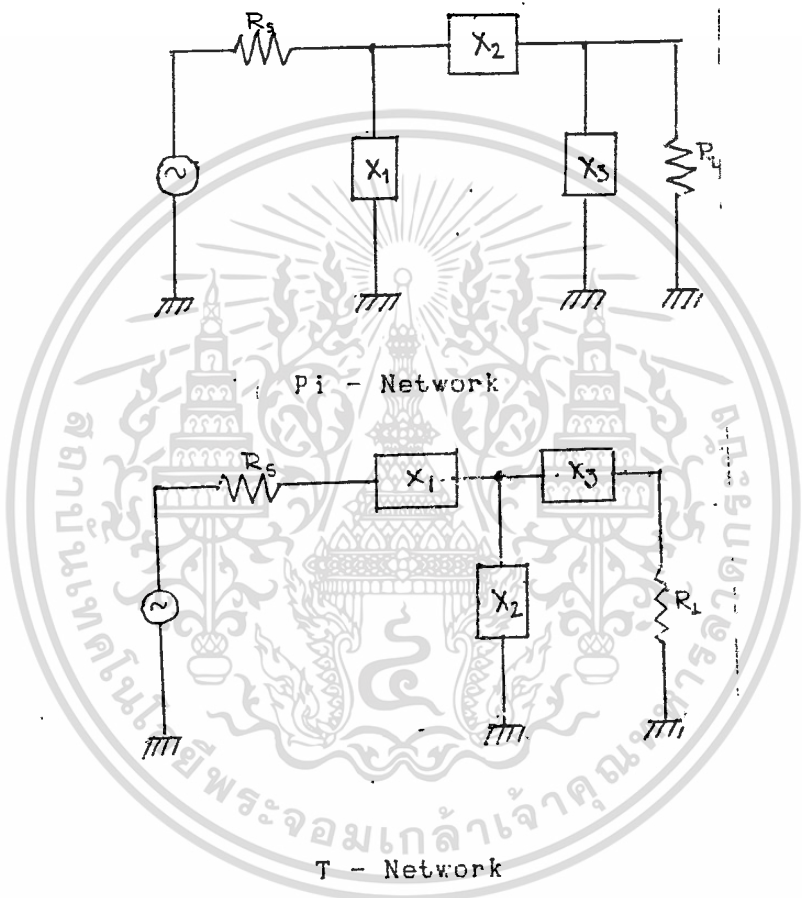
$$Q_p = R_p / X_p \tag{2.42}$$

- โดยที่
- Q_s = ค่า Q ที่ขั้วอนุกรม
 - Q_p = ค่า Q ที่ขั้วขนาน
 - R_s = ความต้านทานที่ต่ออนุกรม
 - R_p = ความต้านทานที่ต่อขนาน
 - X_s = รีแอกแตนซ์ที่ต่ออนุกรม
 - X_p = รีแอกแตนซ์ที่ต่อขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

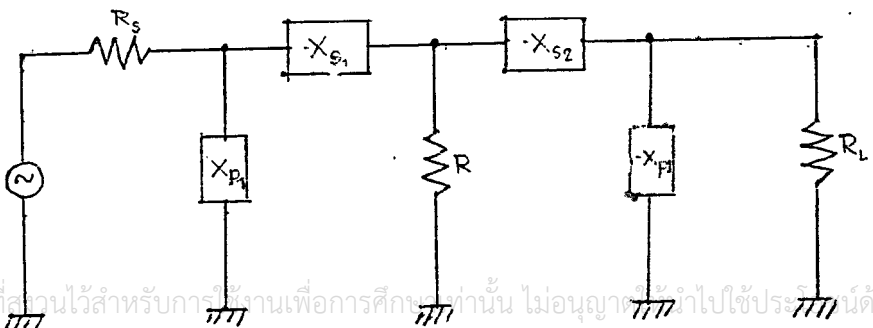
THREE - ELEMENT MATCHING

จาก L NETWORK จะเห็นว่าค่า Q จะถูกกำหนดโดย R_s และ R_L ซึ่งทำให้ผู้ออกแบบไม่สามารถเลือกค่า Q ตามความต้องการได้ ถ้า Q มีค่ามาก แบนวิดจะแคบ (narrow band) ซึ่ง THREE - ELEMENT MATCHING จะสามารถเลือกค่า Q ได้และแบ่งออกเป็น Pi - Network และ T - Network (ตามรูปร่างของวงจร)



Pi - Network

Pi - Network จะพิจารณาเป็น back to back L network ซึ่ง L - Network ทั้งสองทำหน้าที่แทน โหลด และ source resistance ไปยังค่า Virtual Resistance (R) ซึ่งวางระหว่าง L - Network ทั้งสอง



เครื่องหมายลบ หมายความว่า X_{p1} และ X_{p2} (X_{p1} และ X_{p2}) จะต้องมีเครื่องหมายต่างกัน (เป็น L หรือ C)

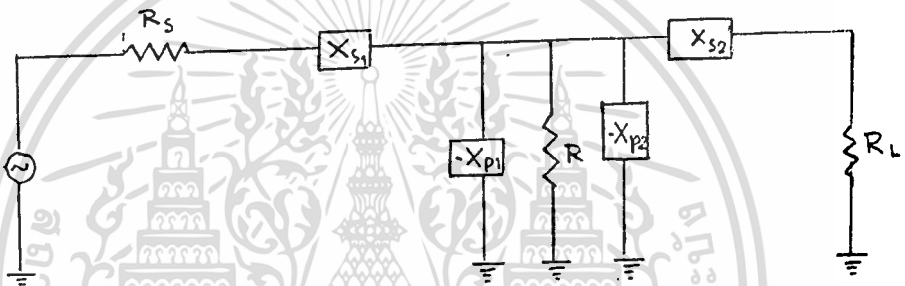
การออกแบบแต่ละ section จะทำเหมือนกับ L - Network โดยค่า virtual resistance (R) จะต้องน้อยกว่าทั้ง R_{in} และ R_L เพราะว่ามันต่ออยู่กับ series arm ของ L - Network โดย Load - Q ของ Pi - Network

$$Q = ((R_H / R) - 1)^{1/2} \quad (2.44)$$

R_H = ค่าที่มากที่สุดระหว่าง R_{in} และ R_L

R = virtual resistance

THE T - NETWORK



การออกแบบจะเหมือนกับ Pi - Network โดย virtual resistance จะต้องมากกว่า R_{in} และ R_L เพราะว่ามันต่ออยู่กับ shunt arm ของ L - Network T - Network จะเหมาะสมสำหรับ แมท ค่า R_{in} และ R_L ที่มีค่าต่ำ และต้องการ High Loaded - Q Loaded - Q ของ T - Network จะกำหนดโดย Q ที่มากที่สุดของ L - section ทั้งสอง

$$Q = ((R / R_{minimum}) - 1)^{1/2} \quad (2.45)$$

R = virtual resistance

$R_{minimum}$ = ค่าที่น้อยระหว่าง R_{in} และ R_L

การแมทชิงคอมเพล็กซ์โหลด (Complex Load Matching)

ในทางปฏิบัติค่าโหลดที่เป็น เฉพาะความต้านทาน (R) ไม่ค่อยมีมากนัก ส่วนมากจะเป็นโหลดที่มีค่า คาปาซิทีฟ หรืออินดักทีฟอยู่ด้วย ในการหาค่าของคอมเพล็กซ์ อิมพีแดนซ์ ใช้หลัก 2 ประการคือ

1. ใช้หลักการดูดซับพลังงาน (Absorption) คือเมื่อทดลองใส่แมทชิงเข้าไป แล้วป้อนสัญญาณทางด้านอินพุต และถ้าวัดสัญญาณที่สะท้อนกลับไม่ได้ แสดงว่าพลังงานถูกดูดซับหมด คือแมทซ์ 100 %

2. ใช้การรีโซแนนซ์เมื่อทราบว่าในวงจรที่เราต้องกรทำ
 แมทชิ่งนี้ปรากฏค่า อินดักทิฟ ก็ใช้ คาปาซิเตอร์ ต่อเข้าไปก่อนเพื่อหักล้างค่าอิมเมจิน
 หรือ วงจรปรากฏค่า คาปาซิทิฟ ก็ใช้ตัวเตอร์ต่อเข้าไป แล้วทำการปรับค่าจนเกิด
 รีโซแนนซ์ (ดูค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของค่าแอมพลิจูด)

$$f_r = 1 / 2\pi (LC)^{1/2} \quad (2.46)$$

3. ใช้หาโดยใช้สมิธชาร์ท

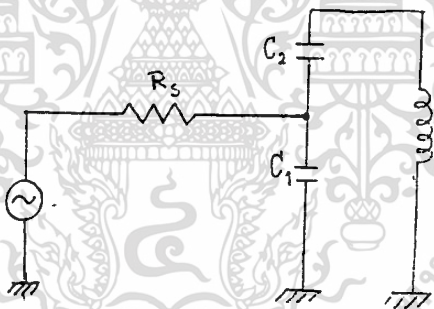
อิมพีแดนซ์ทรานส์ฟอร์มเมชัน (Impedance Transformation)

ถ้าอิมพีแดนซ์แหล่งกำเนิดและ โหลดอิมพีแดนซ์ มีค่าน้อย จะ
 เป็นการลดค่า Q และเพิ่ม BW อีกทั้งค่าของ L ที่ได้ก็น้อยมากจนไม่สามารถออกแบบได้

วงจรอิมพีแดนซ์ทรานส์ฟอร์มมิง (Amperdance transforming circuit)

จะช่วยเพิ่มค่าของแหล่งกำเนิดหรือโหลดรีซิสแตนซ์ ให้มากขึ้นได้และค่า Q ของวงจร
 Tank เพิ่มขึ้น และ เพิ่มความไว (selectivity) จะใช้ทรานส์ฟอร์มเมอร์นี้เมื่อ
 ต้องการ $Q > 10$

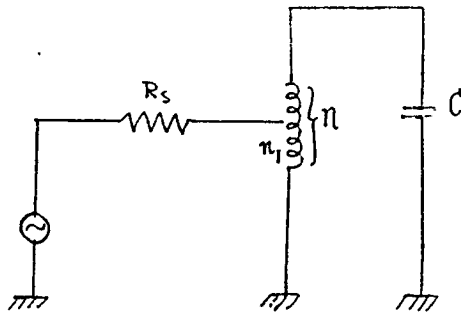
1. tapped - C transformer



$$R'_s = R_s (1 + (C_1 / C_2)^2) \quad (2.47)$$

$$C_T = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)^2 \quad (2.48)$$

2. tapped - L Network



$$R'_s = R_s x (n / n_1)^2 \quad (2.49)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านในโครงงานนี้ใช้วงจรกรองความถี่แบบเชบีเชฟ เป็นการออกแบบ ให้ได้ค่า Q สูงๆ ทำให้ผลของการตอบสนองมีค่าไม่เรียบ แต่มีความชันของความถี่ตอบสนองช่วงสตัดแบนด์ชันขึ้น ค่าการสูญเสียของวงจรกรองความถี่แบบนี้สามารถหาได้ตามสมการที่ 1

$$A_{dB} = 10 \log [1 + E^2 C_n^2 (W/W_c)] \quad (2.50)$$

ที่ค่า $C_n^2 (W/W_c)$ เป็นค่าของโพลีโนเมียลที่ลำดับ n ค่าของโพลีโนเมียลของวงจรกรองความถี่แบบ เชบีเชฟ ดูได้จากตารางที่ 1

n	Chebyshev Polynomial
1	$\frac{w}{w_c}$
2	$2\left(\frac{w}{w_c}\right)^2 - 1$
3	$4\left(\frac{w}{w_c}\right)^3 - 3\left(\frac{w}{w_c}\right)$
4	$8\left(\frac{w}{w_c}\right)^4 - 8\left(\frac{w}{w_c}\right)^2 + 1$
5	$16\left(\frac{w}{w_c}\right)^5 - 20\left(\frac{w}{w_c}\right)^3 + 5\left(\frac{w}{w_c}\right)$
6	$32\left(\frac{w}{w_c}\right)^6 - 48\left(\frac{w}{w_c}\right)^4 + 18\left(\frac{w}{w_c}\right)^2 - 1$
7	$64\left(\frac{w}{w_c}\right)^7 - 112\left(\frac{w}{w_c}\right)^5 + 56\left(\frac{w}{w_c}\right)^3 - 7\left(\frac{w}{w_c}\right)$

ตารางที่ 1 แสดงค่าโพลีโนเมียลของวงจรเชบีเชฟ 7 ค่าแรกของ n

ค่า E หาได้จากสมการ 2.51

$$E = (10^{R(dB)/10} - 1)^{1/2} \quad (2.51)$$

โดย $R(dB)$ = ค่าริปเปิลในแบนด์เป็นเดซิเบล

$$\text{ค่าของ } (W/W_c) = (W/W_c) \cosh B \quad (2.52)$$

\cosh = ไฮเปอร์โบลิกของ \cos

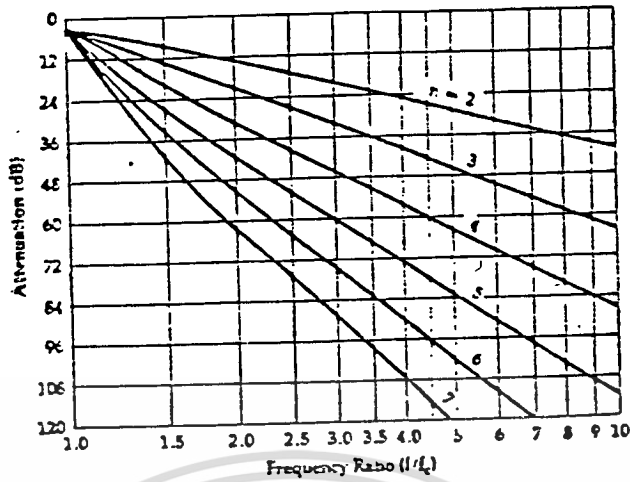
$$\cosh x = 0.5 (e^x + e^{-x})$$

$$\cosh^{-1} x = \ln (x \pm (x^2 - 1)^{1/2}) \quad (2.53)$$

$$\text{ค่าของ } B = 1/n \times \cosh^{-1} (1/E) \quad (2.54)$$

สมการดังกล่าวนี้สอดคล้องกับกราฟการลดทอนดังรูป 2.25 แต่ละชนิดเป็นไปตามจำนวนของริปเปิ้ล (ripple) ในช่วงความถี่ผ่าน รูป 2.25 แสดง 0.1 dB ริปเปิ้ล ซึ่งส่วนโค้งเริ่มที่ $w/w_c = 1$ ซึ่งเป็นนอร์มอลไลซ์ คัทออฟ (normalized cutoff) หรือ 3 dB ความถี่

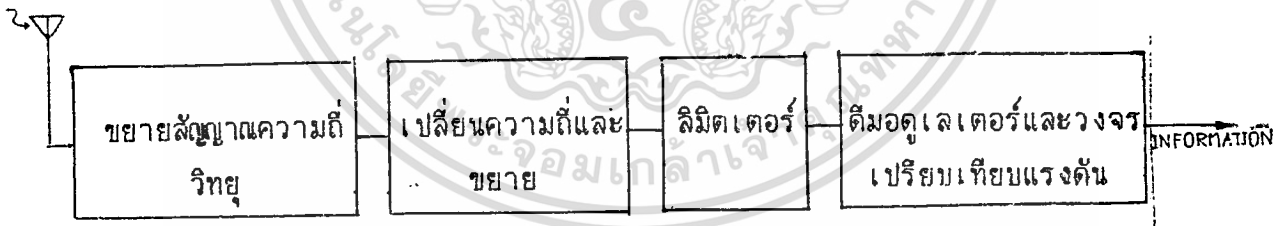
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แสดงลักษณะการลดทอนสำหรับวงจรกรองความถี่แบบเซบีเซปด้วยค่าริปเปิ้ล 0.1 dB

2.4 เครื่องรับ

เมื่อเครื่องส่งทำการมอดูเลตข่าวสาร และส่งให้ได้ระยะทางไกล เครื่องรับก็ทำหน้าที่รับสัญญาณนั้นมาแล้วแยกเอาข่าวสารที่ต้องการ ออกมา โดยให้ความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด เครื่องรับวิทยุ ที่นิยมกันมากก็คือ เครื่องรับแบบรเอทเทอโรไดนาญ์ (heterodyne) ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมดังรูป 2.25



รูปที่ 2.25 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องแบบเอทเทอโรไดนาญ์ และสามารถอธิบายการทำงานของแต่ละบล็อกได้ดังนี้

2.4.1 ภาคขยายสัญญาณความถี่วิทยุ (RF AMPLIFIER)

ทำหน้าที่ขยายสัญญาณขนาดเล็กๆ ที่เข้ามาทางสายอากาศให้ มีขนาดสูงขึ้น วงจรขยายในส่วนนี้มักจะมีอัตราขยายไม่สูงนัก เป็นวงจร ในส่วนที่ช่วยให้ ความไวของเครื่องรับดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มซีเล็กติวิตี (Selectivity) และแยกส่วนวงจรโลคัลออสซิลเลเตอร์ของภาคเปลี่ยนความถี่ ออกจากสายอากาศ ไม่ให้สัญญาณที่ผลิตขึ้น ย้อนกลับสู่สายอากาศ แล้วทำการส่งออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ภาคเปลี่ยนความถี่ (Frequency converter)

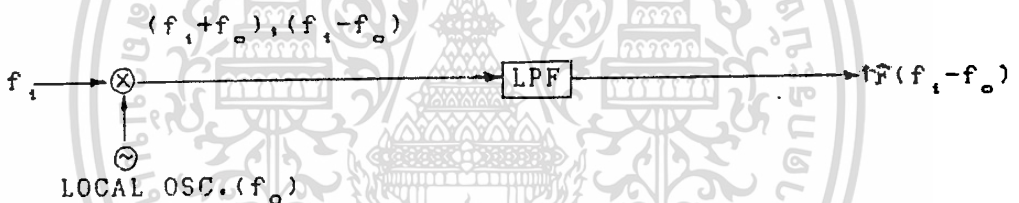
หัวหน้าที่เปลี่ยนความถี่คลื่นวิทยุที่เข้ามาทางสายอากาศ ผ่านภาคขยายสัญญาณความถี่วิทยุแล้ว ให้มีความถี่ต่ำลง เพื่อให้วงจรในส่วนหลังทำงานที่ความถี่ต่ำๆ การออกแบบวงจรง่ายขึ้น และอัตราขยายของวงจรขยายดีกว่าเมื่อทำงานที่ความถี่สูง ที่วงจรส่วนนี้จะมีผลิตคลื่นหนึ่ง ที่วงจรกำเนิดความถี่ท้องถิ่น (local oscillator) เพื่อทำการผสม (mixed) กับคลื่นที่เข้ามาทางสายอากาศ

ถ้าให้คลื่นที่เข้ามาทางสายอากาศมีความถี่ = f_i

และคลื่นที่กำเนิดมาจากวงจรถ่ายความถี่ท้องถิ่นมีความถี่ = f_o (มักต่ำกว่า f_i)

ผลที่ได้เมื่อทำการผสมกันแล้วจะเกิดความถี่หลักๆ 2 ความถี่คือ $f_o + f_i$ และ $f_i - f_o$ และโดยปกติเราจะกรองเอาความถี่ $f_i - f_o$ มาใช้งานโดยผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (low pass filter) ความถี่ที่เรานำมาใช้นี้เรียกว่าความถี่กลาง (Intermediate frequency)

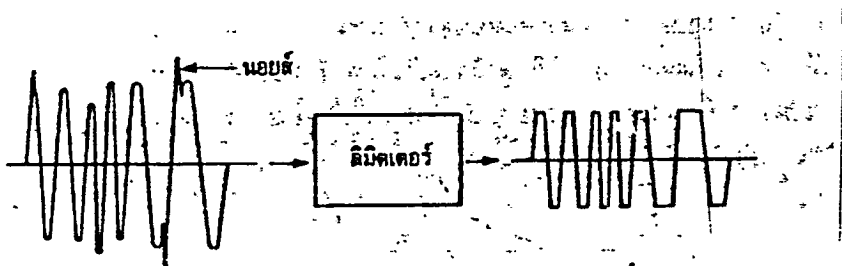
สรุปบล็อกไดอะแกรมของภาคเปลี่ยนความถี่ได้ ดังรูป 2.26



รูป 2.26 แสดงบล็อกไดอะแกรมของภาคเปลี่ยนความถี่

2.4.3 ภาคลิมิตเตอร์ (limiter)

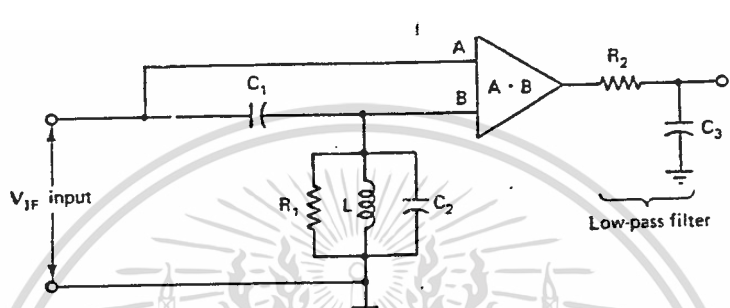
ทำหน้าที่ขลิบขนาด (amplitude) ของสัญญาณความถี่กลางทั้งทางด้านบวก และด้านลบ ทำให้สัญญาณรบกวน (noise) ที่ติดมากับขนาดของสัญญาณถูกกำจัดไปด้วย แต่ความถี่ยังคงเดิม หลักการของวงจรถ่ายก็คือนำสัญญาณความถี่กลางที่มีขนาดเกินช่วงทำงานของวงจรถ่าย (overdrive) โดยให้วงจรอ้อมตัวและคัทออฟที่ยอดคลื่นสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ



รูป 2.27 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของลิมิตเตอร์

2.4.4 ภาคแยกสัญญาณข่าวสาร (Detector)

ทำหน้าที่แยกสัญญาณข่าวสารออกมาจกาคลื่นพาหะ วงจรที่ทำหน้าที่เป็นวงจร detector มีอยู่หลายวงจร ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงวงจรเดียวคือ ควอดราเจอร์ดีเทคเตอร์ (Quadrature detector)



รูป 2.28 แสดงวงจรควอดราเจอร์ดีเทคเตอร์

จากรูป 2.28 จะเห็นว่าวงจรประกอบด้วย op amp ซึ่งมี function ซึ่งให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นผลคูณจุดทางคณิตศาสตร์ ของสัญญาณอินพุต 2 สัญญาณ

ที่ความถี่ศูนย์กลาง (center frequency; f_c) L และ C_2 จะ รีโซแนนซ์ ทำให้สัญญาณที่อินพุต A และ B มีเฟสต่างกัน 90 องศา เรียกว่าควอดราเจอร์กัน จะให้เอาต์พุตออกมาเท่ากับ 0 ($A \cdot B = [A][B] \cos \phi$) เมื่อความถี่เบี่ยงเบนไปจากความถี่ศูนย์กลาง ก็จะทำให้เอาต์พุตออกมาต่าง ๆ กัน

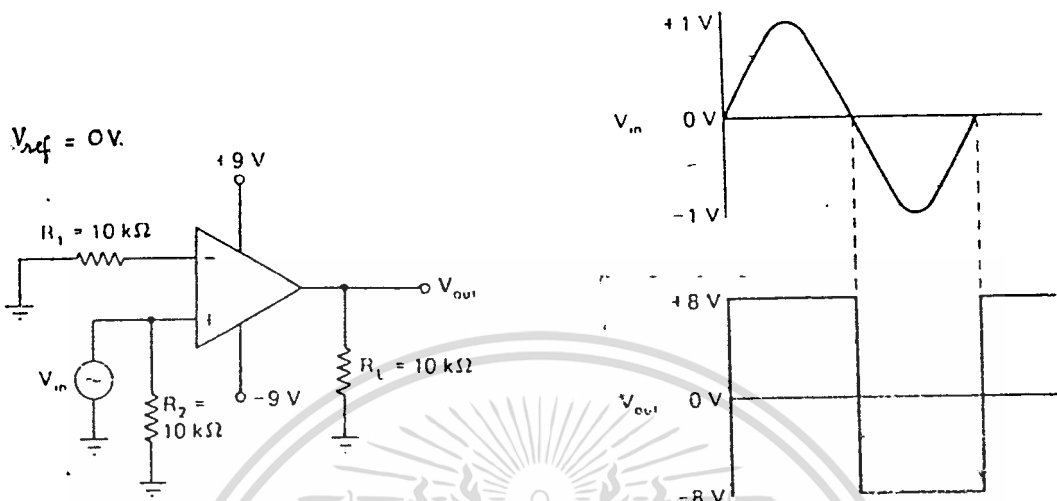
โดยขนาดของสัญญาณเอาต์พุต จะขึ้นอยู่กับความถี่ที่เบี่ยงเบนไป คือ เมื่อความถี่เพิ่มขึ้น ขนาดของเอาต์พุตจะเพิ่มขึ้น และในทางกลับกันที่ความถี่ต่ำลง ขนาดของเอาต์พุตก็จะลดลงด้วย

ที่เอาต์พุตจะยังคงมีสัญญาณความถี่ปานกลาง (f_c) ออกมาบ้าง สามารถกำจัดได้โดยใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (LOW PASS FILTER) ก็จะได้ออกมาเฉพาะสัญญาณข่าวสารเท่านั้น

วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Comparater circuit)

ใช้หลักการของออปแอมป์ในอุดมคติ (Ideal op amp) ซึ่งทำงานในลักษณะลูปเปิดคือ ที่อินพุตทั้งสองมีความต่างศักย์เท่ากัน และถือว่าอัตราขยายเป็นอนันต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.29 แสดงวงจรเปรียบเทียบแรงดันและสัญญาณอินพุต - เอาท์พุท

จากรูป 2.29 ที่อินพุตขาลบของออปแอมป์จะมีแรงดันไฟฟ้าค่าหนึ่ง เรียกว่า ความต่างศักย์อ้างอิง (Reference voltage) ดังนั้นที่อินพุตขาบวกของออปแอมป์ จะมีความต่างศักย์เท่ากับ ขาลบด้วย เมื่อมีสัญญาณป้อนเข้าที่ขาบวก วงจรจะทำการเปรียบเทียบแรงดัน ถ้าศักย์ที่ขาบวกมากกว่า ออปแอมป์จะขยายสัญญาณด้วยอัตราขยายเป็นอนันต์ ให้เอาท์พุทออกมาเป็นบวก เกือบเท่า V_{cc} ถ้าศักย์ที่ขาบวกต่ำกว่า ออปแอมป์จะทำการขยายด้วยอัตราขยายเป็นอนันต์เช่นกัน และให้เอาท์พุทออกมาเป็นลบ เกือบเท่า V_{cc}

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 การออกแบบวงจรเข้ารหัส (ENCODER) และวงจรถอดรหัส (DECODER)

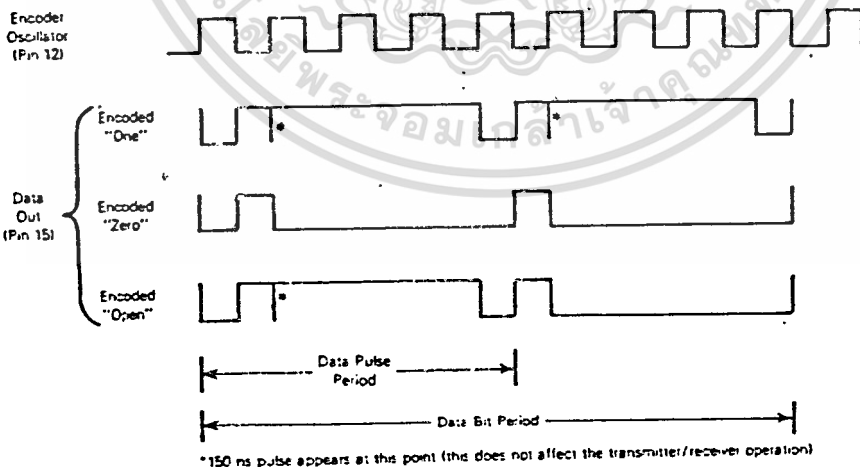
ในการส่งข้อมูลผ่านระบบวิทยุ จำเป็นต้องส่งข้อมูลแบบอนุกรม ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการแปลงรหัสที่เข้ามาเป็นแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรม แล้วทำการผสมคลื่นออกอากาศไป

ตัวเข้ารหัส

สำหรับโครงงานนี้ ใช้ไอซี MC 145026 เป็นตัวเข้ารหัส โดยจะทำการเข้ารหัสแอดเดรส (ADDRESS) 5 บิต และเป็นรหัสข้อมูล 4 บิต

การทำงาน

MC 145026 จะให้การเข้ารหัสแอดเดรสแบบไตรนารี (TRINARY) 5 บิต และรหัสข้อมูลแบบฐานสอง 4 บิต ในการแปลง ไอซีจะนำข้อมูลมาทีละบิต ทำการเข้ารหัสดังรูปที่ 3.1 แล้วส่งออกไปด้วยความเร็วค่าหนึ่ง ขึ้นอยู่กับความถี่ของการเข้ารหัสข่าวสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับ R_{e} , R_{TC} และ C_{TC} รหัสข้อมูลจะถูกส่งออกไป 2 ครั้ง โดยมีระยะห่างกัน 3 เท่าของช่วงเวลา 1 บิต เพื่อลดความผิดพลาด

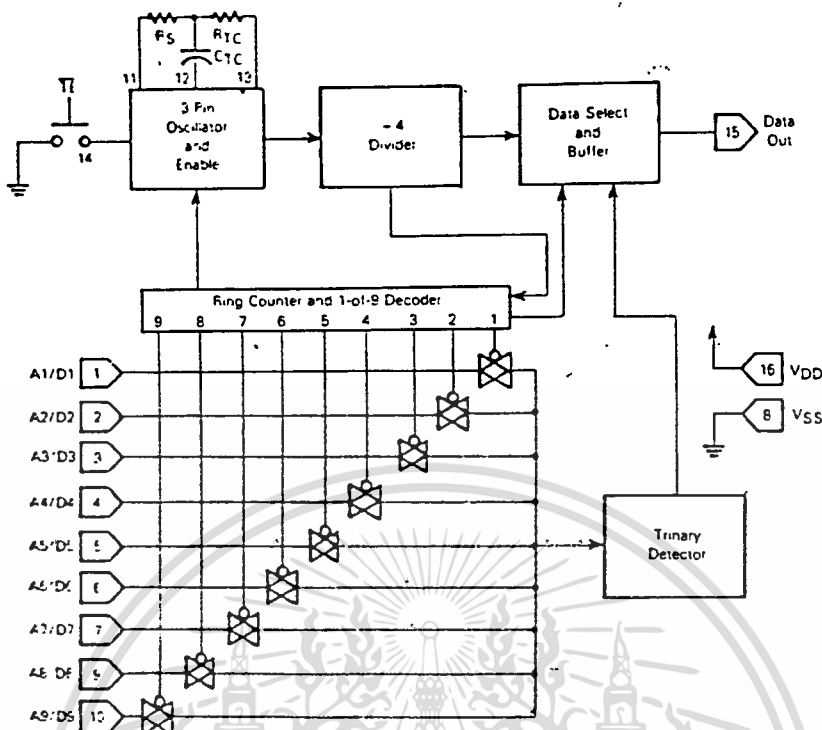


รูป 3.1 รูปแสดงการเข้ารหัสแต่ละบิตของ MC 145026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 4 - ENCODER BLOCK DIAGRAM MC145026



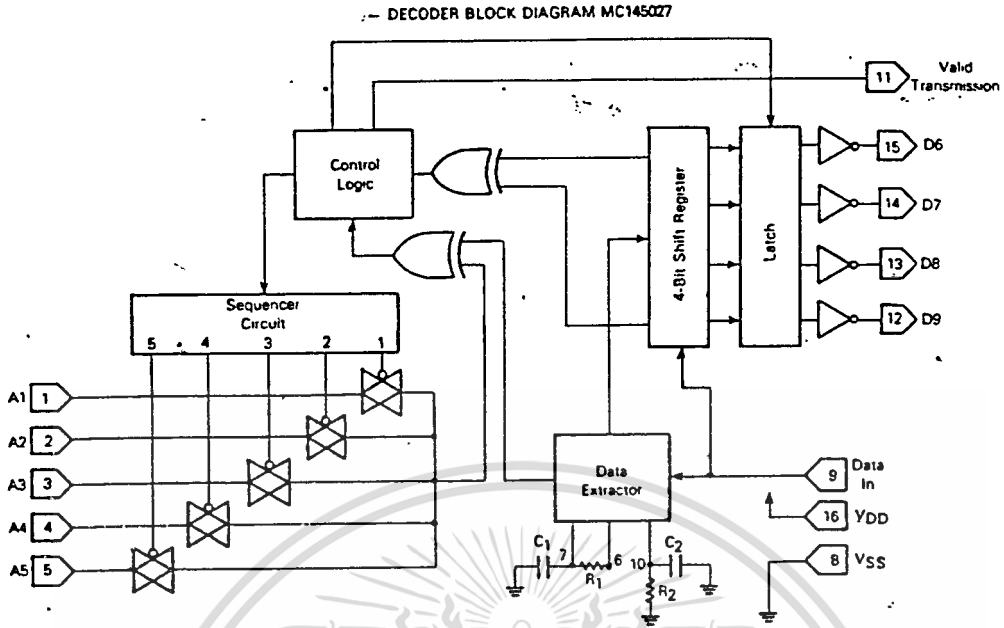
รูป 3.2 รูปแสดงบล็อกโดยแกรมการทำงานของ MC 145026

ตัวถ่วงรหัส

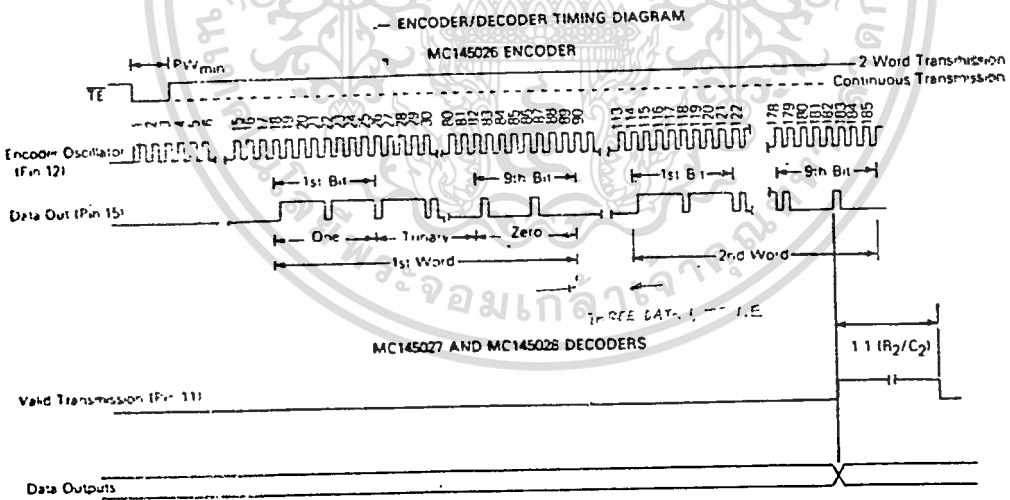
สำหรับตัวถ่วงรหัสของโครงงานนี้ใช้ไอซี MC 145027 ซึ่ง
เป็นคู่กับ MC 145026 คือจะทำการถ่วงรหัสแอดเดรส 5 บิต และรหัสข้อมูล 4 บิต

การทำงาน

ไอซีจะรับข้อมูลเข้ามา 5 บิตแรก (เป็นรหัสแอดเดรส)
แล้วตรวจสอบกับแอดเดรสของตัวเอง ถ้าไม่ตรงก็จะไม่รับข้อมูลเข้ามาอีก ถ้าตรงก็จะ
เก็บข้อมูลส่วนที่เหลือ 4 บิตไว้ ในการรับเข้ามามี R_1 และ C_1 เป็นตัวถ่วงรหัส
ว่าบิตนั้นๆเป็น ไตรนารี หรือ ไบนารี แบบใด (0,1 หรือ OPEN) แล้วเข้าซ้ำอีก 1
ครั้ง ถ้าตรงอีกก็จะส่งข้อมูล 4 บิตหลังจากออกมา พร้อมกับให้ขา V_T (VALID
TRANSMISSION) เป็น 1 นานเท่ากับ 4 เท่าของระยะเวลา 1 บิต โดยมี R_2 และ
 C_2 เป็นตัวกำหนดเวลา



รูป 3.3 รูปแสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของ MC 145027



รูป 3.4 ภาพแสดงแผนภูมิเวลาของ MC 145026 และ MC 145027

ดังนั้น

ในการใช้งานจึงต้องทราบ

1. ความถี่ในการเข้ารหัสข้อมูล = f_o ขึ้นอยู่กับค่า R_{Tc} และ C_{Tc}

2. ค่าเวลาคงที่ (TIME CONSTANT) ที่ใช้ในการพิจารณาการรหัสของแต่ละบิตในวงจรถอด

เอร์รหัส ($R_{Tc}C_{Tc}$) การที่สวจนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าเวลาการพิจารณาการสิ้นสุดการส่งข้อมูล ($R_2 C_2$)

ข้อมูลการออกแบบ

$$f = \frac{1}{23R_{TC}C_{TC}} \quad (H_z) \quad (3.1)$$

$$23R_{TC}C_{TC} \quad (3.2)$$

$$1 \text{ KH}_z \leq f \leq 400 \text{ KH}_z \quad (3.3)$$

$$C_{TC} = C_{TC} + C_{in\text{out}} + 12 \text{ pF} \quad (3.4)$$

$$R_B = 2R_{TC} \quad (3.4)$$

$$R_B \geq 20K$$

$$R_{TC} \geq 10K$$

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

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

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

จากการคำนวณ ใช้ $R_{TC} = 50K$

$$C_{TC} = 5000 \text{ pF}$$

$$\text{ได้ } f_0 = 1.71 \text{ KH}_z$$

$$R_B = 100K$$

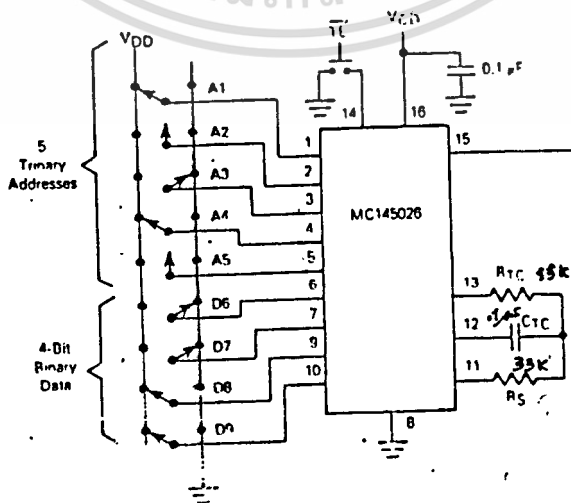
$$\text{ใช้ } R_1 = 50K$$

$$C_1 = 0.02 \mu\text{F}$$

$$R_2 = 200K$$

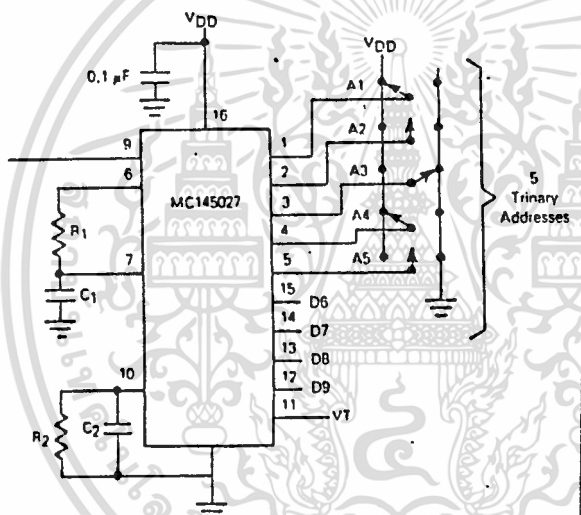
$$C_2 = 0.01 \mu\text{F}$$

วงจรเข้าหลัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการรูป 3.5 วงจรเข้าหลัก ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรถอดรหัส

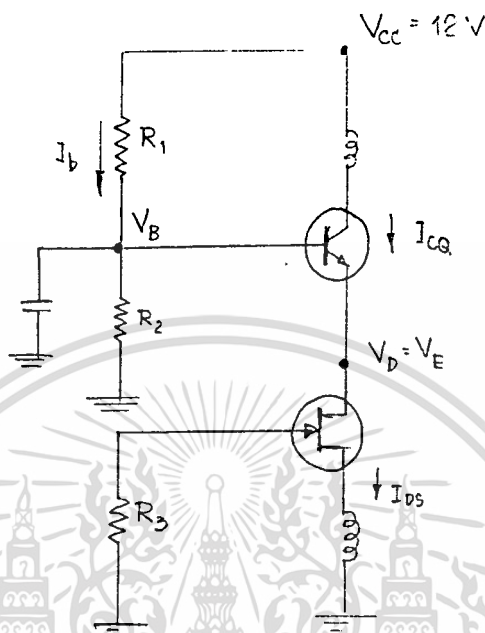


รูป 3.6 วงจรถอดรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจรออสซิลเลเตอร์

เลือกใช้งานทรานซิสเตอร์ ออสซิลเลเตอร์ (COPITT OSCILLATOR) โดยมีวงจรคอมมอนเบส (COMMON BASE) ทำหน้าที่เป็นวงจรบัฟเฟอร์ (BUFFER) ดังรูป



รูป 3.7 รูปแสดงการออกแบบไบอัส (BIAS) วงจรออสซิลเลเตอร์และบัฟเฟอร์

การไบอัส

สำหรับ J-FET เมื่อ $V_{GS} = 0$ $I_D = I_{DSS}$

($I_{DSS} = 10 \text{ mA}$ สำหรับ J-FET เบอร์ 2SK241)

กำหนด $V_D = V_E = 5 \text{ V}$

จะได้ว่า $V_B = 5.7 \text{ V}$

เลือก $I_B = 1 \text{ mA}$

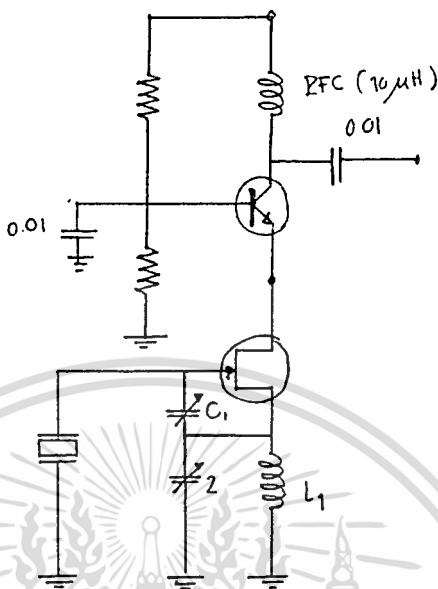
จะได้ว่า $R_1 = V_B / I_B$ (3.5)

$$= 5.7 \text{ V} / 1 \text{ mA} = 5.7 \text{ K}$$

$R_2 = V_{CC} - V_B / I_B$ (3.6)

$$= 12 - 5.7 / 1 \text{ mA} = 6.3 \text{ K}$$

$R_3 = 100 \text{ K}$

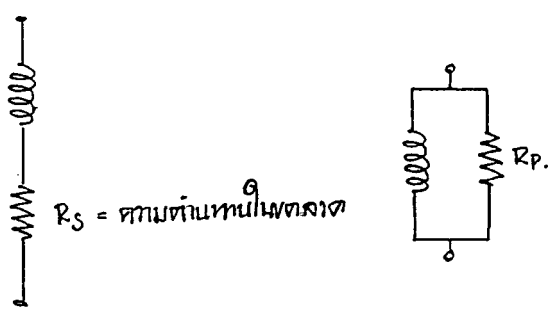


รูป 3.8 วงจรออสซิลเลเตอร์และปัมป์เฟอร์
 เนื่องจากว่าใช้คริสตอล (X-TAL) 3rd โอเวอร์โทน (OVERTONE) 27.125 MHz ดังนั้น L₁ และ C₂ จะเป็นตัวบังคับให้ วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ 3rd โอเวอร์โทน (ไม่ใช่ออสซิลเลเตอร์ที่ฟัลดาเมนทัล [FUNDAMENTAL]) โดย L₁ และ C₂ จะเรโซแนนซ์ (RESONANCE) ที่ความถี่ 27.125 MHz สำหรับวงจรพาราเรล เรโซแนนซ์ (PARALLEL RESONANCE)

จะได้ว่า

$$Q = \frac{R}{X} \quad (3.7)$$

สำหรับ L₁ นั้น จะมีวงจรเสมือน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประมาณค่า $R_p \approx 5K$

เลือก $Q = 50$

จะได้ว่า $j\omega L_1 = \frac{R}{Q}$ (3.8)

$L_1 = 0.58 \mu H$

$C_2 = 59 pF$

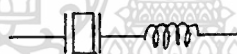
เนื่องจากวงจรคอมมอนซอร์ส (COMMON SOURCE) มี $A_v < 1$ (จากการวัดที่ความถี่ 27 MHz ได้ A_v ประมาณ 0.6) ดังนั้น ฟีดแบค แฟคเตอร์ (FEEDBACK FACTOR) ประมาณ 2 ก็เพียงพอที่จะทำให้ลูปลเกน (LOOP GAIN) > 1

$\beta = \frac{(X_{c1} + X_{c2})}{X_{c1}}$ (3.9)

$C_2 = \frac{(X_{c1} + X_{c2})}{X_{c2}}$ (3.10)

$C_1 = 59 pF$

เนื่องจากคริสคอลลนั้นมีค่า Q สูงมาก การที่จะทำให้ความถี่ เบี่ยงเบน จะต้องใช้คาร์รีแอกทีฟ (REACTIVE) มาต่อ

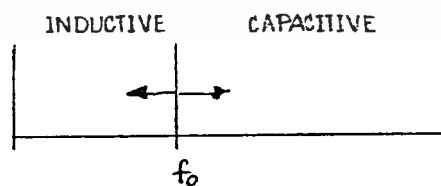


จะทำให้ความถี่ต่ำลง



จะทำให้ความถี่สูงขึ้น

โดยมีคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงความถี่ดังรูปที่ 3.9

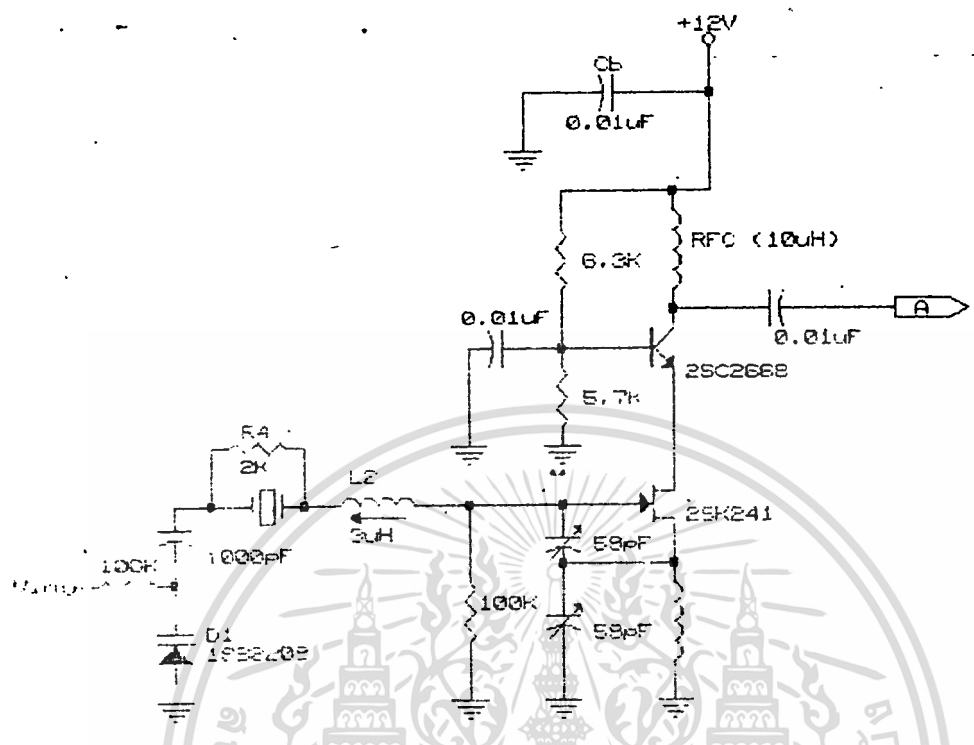


รูป 3.9 รูปแสดงคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงความถี่

แต่ช่วงที่ความถี่สามารถเบี่ยงเบนไปได้ั้น การใส่ตัวเก็บประจุ

(CAPACITIVE) จะทำให้มีการเบี่ยงเบนความถี่ได้มากกว่าการใส่ตัวเหนี่ยวนำ (INDUCTIVE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.10 วงจรออสซิลเลเตอร์ที่สมบูรณ์

เนื่องจากพารามิเตอร์ของคริสตัลนั้นไม่สามารถหาได้ เช่น ค่าสแตติกคาปาซิแตนซ์ (STATIC CAPACITANCE) และค่าไดนามิกคาปาซิแตนซ์ (DYNAMIC CAPACITANCE) ดังนั้น ค่า L_2^* , R_4^* จึงเป็นค่าที่ได้จากการทดลอง และ D_1 เป็นวาริแคปไดโอด (VARICAP DIODE) ซึ่งมีค่า $c_{min} \approx 5 \text{ pF}$ (12 V) $c_{max} = 15 \text{ pF}$ (0 V) สำหรับ R_4^* ใส่เพื่อให้การออสซิลเลทมีเสถียรภาพดีขึ้น ไม่เกิดการกระโดดไปออสซิลเลทที่ความถี่อื่น และเริ่มการออสซิลเลทได้ดีขึ้น

3.3 การออกแบบภาคขยายกำลัง

ภาคขยายกำลังในโครงงานนี้ประกอบด้วยบัฟเฟอร์, วงจรขยาย 2 วงจร และสุดท้ายเป็นวงจรขยายกำลัง (POWER AMPLIFIER)

การออกแบบวงจรบัฟเฟอร์

ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N3904 โดยป้อน $V_{cc} = 1.2$

V ดังรูป เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรขยาย 2 วงจรต่อกัน

วงจรขยาย 2 วงจรต้องนำมาต่อกันเพื่อให้ได้อัตราขยายกำลัง 20 dB โดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N3866 ในแต่ละวงจร

กำลังเอาต์พุตที่ต้องการ $P_o = 1000 \text{ mW} = 300 \text{ dB}_m$

แต่ละวงจรมีอัตราขยายกำลัง 10 dB

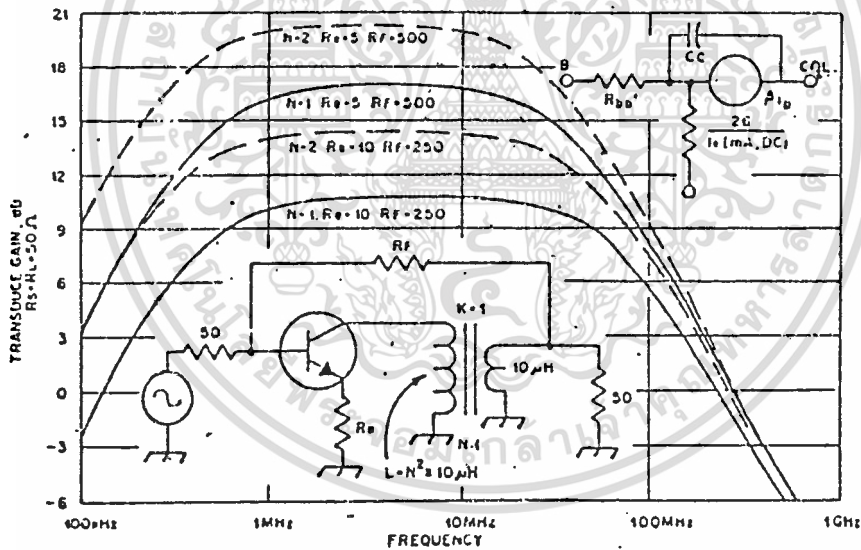
วงจรขยายคลาส A มีประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 50 % จึงประมาณกำลังเอาต์พุตของวงจรแรกเป็น 200 mW

ความต้านทานอินพุตและเอาต์พุตของวงจรหาได้จากความ

สัมพันธ์อัตราขยายกำลังของวงจรดังรูป 3.12

$$R_{in} \approx 50 \text{ ohm}$$

$$R_{out} \approx 50 \text{ ohm}$$



รูป 3.12 แสดงความสัมพันธ์ของค่าอุปกรณ์ที่ใช้ป้อนกลับสัญญาณช่วงความถี่ที่ได้

ความเหมาะสมของการป้อนกลับที่มีผลต่อช่วงความถี่ที่ต้องการเลือกได้จากกราฟดังรูป 3.12 เมื่อเลือกช่วงความถี่ตั้งแต่ความถี่ต่ำ 300 kHz ที่อัตราขยายประมาณ 15 dB จะใช้ได้ถึงความถี่สูงประมาณ 80 MHz ต้องป้อนกลับโดยมีสัดส่วนของขดลวด (N) = 1 และความต้านทาน $R_p = 5 \text{ ohm}$, $R_f = 500 \text{ ohm}$

การไบอัสทรานซิสเตอร์ของวงจรส่วนแรกเป็นดังรูป 3.2.2

มีการคำนวณดังนี้
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากวงจรมีประสิทธิภาพ < 50 %

ต้องการ $P_o \sim 100 \text{ mW}$

เพราะฉะนั้น เลือก $P_s = 400 \text{ mW}$

$$P_s = V_{cc} I_{cQ} \quad (3.11)$$

$$I_{cQ} = 33 \text{ mA}$$

กำหนด $V_E = 1 \text{ V}$

เพราะฉะนั้น $R_E = V_E / I_{cQ} \quad (3.12)$

$$= 1/33 \text{ mA} = 30.3 \text{ ohm}$$

โดยมีบายพาสคาปาซิเตอร์ให้เหลือ R_E เมื่อทำงานกับกระแสสลับเท่ากับ 5 ohm ที่ขาเบสต้องมีแรงดัน $V_B = 1.7 \text{ V}$

กระแสที่ไหลอยู่ $I_B = I_C / \beta \quad (3.13)$

$$= 33 \text{ mA} / 25$$

$$= 1.2 \text{ mA}$$

เลือก $I_{RB2} = I_B = 1.2 \text{ mA}$

เพราะฉะนั้น $I_{RB1} = 2.4 \text{ mA}$

$$R_{B1} = V_{cc} - V_B / I_{RB1} \quad (3.14)$$

$$= (12 - 1.7) / 2.4 \text{ mA} = 4291 \text{ ohm}$$

$$R_{B2} = V_B / I_{RB2} \quad (3.15)$$

$$= 1.7 / 1.2 \text{ mA} = 1416 \text{ ohm}$$

เนื่องจากต้องการ $R_C = 500 \text{ ohm}$ จึงต้องใช้คาปาซิเตอร์คร่อมความต้านทานไว้ส่วนหนึ่งที่มีความต้านทาน = $1250 - 500 = 3791 \text{ ohm}$

$$R_C \sim R_{out} \\ = 50 \text{ ohm}$$

ดังนั้น จะได้วงจรมีประสิทธิภาพกำลังวงจรแรกเป็นดังรูป 3.13

โดยจากการทดลองได้

$$G = 10 \text{ dB}$$

$$P_o (1 \text{ dB compression}) = 150 \text{ mW}$$

กำลังเอาต์พุตของวงจรมีประสิทธิภาพกำลังวงจรที่สอง

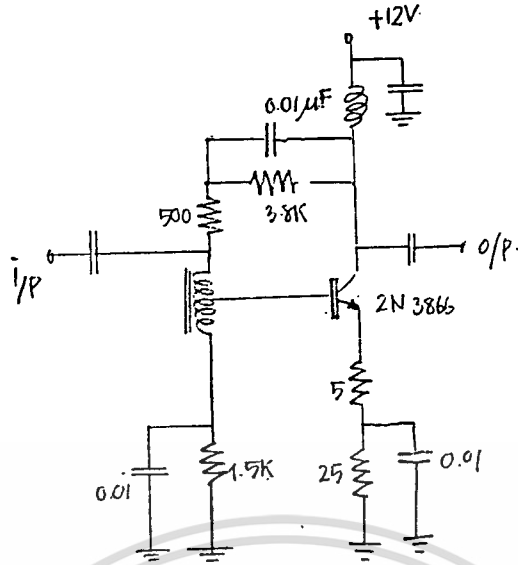
$$P_o = 1000 \text{ mW}$$

ให้ $P_{supply} = 2000 \text{ mW}$

จาก $I_C = P_{supply} / V_{cc} \quad (3.16)$

$$= 2000 \text{ mW} / 12 \text{ V}$$

$$= 166 \text{ mA}$$



รูป 3.13 วงจรขยายกำลังวงจรแรก

$$R_E = V_E / I_C \tag{ 3.17 }$$

$$= 1V / 166 \text{ mA} = 6 \text{ ohm}$$

โดยต้องขยายพาสให้เหลือ R_E เมื่อมีกระแสสลับเท่ากับ 5 ohm

$$I_B = I_C / \beta \tag{ 3.18 }$$

$$= 166 \text{ mA} / 25 = 6.64 \text{ mA}$$

เลือก $I_B = I_{RB2}$

จากสมการ (3.14)

$$R_{B1} = (12 - 2) / 13.28 \text{ mA}$$

$$= 753 \text{ ohm}$$

จากสมการ (3.15)

$$R_{B2} = 2V / 6.64 \text{ mA}$$

$$= 301 \text{ ohm}$$

ค่าอุปกรณ์ที่ได้จากการคำนวณประกอบเป็นวงจรดังรูป 3.14

โดยจากการทดลองได้

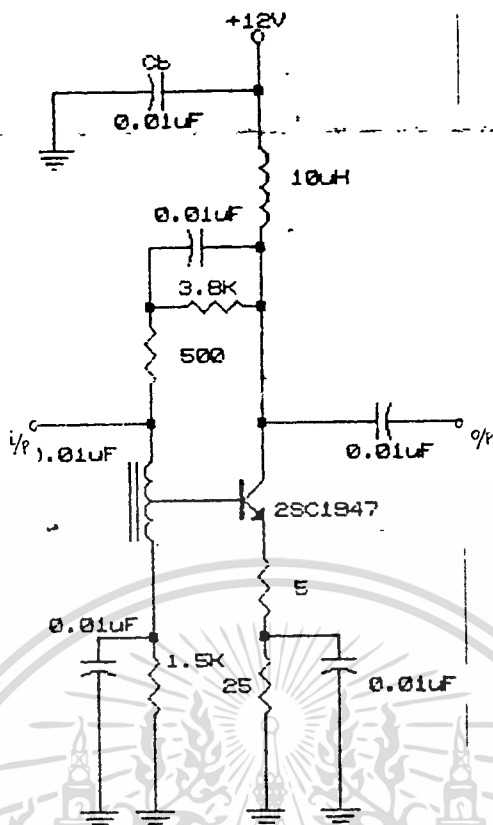
$$G = 10 \text{ dB}$$

$$P_o (1 \text{ dB compression}) = 800 \text{ mW}$$

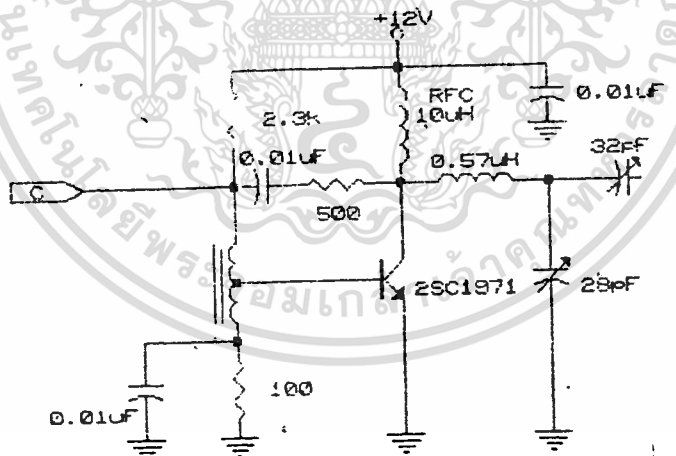
วงจขยายกำลังความถี่วิทยุ

(RF - POWER AMPLIFIER CIRCUIT)

สำหรับโครงการนี้จะใช้วงจรดังรูป 3.15



รูป 3.14 แลตวงจรขยายกำลังวงจรที่ล่อง



รูป 3.15 วงจรขยายกำลังความถี่วิทยุ

สำหรับวงจรนี้ เป็นวงจรขยายแบบคลาส C แต่จะไบอัสไว้

เล็กน้อย เพื่อให้ขับได้ง่ายขึ้น

จะไบอัสให้ $V_B \approx 0.5 \text{ V}$

เลือก $I_{B, \text{quiescent}} = 5 \text{ mA}$

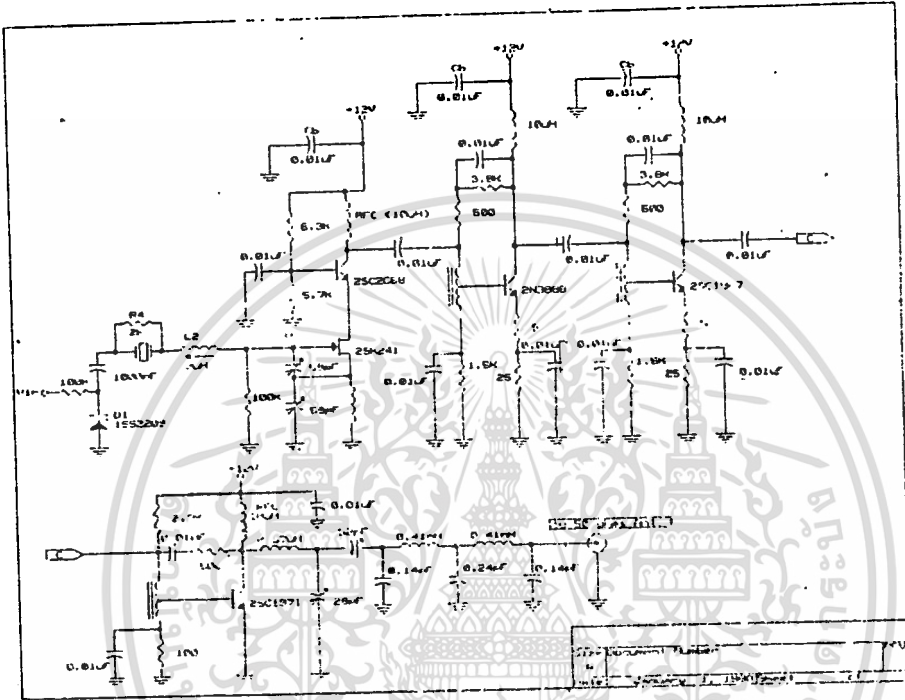
จากสมการ (3.5) $R_1 = 0.5/5\text{mA} = 100 \text{ ohm}$

จากสมการ (3.6) $R_2 = (12 - 0.5)/5\text{mA} = 2.3\text{K}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับอินพุตนั้น ใช้ทรานส์ฟอร์มเมอร์แบนด์พาส (BROUD BAND TRANSFORMER) เป็นวงจรแมทชิง (MATCHING) โดยมีอัตราส่วนจำนวนรอบ (TURN RATIO) = 2:1 (Z-RATIO = 4:1)



รูป 3.16 รูปแสดงวงจรรวม
จากผลการทดลอง ได้

- G ≈ 8 dB
- $P_o = 5\text{ W}$
- I = 900 mA
- ประสิทธิภาพ ≈ 46 %

3.4 แมทชิงเพ็ทเวิร์ค

ความต้องการ

1. ใช้กับแหล่งจ่ายไฟขนาด 12 V
2. กำลังงาน 5 W ที่โหลด 50 ohm
3. ใช้กับความถี่ 27 MHz

คำนวณคอลเลคเตอร์ โหลด รีซิสแตนซ์ (COLLECTOR LOAD

RESISTANCE) จาก
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_L = V_{cc}^2 / 2P_o \quad (3.19)$$

$$= 14.4 \text{ ohm}$$

ดังนั้น ต้องให้เน็ทเวิร์คเปลี่ยนโหลด 50 ohm มาเป็น 14.4 ohm ที่คอลเลคเตอร์ จึงจะได้กำลังงาน 5 W ที่ 50 ohm พิจารณาเน็ทเวิร์ค เลือกเน็ทเวิร์ค A โดยกำหนดให้ $Q = 7$ จากตารางเน็ทเวิร์ค A ในภาคผนวก จะได้ว่า

$$X_{C_4} = 180 \text{ ohm} \rightarrow C_4 = 32 \text{ pF}$$

$$X_{C_3} = 206 \text{ ohm} \rightarrow C_3 = 28 \text{ pF}$$

$$X_{L_2} = 98 \text{ ohm} \rightarrow L_2 = 0.57 \text{ H}$$

การพิจารณาเอาท์พุทแมต칭 (OUTPUT MATCHING)

เอาท์พุทแมต칭เน็ทเวิร์ค (OUTPUT MATCHING NETWORK)

สามารถคำนวณได้ แต่ก็ต้องเสียเวลามากพอสมควร เพื่อให้ง่ายและสะดวก จะนำเอาการคำนวณที่สำเร็จรูปจากคอมพิวเตอร์สำหรับเน็ทเวิร์คต่างๆมาสรุปในตารางที่ให้ไว้ในภาคผนวก แต่ละเน็ทเวิร์คให้ผลในการลดทอนสัญญาณฮาร์โมนิก (HARMONIC) ได้ดี

เน็ทเวิร์ค A จะใช้กับกรณีเมื่อ $R_L < R_s$

เน็ทเวิร์ค B เป็น P_1 เน็ทเวิร์ค จากตาราง ถ้า R_s มีค่าน้อยกว่า R_L จะพบว่า L จะมีค่าน้อยมาก และ C มีค่าใหญ่ มากไม่สามารถสร้างได้จริงในทางปฏิบัติ ดังนั้น วงจร P_1 เน็ทเวิร์คจึงเหมาะที่ $R_s > R_L$

เน็ทเวิร์ค C แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ทั้งสองจะเหมาะสมเมื่อ $R_s < R_L$

เน็ทเวิร์ค D เป็น "TEE" เน็ทเวิร์ค ใช้ได้ทั้งกรณี $R_s < R_L$ หรือ $R_s > R_L$ สำหรับเน็ทเวิร์คนี้จะให้ประสิทธิภาพสูงมาก

3.5 การออกแบบวงจรรองความถี่ต่ำ

การออกแบบวงจรรองความถี่ต่ำที่ใช้ในวงจรโทรคมนาคมนั้นพอจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นวงจรรองความถี่ที่ใช้กับสัญญาณที่มีค่าต่ำๆ เช่น วงจรรองความถี่ที่ใช้กับสัญญาณพวกที่เป็นสัญญาณเสียง ในวงจรรองความถี่พวกนี้สามารถออกแบบวงจรรองความถี่แบบแอคทีฟ (ACTIVE) ได้ ส่วนที่สองเป็นวงจรรองความถี่ที่ใช้กับวงจรที่มีกระแสผ่านสูง เช่น วงจรรองความถี่ในวงจรขยายกำลังส่งออกของเครื่องส่งวิทยุ เป็นต้น ในวงจรรองความถี่แบบนี้ จำเป็นต้องใช้วงจรแบบพาสซีฟ (PASSIVE) แม้ว่าจะเกิดค่าสูญเสียก็ตาม

วิธีการออกแบบวงจรรองความถี่ต่ำแบบเชอริเพิล

โดยให้ $n = 5$ และมีริปล (RIPPLE) = 0.1 dB ค่าของความต้านทานซอร์ส (SOURCE) = 50 ohm ความต้านทานโหลด = 50 ohm

จากการนอร์มอลไลซ์ (NORMALIZE) ได้ค่า $R_o/R_L = 1$

และจากตารางในภาคผนวก จะได้ค่า

$$C_{n1} = 1.301$$

$$L_{n2} = 1.556$$

$$C_{n3} = 2.241$$

$$L_{n4} = 1.556$$

$$C_{n5} = 1.301$$

เราสามารถหาค่า L และ C ที่แท้จริงจากค่าที่นอร์มอลไลซ์

ได้ โดยกำหนดให้มีความถี่จุดตัดที่ 30 MHz และโหลดมีค่า 50 ohm

$$C = C_n / 2\pi f_c R \tag{3.20}$$

$$L = RL_n / 2\pi f_c \tag{3.21}$$

โดยที่ค่า

C = ค่า C จริงๆที่ใช้

C_n = ค่า C ต้นแบบจากการคำนวณ

L = ค่า L จริงๆที่ใช้

L_n = ค่า L ต้นแบบจากการคำนวณ

R = ค่าโหลดจริงๆที่ใช้

f_c = ค่าความถี่ที่จุดตัดจริงๆ

จากสมการ (3.20)

$$C_1 = 1.301 / 2\pi \times 30 \times 10^6 \times 50 = 0.14 \text{ pF}$$

$$C_3 = 2.241 / 2\pi \times 30 \times 10^6 \times 50 = 0.24 \text{ pF}$$

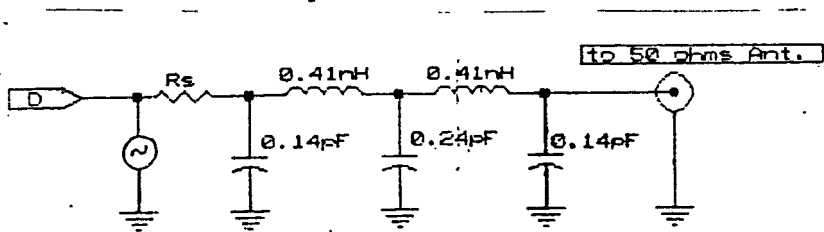
$$C_5 = C_1 = 0.14 \text{ pF}$$

จากสมการ (3.21)

$$L_2 = (50 \times 1.556) / (2\pi \times 30 \times 10^6) = 0.41 \text{ nH}$$

$$L_4 = (50 \times 1.556) / (2\pi \times 30 \times 10^6) = 0.41 \text{ nH}$$

จะได้วงจรของความถี่ต่ำดังรูป 3.16



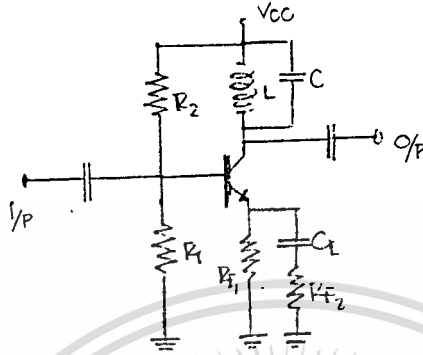
รูป 3.16 รูปแสดงวงจรของความถี่ต่ำผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า. ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา. และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบวงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ

เพื่อเป็นการเพิ่มความไวและเซเลกติวิตี (SELECTIVITY)

ให้กับเครื่องรับ ใช้วงจรขยายแบบเลือกความถี่ (TUNED AMPLIFIER)



รูป 3.17 แสดงวงจรขยายแบบเลือกความถี่ใช้เป็นวงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ

การคำนวณ

กำหนด $I_c = 10 \text{ mA}$
 $V_{cc} = 9 \text{ V}$
 เลือก $V_E = 1.5 \text{ V}$
 เพราะฉะนั้น $R_E = V_E / I_E$
 $= 1.5 / 10\text{mA} = 150 \text{ ohm}$ (3.22)

$V_B = 2.2 \text{ V}$
 เลือก $I_{BB} = 1 \text{ mA}$
 $R_1 = V_B / I_{BB}$ (3.23)
 $= 2.2 / 1\text{mA} = 2.2\text{K}$

$R_2 = (V_{cc} - V_B) / I_{BB}$ (3.24)
 $= 6.8 / 1\text{mA} = 6.8\text{K}$

วงจรเลือกความถี่

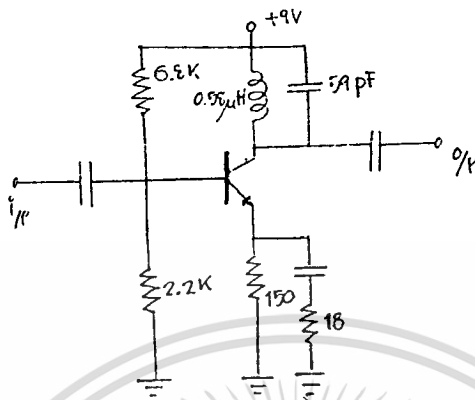
กำหนด $R_p \sim 5\text{K}$
 ค่า $Q = 50$
 จาก $Q = R/X$ (3.25)
 เพราะฉะนั้น $X_L = R/Q$ (3.26)
 $L = 0.58 \text{ H}$
 $C = 59 \text{ pF}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ R_E กระแสสลับ = 15 ohm

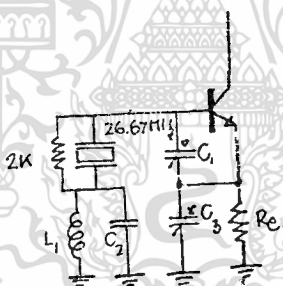
$$R_{E2} = 16.7 \text{ ohm}$$

จะได้วงจรดังรูป 3.18



รูป 3.18 วงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ

3.7 การออกแบบวงจรโลคัล ออสซิลเลเตอร์ (LOCAL OSCILLATOR)



รูป 3.19 แสดงวงจรโลคัลออสซิลเลเตอร์

จากรูป ใช้คริสตัล 26.67 MHz ซึ่งทำงานที่โอเวอร์โทนที่ 3

L_1 และ C_2 เป็นตัวมั้งับการออสซิลเลต
ดังนั้น

$$R_p \sim 5K$$

เลือก $Q = 50$

จาก สมการ (3.25) $Q = R/X$ (PARALLEL RESONANCE)

เพราะฉะนั้น

จาก สมการ (3.26) $j\omega L = R/Q$

$$L = 0.59 \mu H$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_2 = 60 \text{ pF}$$

$$C_1 = 60 \text{ pF}$$

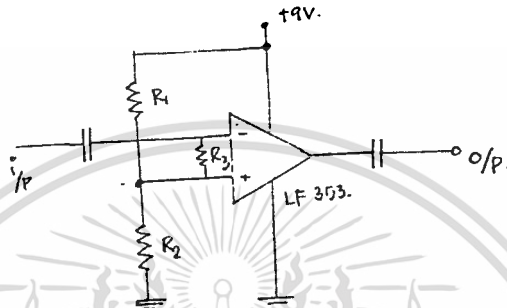
$$L_2 = L_1 = 0.59 \text{ mH}$$

$$C_3 = C_2 = 60 \text{ pF}$$

$$R_1 \text{ ได้จากการทดลอง} = 2\text{K}$$

3.8 การออกแบบวงจรเปรียบเทียบ (COMPARATOR)

เลือกใช้ไอซีออปแอมป์ เบอร์ LF 353 และได้วงจรดังรูป 3.20



รูป 3.20 แสดงวงจรเปรียบเทียบ

ใช้การไบอัสแบบซิงเกิลซัพพลาย (SINGLE SUPPLY) $R_1 = R_2$

$$R_1 = 100\text{K}$$

$$R_2 = 100\text{K}$$

$$R_3 = 3.9\text{K}$$

$$C_1 = 0.27 \text{ pF}$$

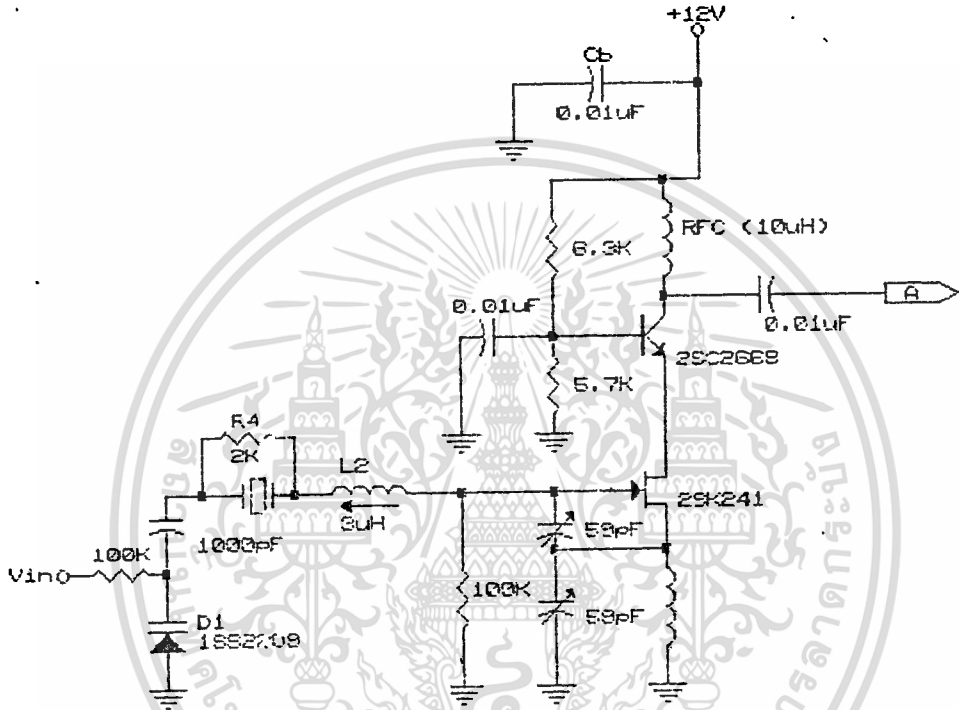
$$C_2 = 1 \text{ pF}$$

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

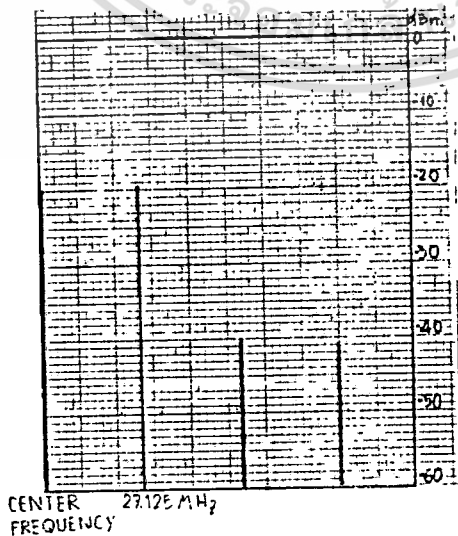
4.1 การทดลองเครื่องส่ง

4.1.1 วงจรกำเนิดความถี่



รูป 4.1 แสดงวงจรกำเนิดความถี่ที่ทำการทดลอง

ผลการทดลอง



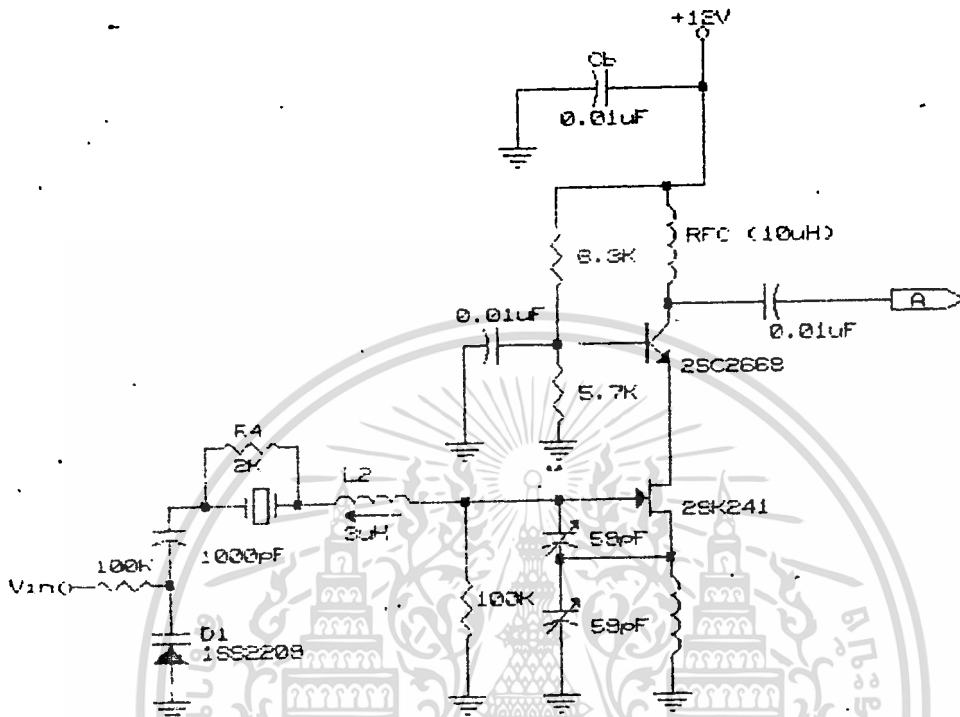
Scanwidth 20 MHz/DIV
Attenuation 30 dB

รูป 4.2 แสดงผลการทดลองวงกำเนิดความถี่

Power ของวงกำเนิดความถี่ = 10 dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 วงจรมอดูเลเตอร์ (Modulator)



รูป 4.3 แสดงวงจรมอดูเลเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง
จากการทดลองได้ผลการทดลองดังตาราง

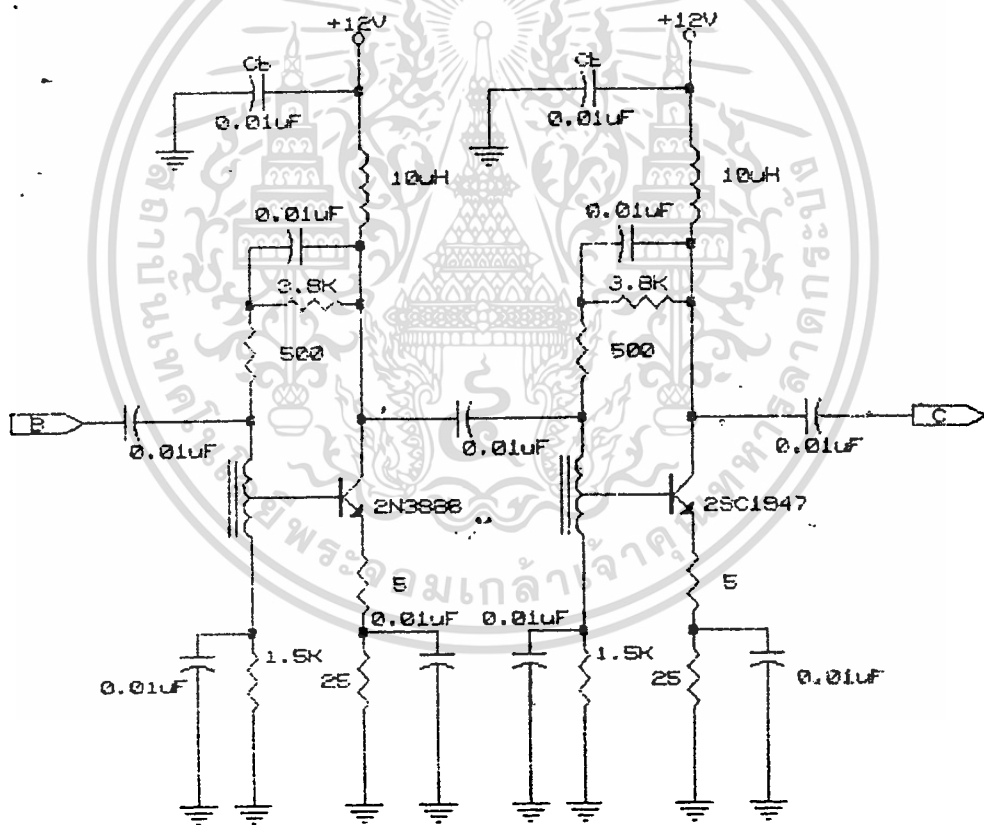
อินพุต (volts)	เอาต์พุต (MHz)
1	27.123
1	27.1238
2	27.1241
3	27.1243
4	27.1245
5	27.1246
6	27.1248
7	27.1250
8	27.1251
9	27.1252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุต (volts)	เอาต์พุต (MHz)
10	27.1253
11	27.1254
12	27.1255

ตาราง 4.1 แสดงผลการทดลองวงจรมอดูเลเตอร์

4.1.3 วงจรขยายสัญญาณ

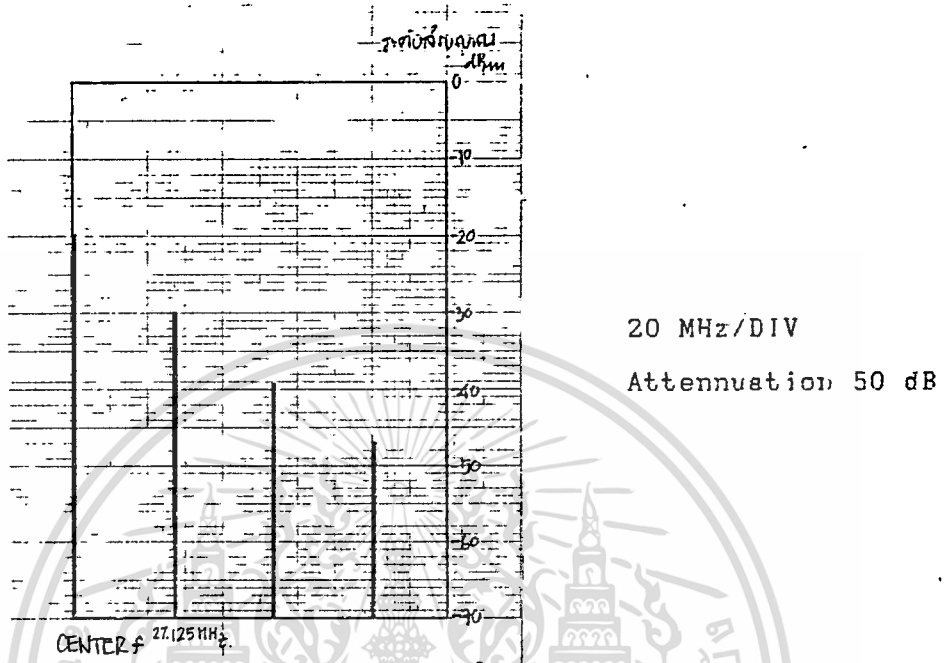


รูป 4.4 แสดงวงจรขยายสัญญาณที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

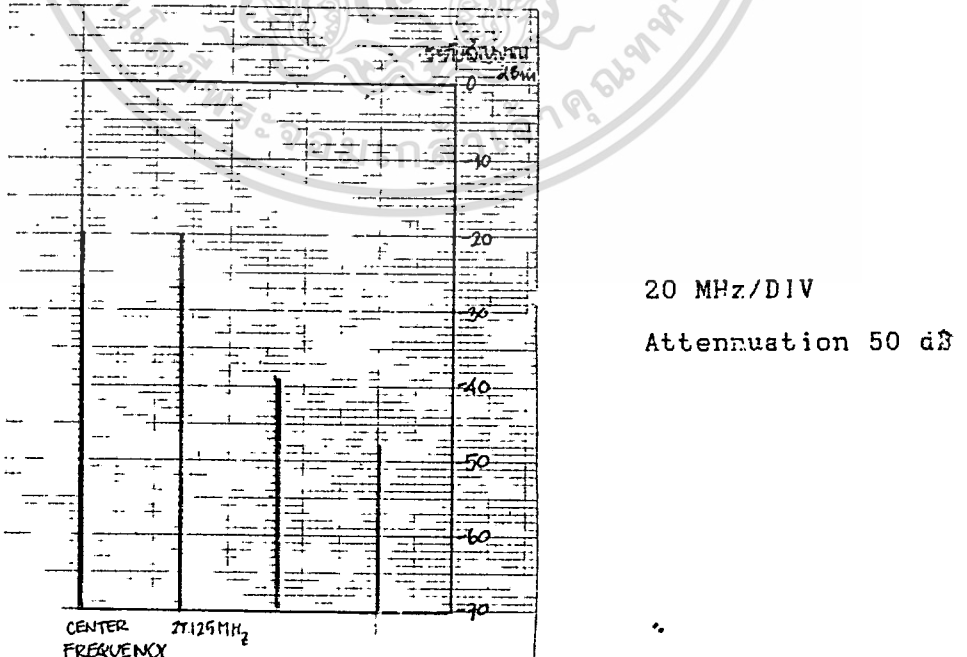
การทดลองวงจรขยายวงจรแรก



รูป 4.5 แสดงผลการทดลองวงจรขยายสัญญาณวงจรแรก
จากการทดลองได้อัตราขยาย 10 dB

$$P_{out} = 150 \text{ mW}$$

การทดลองวงจรขยายวงจรที่ 2



รูป 4.6 แสดงผลการทดลองวงจรขยายสัญญาณวงจรที่สอง

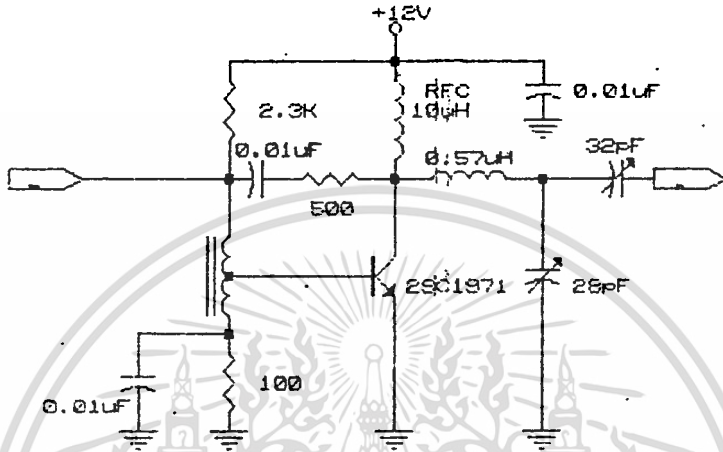
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เช่าได้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองได้อัตราขยายของวงจรที่ 2 10 dB

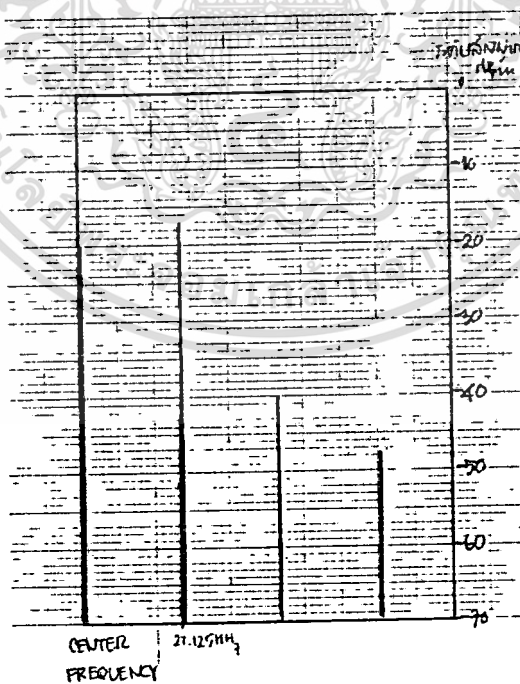
$P_{out} = 800 \text{ mW}$

4.1.4 วงจรขยายกำลัง



รูป 4.7 แสดงวงจรขยายกำลัง

ผลการทดลอง



รูป 4.8 แสดงผลการทดลองวงจรขยายกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกานำไปใช้

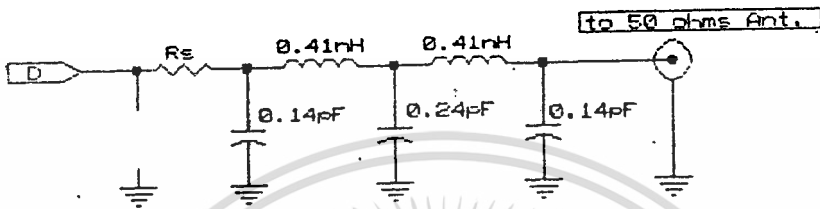
จากการทดลองได้อัตราขยาย = 8. dB

$P_{out} = 5 \text{ Watt}$

กระแส = 900 mA

ประสิทธิภาพ = 46%

4.1.5 การทดลองวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



รูป 4.9 แสดงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

ผลการทดลอง



รูป 4.10 แสดงผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน จากการทดลองได้ความถี่ cut off = 30 MHz

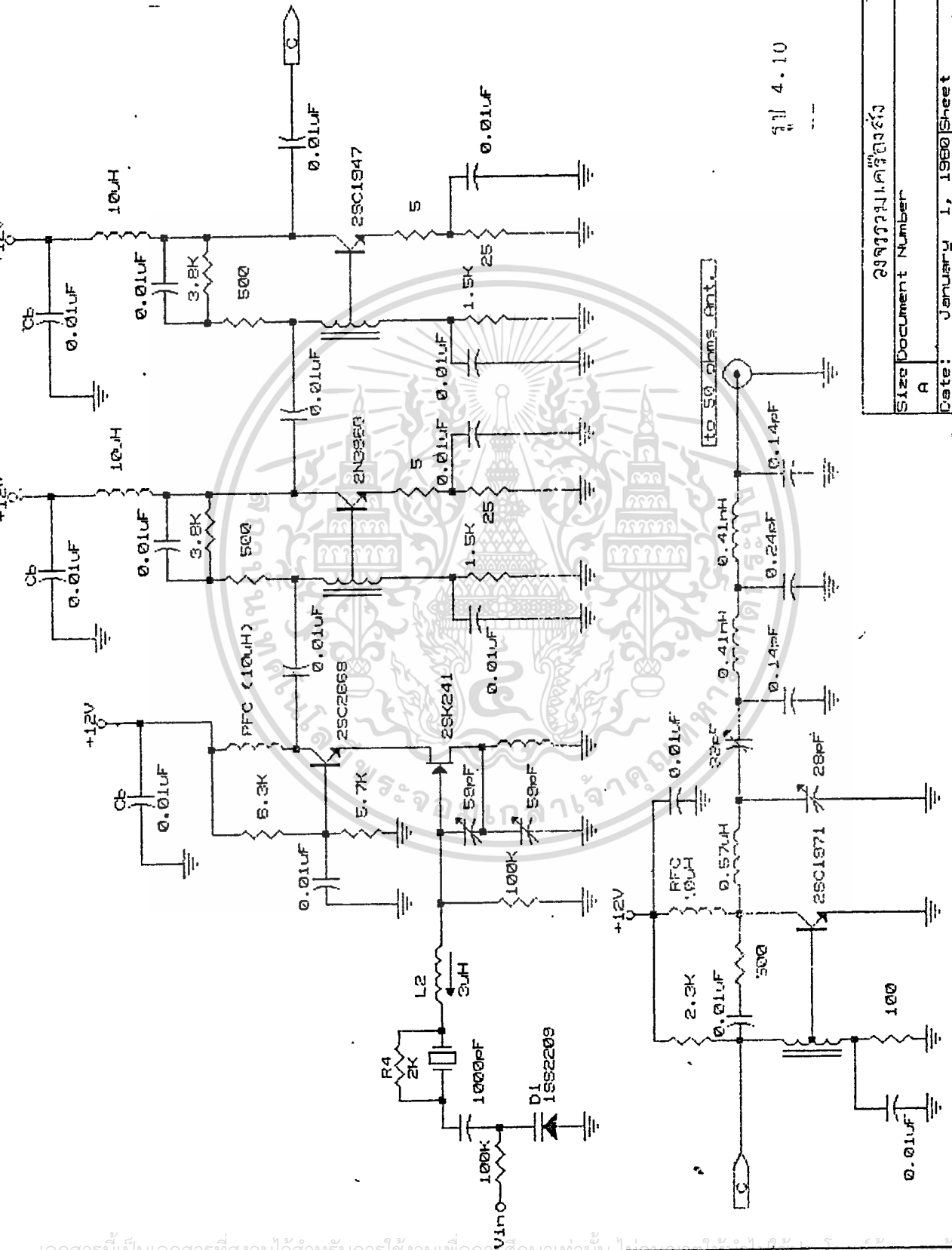
สรุปวงจรรวมของเครื่องส่ง

รูป 4.10 แสดงวงจรรวมของเครื่องส่งวิทยุ

4.2 การทดลองเครื่องรับ

4.2.1 ภาคขยายสัญญาณความถี่วิทยุ (RF AMPLIFIER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

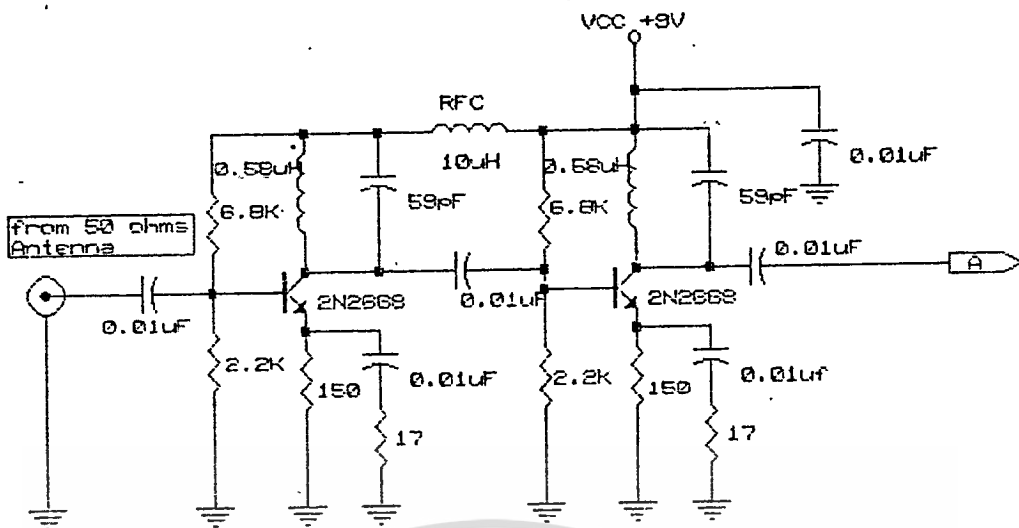


รูป 4.10

Size	A
Document Number	25977771.1.ค.ร.อ.จ.จ.จ.
Date	January 1, 1980
Sheet	1 of 1
REV	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้พิมพ์ไปใช้ประโยชน์ที่ใดก็ตาม

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

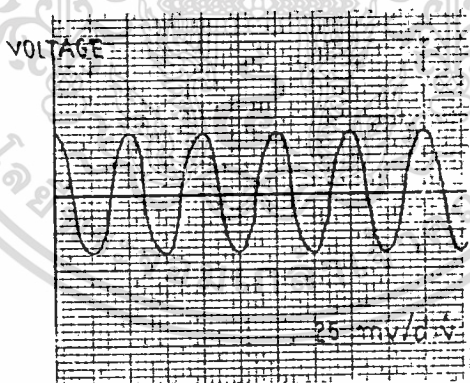


รูป 4.11 แสดงวงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ
 จากการทดลองได้อัตราขยายที่ความถี่ $27.125 \text{ MHz} = 20 \text{ dB}$
 โดยอัตราขยายของวงจรแรก $= 10 \text{ dB}$
 อัตราขยายของวงจรหลัง $= 10 \text{ dB}$

4.2.2 ภาคเปลี่ยนความถี่ (FREQUENCY MODULATION)

โลคอลออสซิลเลเตอร์

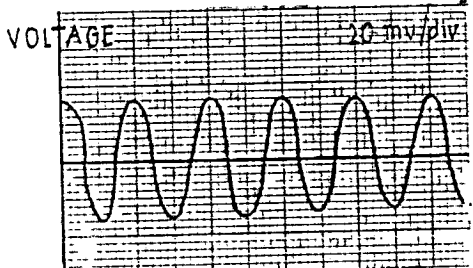
จากการทดลองได้สัญญาณของโลคอลออสซิลเลเตอร์ดังรูป



รูป 4.12 รูปแสดงผลของวงจรโลคอลออสซิลเลเตอร์

IF FREQUENCY

จากการทดลองได้สัญญาณ IF ดังรูป

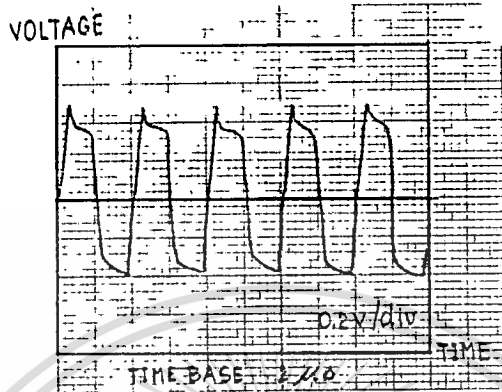


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดย บริษัท เทคโนโลยี และ การบริการ โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ภาคลิมิตตั้งแอมป์

จากการทดลอง ได้สัญญาณเอาต์พุทของลิมิตตั้งแอมป์ ดังรูป

4.14 ได้อัตราขยายของภาคลิมิตตั้งแอมป์เท่ากับ 20 dB



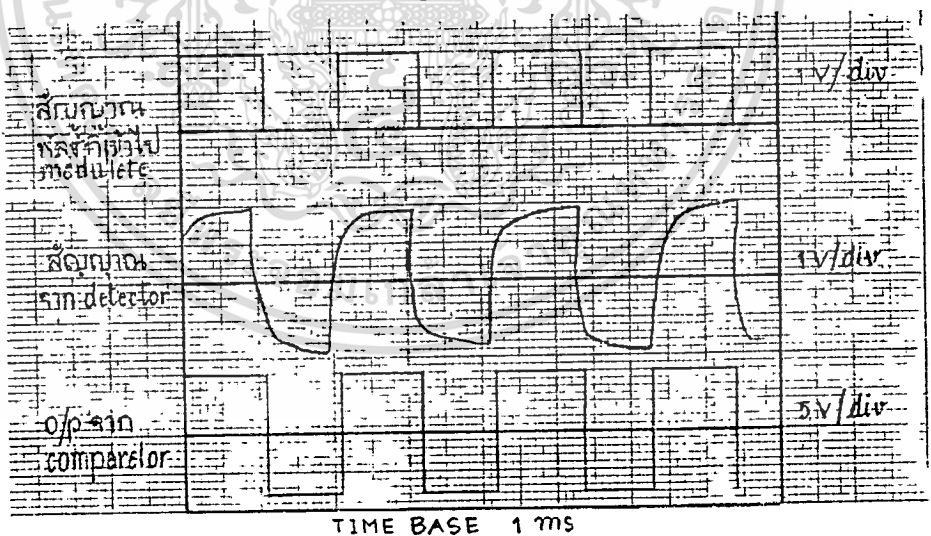
รูป 4.14 แสดงสัญญาณเอาต์พุทของลิมิตตั้งแอมป์

4.2.4 ภาคล็อกเทคเตอร์

ทำการทดลองป้อนสัญญาณเข้าที่อินพุทของเครื่องรับ แล้วใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่เอาต์พุท ปรากฏว่า เอาต์พุทของล็อกเทคเตอร์ให้สัญญาณออกมาได้ดี

4.3 การทดลองส่ง-รับปาวสารที่เป็นสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยม

จากการทดลองส่งสัญญาณพัลส์ความถี่ 400 kHz ได้สัญญาณดังรูป



รูป 4.15 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณเข้าวารก่อนการมอดูเลต เมื่อถูกดีเทคและเมื่อผ่านวงจรเปรียบเทียบแรงดันแล้ว

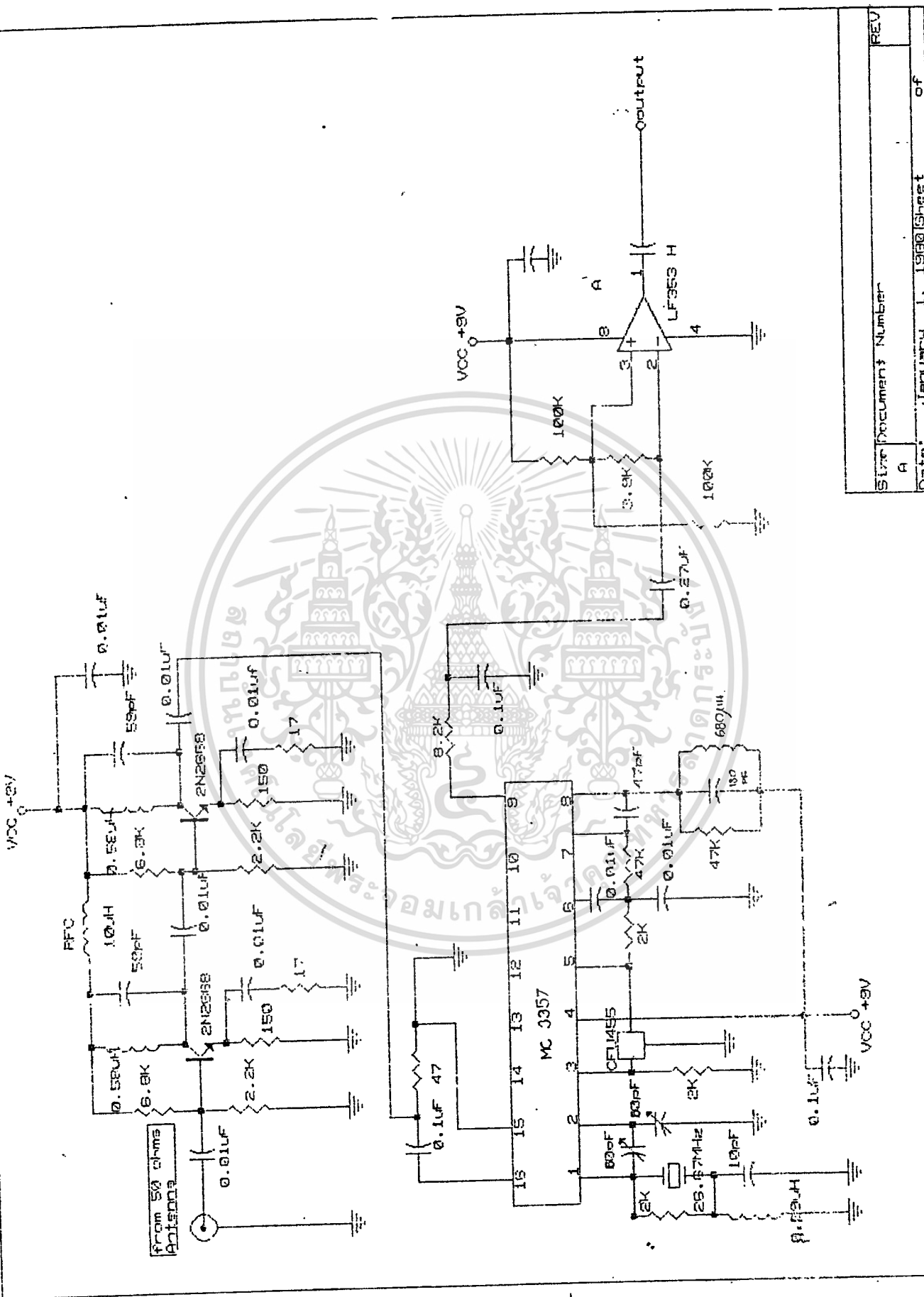
4.4 การทดลองหาความไวของเครื่องรับ

ผล ได้ความไวของเครื่องรับ = -90 dB

4.5 วงจรเข้ารหัส-วงจรถอดรหัส

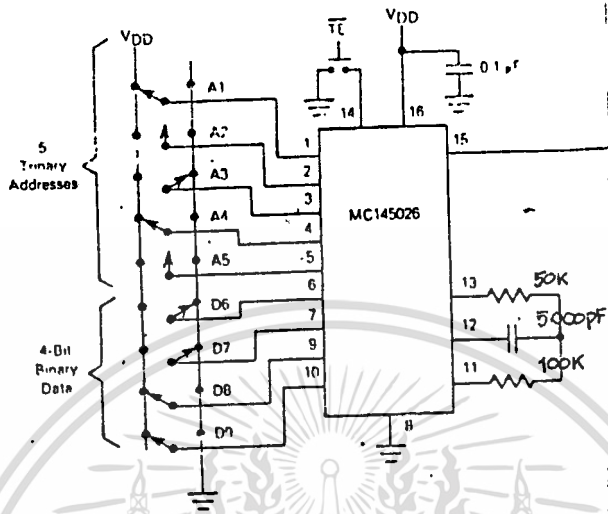
4.5.1 การทดลองของวงจรเข้ารหัส (ENCODER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะผิดใจทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูป 4.16 แสดงวงจรรวมเครื่องรับ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV	
Document Number	A
Date	January 1, 1988
Sheet	of



รูป 4.17 แสดงวงจรเข้ารหัส

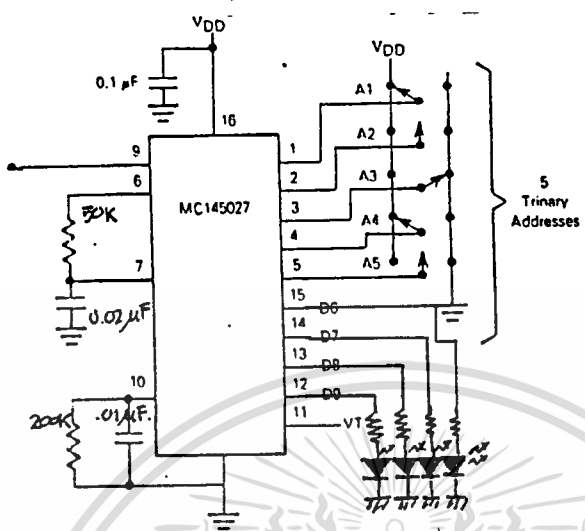
สำหรับการเข้ารหัสทุกอิกใช้ 0, 1 และ OPEN ได้ผลดังรูป 4.18

การเข้ารหัส เลือกบิตเป็น "0"		ก) 5v/div
การเข้ารหัส เลือกบิตเป็น "1"		ข) 5v/div
การเข้ารหัสเลือก บิตเป็น "open"		ค) 5v/div

รูป 4.18 แสดงการเข้ารหัสเมื่อมีข้อมูลอินพุตเป็นแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

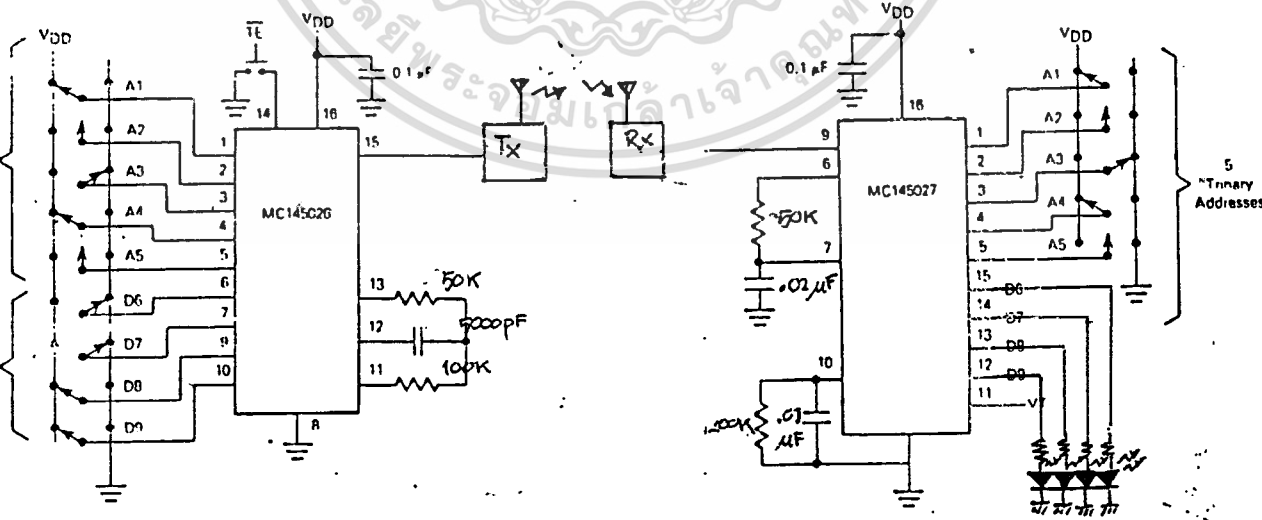
4.5.2 การทดลองวงจรถอดรหัส



รูป 4.19 วงจรถอดรหัส

จากการทดลองนี้ ทำการทดลองเข้ารหัส ADDRESS ให้ตรงกันทั้งทางส่งและทางรับ และทำการส่งข้อมูลไป เมื่อบิตใดเป็น "1" ทางเครื่องรับสามารถ DECODE ได้ LED ที่บิตนั้นจะติดสว่าง เมื่อบิตใดเป็น "0" LED จะไม่ติด

4.6 การทดลองส่งข้อมูลผ่านวงจรเข้ารหัสของเครื่องส่งไปยังวงจรถอดรหัสของเครื่องรับ

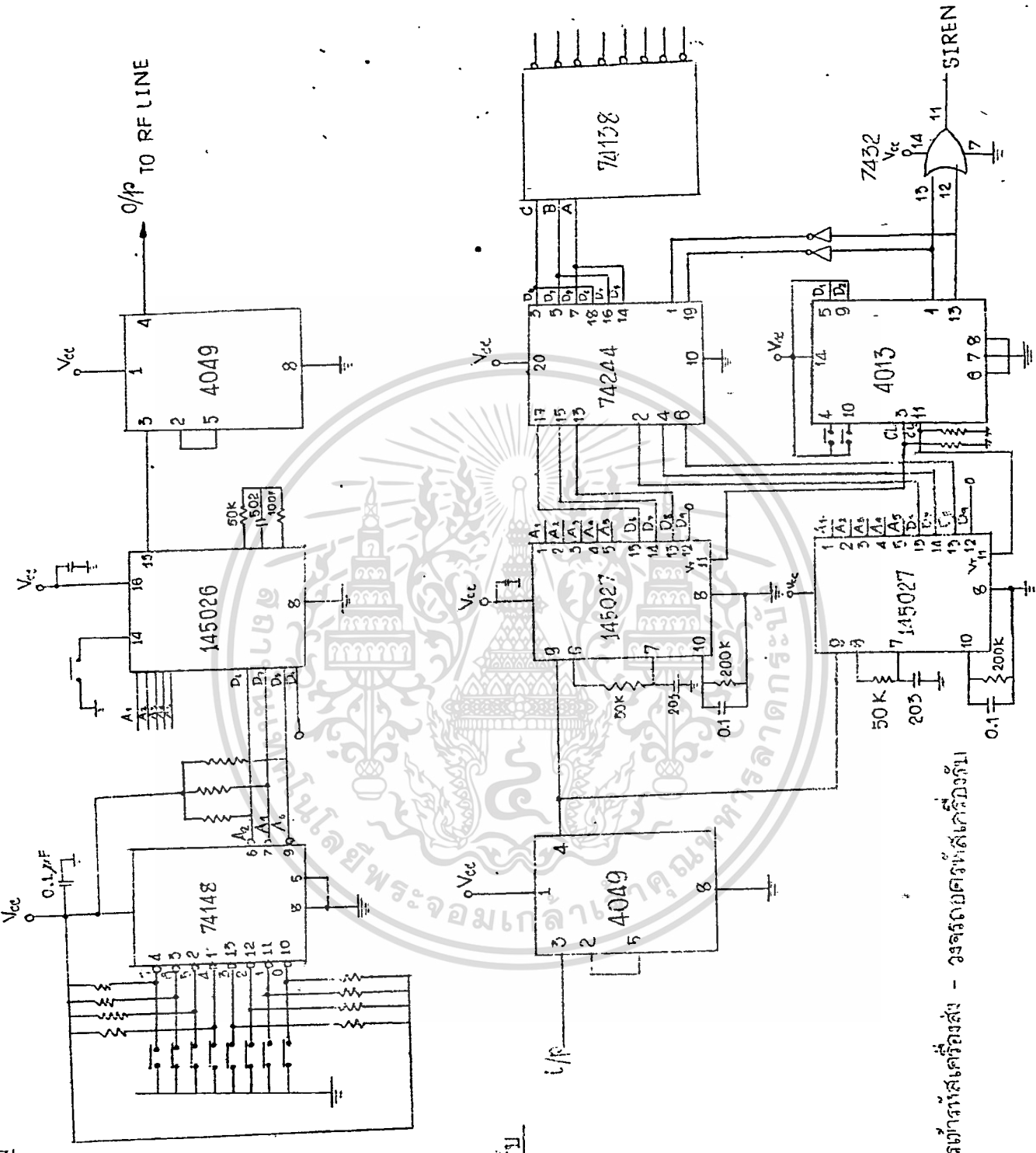


รูป 4.20 รูปแสดงการส่งข้อมูลผ่านวงจรเข้ารหัสของเครื่องส่งไปยังวงจรถอดรหัสของเครื่องรับ จากการทดลองทาง DECODER สามารถจะถอดรหัสออกมา

มาได้ตามข้อมูลที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0111716NN



ภาพครุบ

รูป 4.21 วงจรทำรหัสเครื่องส่ง - วงจรถอดรหัสเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

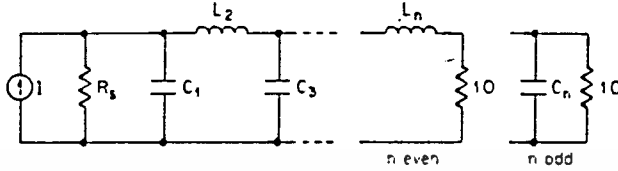
ในการทดลองได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกคือ ส่วนของวิทยุ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องส่งและเครื่องรับ สำหรับเครื่องส่งใช้วงจร cascode ต่อกับวงจรออสซิลเลเตอร์ ทำให้วงจรมีเสถียรภาพที่ความถี่สูง วงจรขยายกำลังใช้วงจรขยายใน class C ซึ่งมีประสิทธิภาพดี ทำให้กำลังส่งออกสูง สำหรับเครื่องรับใช้วงจรจูนเป็นวงจรขยายความถี่วิทยุ ทำให้เครื่องรับมี selectivity ดี ภาคเปลี่ยนความถี่ ภาคดีเทคเตอร์ใช้ IC ของ Motorola เบอร์ MC 2357 ซึ่งใช้วงจร Quadrature Detector เป็นตัวดีเทคสัญญาณ มีส่วนประกอบของวงจรน้อย ง่ายต่อการสร้าง และมีคุณภาพดีพอสมควร แต่เมื่อรวมวงจรเครื่องรับแล้ว ความไวของเครื่องรับยังไม่ดีเท่าที่ควร

ในส่วนที่สองคือ ส่วนของการส่งข่าวสารข้อมูล เนื่องจากใช้การมอดูเลทแลล Direct FSK ซึ่งมีความต้านทานต่อสัญญาณรบกวนได้ดี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้ารหัสถอดรหัส มีการส่งซ้ำถึง 2 ครั้ง ทำให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้โดยไม่ต้องผิดพลาดมากนัก เมื่อรวม 2 ส่วนแล้ว สามารถใช้งานในการแจ้งเหตุอันตรายหรือเหตุด่วนได้ โดยระบบมีคุณภาพพอสมควรและมีราคาถูก หากได้มีการพัฒนาเพื่อให้ใช้วงจรได้สะดวกมากขึ้นกว่านี้ ก็จะทำให้เป็นระบบที่ดีระบบหนึ่ง นอกจากนี้ ในหลักการของโครงการนี้ สามารถนำไปตัดแปลงเป็นระบบอื่นๆได้อีกด้วย เช่น ระบบวิทยุตามตัว เป็นต้น



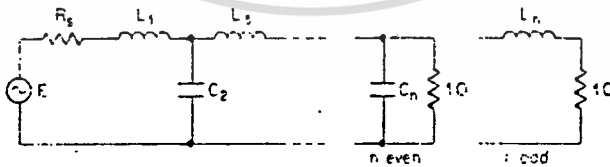
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 11-28 0.1-dB Chebyshev LC Element Values*



n	R _s	C ₁	L ₂	C ₃	L ₄
2	1.3554	1.2087	1.6382		
	1.4286	0.9771	1.9824		
	1.6667	0.7326	2.4885		
	2.0000	0.5597	3.0538		
	2.5000	0.4169	3.6265		
	3.3333	0.2933	5.0502		
	5.0000	0.1841	7.4257		
	10.0000	0.0868	14.4332		
	Inf.	1.3911	0.8191		
	3	1.0000	1.4328	1.5937	1.4526
0.9000		1.4238	1.4935	1.6219	
0.8000		1.4141	1.3557	1.8711	
0.7000		1.5210	1.1927	2.1901	
0.6000		1.6475	1.0174	2.6026	
0.5000		1.8590	0.8383	3.1594	
0.4000		2.1857	0.6603	3.9675	
0.3000		2.7350	0.4860	5.2788	
0.2000		3.9412	0.3172	7.8503	
0.1000		7.5121	0.1549	15.4656	
Inf.	1.5133	1.5090	0.7164		
4	1.3554	0.9934	2.1476	1.5845	1.3451
	1.4286	0.7732	2.3480	1.4292	1.7001
	1.6667	0.5761	2.7304	1.1851	2.2425
	2.0000	0.4393	3.2269	0.9672	2.8563
	2.5000	0.3286	3.9605	0.7599	3.6976
	3.3333	0.2329	5.1777	0.5602	5.0301
	5.0000	0.1475	7.6072	0.3670	7.6143
	10.0000	0.0704	14.8873	0.1802	15.2297
	Inf.	1.5107	1.7682	1.4350	0.6725

n	1/R _s	L ₁	C ₂	L ₃	C ₄
---	------------------	----------------	----------------	----------------	----------------



* Reprinted from A. I. Zverev, "Handbook of Filter Synthesis," John Wiley and Sons, New York, 1967.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

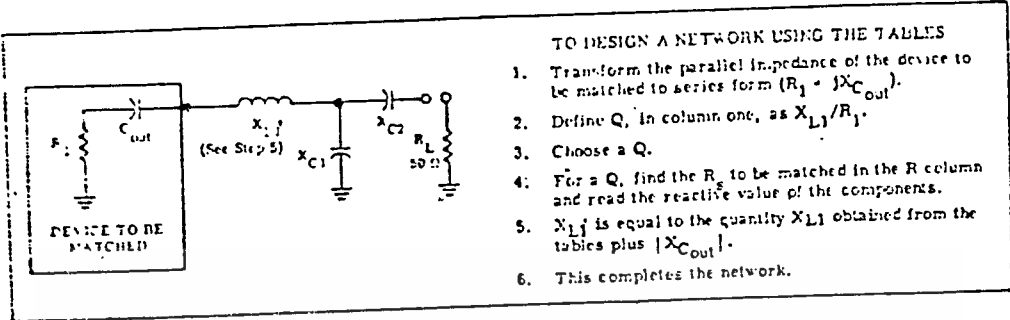
11-28 Normalized Filter Design Tables

TABLE 11-2E (Continued)

n	R_1	C_1	L_2	C_3	L_4	C_5	L_6	C_7	
5	1.0000	1.8013	1.5559	2.2411	1.5559	1.3013			
	0.9000	1.2845	1.4329	2.3794	1.4878	1.4883			
	0.8000	1.2998	1.2824	2.5819	1.3815	1.7354			
	0.7000	1.3580	1.1170	2.8679	1.2437	2.0021			
	0.6000	1.4694	0.9469	3.2686	1.0846	2.4635			
	0.5000	1.6535	0.7777	3.8446	0.9126	3.0348			
	0.4000	1.9538	0.6119	4.7193	0.7333	3.8861			
	0.3000	2.4765	0.4509	6.1861	0.5503	5.2373			
	0.2000	3.5457	0.2950	9.1272	0.3659	7.8690			
	0.1000	6.7870	0.1447	17.9569	0.1820	15.7447			
	Inf.	1.5613	1.8069	1.7659	1.4173	0.6507			
6	1.9554	0.9419	2.0797	1.6581	2.2473	1.5344	1.2767		
	1.4286	0.7347	2.2492	1.4537	2.5437	1.4051	1.6293		
	1.6667	0.5422	2.6003	1.1830	3.0641	1.1850	2.1739		
	2.0000	0.4137	3.0679	0.9575	3.7119	0.9794	2.7936		
	2.5000	0.3095	3.7652	0.7492	4.6512	0.7781	3.6453		
	3.3333	0.2195	4.9266	0.5514	6.1947	0.5795	4.9462		
	5.0000	0.1393	7.2500	0.3613	9.2605	0.3835	7.5184		
	10.0000	0.0666	14.2200	0.1777	18.4267	0.1901	15.3495		
		Inf.	1.5339	1.8858	1.8306	1.7485	1.3937	0.6383	
	7	1.0000	1.2615	1.5196	2.2392	1.6804	2.2392	1.5196	1.2615
0.9000		1.2422	1.3946	2.3613	1.5784	2.3966	1.4593	1.4472	
0.8000		1.2550	1.2449	2.5481	1.4430	2.6242	1.3619	1.6967	
0.7000		1.3100	1.0826	2.8192	1.2833	2.9422	1.2326	2.0207	
0.6000		1.4170	0.9169	3.2052	1.1092	3.3841	1.0807	2.4437	
0.5000		1.5948	0.7529	3.7642	0.9276	4.0150	0.9142	3.0182	
0.4000		1.8853	0.5926	4.6179	0.7423	4.9702	0.7384	3.8552	
0.3000		2.3917	0.4359	6.0535	0.5557	6.5655	0.5569	5.2167	
0.2000		3.4278	0.2862	8.9371	0.3692	9.7697	0.3723	7.8901	
0.1000		6.5695	0.1405	17.6031	0.1838	19.3760	0.1862	15.8127	
		Inf.	1.5748	1.8577	1.9210	1.8270	1.7340	1.3786	0.6507
n		$1/R_1$	L_1	C_2	L_3	C_4	L_5	C_6	L_7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NETWORK A



Q	X_{L1}	X_{C1}	X_{C2}	R_1
1	1	65	10	26
1	1	75.3	14.14	27
1	1	85.68	17.32	28
1	1	96.00	20	29
1	1	106.5	22.30	30
1	1	116	25.46	32
1	1	126	30	34
1	1	136	33.16	36
1	1	146	36.05	38
1	1	156	38.7	40
1	1	166	41.23	42
1	1	176	43.56	44
1	1	186	45.63	46
1	1	196	46	48
1	2	35.7	15.8	11
1	2	38.6	22.4	12
1	2	45	27.4	13
1	2	51.2	31.6	14
1	2	56	35.4	15
1	2	61.3	38.7	16
1	2	66.1	41.8	17
1	2	70.8	44.7	18
1	2	75.3	47.4	19
1	2	80	50	20
1	2	84.4	52.4	21
1	2	88.7	55	22
1	2	93	57	23
1	2	97	59	24
1	2	101	61	25
1	2	105	63	26
1	2	109	65	27
1	2	113	67	28
1	2	117	69	29
1	2	120	71	30
1	2	124	74	32
1	2	128	77	34
1	2	132	81	36
1	2	136	84	38
1	2	140	87	40
1	2	144	90	42
1	2	148	93	44
1	2	152	95	46
1	2	156	97	48
1	3	16	23.5	6
1	3	21	28.6	7
1	3	24	35.9	8
1	3	27	42.7	9
1	3	30	50	10
1	3	33	57.6	11
1	3	36	66	12
1	3	39	75	13

Q	X_{L1}	X_{C1}	X_{C2}	R_1
3	42	64	67	14
3	45	95	71	15
3	48	105	74	16
3	51	117	77	17
3	54	120	81	18
3	57	143	84	19
3	60	158	87	20
3	63	173	89	21
3	66	190	92	22
3	69	209	95	23
3	72	228	97	24
3	75	250	100	25
3	78	274	102	26
3	81	299	105	27
3	84	327	107	28
3	87	358	110	29
3	90	393	112	30
3	96	473	116	32
3	102	575	120	34
3	108	700	124	36
3	114	822	128	38
3	120	1129	132	40
3	126	1502	136	42
3	132	2124	140	44
3	138	3072	143	46
3	144	7119	146	48
4	12	13.2	7.1	3
4	16	20	30	4
4	20	26.9	41.8	5
4	24	34.2	51	6
4	28	42.1	58.7	7
4	32	50.6	66	8
4	36	60	72	9
4	40	69	77	10
4	44	80	83	11
4	48	91	88	12
4	52	103	92	13
4	56	115	97	14
4	60	129	101	15
4	64	144	105	16
4	68	159	109	17
4	72	176	113	18
4	76	194	117	19
4	80	214	120	20
4	84	235	124	21
4	88	257	127	22
4	92	282	131	23
4	96	308	134	24
4	100	327	137	25
4	104	358	140	26
4	108	403	143	27

Q	X_{L1}	X_{C1}	X_{C2}	R_1
4	112	440	146	28
4	116	482	149	29
4	120	527	152	30
4	128	635	157	32
4	136	770	162	34
4	144	945	166	36
4	152	1160	173	38
4	160	1510	177	40
4	168	2007	182	42
4	176	2837	187	44
4	184	4500	191	46
4	192	6497	196	48
5	10	10.6	10	2
5	15	16.3	17.4	3
5	20	26.3	32	4
5	25	34.8	43.2	5
5	30	44	53	6
5	35	54	61	7
5	40	65	70	8
5	45	76	80	9
5	50	88	90	10
5	55	101	101	11
5	60	115	114	12
5	65	130	120	13
5	70	146	125	14
5	75	163	130	15
5	80	181	135	16
5	85	201	140	17
5	90	222	145	18
5	95	245	149	19
5	100	269	153	20
5	105	295	157	21
5	110	323	162	22
5	115	354	166	23
5	120	387	169	24
5	125	423	173	25
5	130	462	177	26
5	135	505	181	27
5	140	553	184	28
5	145	604	188	29
5	150	662	191	30
5	160	796	198	32
5	170	945	204	34
5	180	1164	210	36
5	190	1477	217	38
5	200	1890	222	40
5	210	2510	228	42
5	220	3248	234	44
5	230	4225	239	46
5	240	51874	245	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q	X _{L1}	X _{C1}	X _{C2}	R ₁
6	12	13.9	2.1	2
6	16	22.7	5.2	3
6	24	32.2	7.0	4
6	30	42.5	8.2	5
6	36	53.6	9.3	6
6	42	65.5	10.2	7
6	48	78	11.0	8
6	54	92	11.9	9
6	60	107	12.6	10
6	66	122	13.3	11
6	72	138	14.0	12
6	78	157	14.7	13
6	84	176	15.3	14
6	90	197	15.9	15
6	96	219	16.5	16
6	102	242	17.0	17
6	108	267	17.5	18
6	114	295	18.1	19
6	120	324	18.6	20
6	126	355	19.1	21
6	132	389	19.5	22
6	138	426	20.0	23
6	144	466	20.5	24
6	150	509	20.9	25
6	156	556	21.4	26
6	162	608	21.8	27
6	168	664	22.2	28
6	174	727	22.6	29
6	180	795	23.0	30
6	192	957	23.8	32
6	204	1160	24.6	34
6	216	1422	25.3	36
6	228	1775	26.0	38
6	240	2270	26.7	40
6	252	3035	27.4	42
6	264	4260	28.1	44
6	276	6755	28.7	46
6	288	14250	29.4	48
7	14	16.7	5.0	2
7	21	26.8	7.1	3
7	28	38	8.7	4
7	35	50	10.0	5
7	42	63	11.2	6
7	49	77	12.2	7
7	56	92	13.2	8
7	63	108	14.1	9
7	70	125	15.0	10
7	77	143	15.8	11
7	84	163	16.6	12
7	91	184	17.3	13
7	98	206	18.0	14
7	105	230	18.7	15
7	112	256	19.3	16
7	119	283	20.0	17
7	126	313	20.6	18
7	133	344	21.2	19
7	140	379	21.8	20
7	147	415	22.4	21
7	154	455	22.9	22
7	161	496	23.4	23
7	168	544	23.9	24
7	175	595	24.5	25
7	182	650	25.0	26

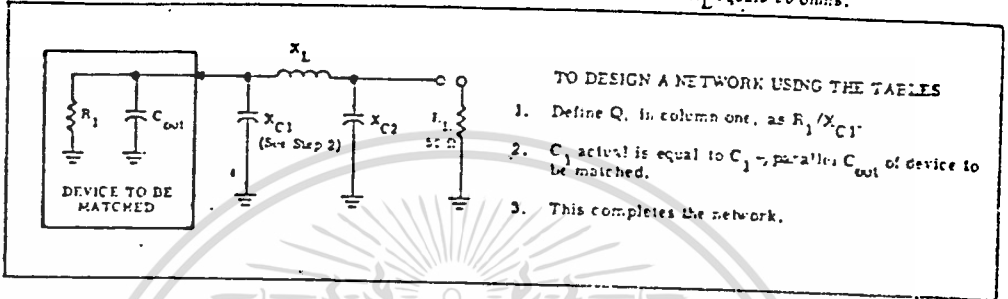
Q	X _{L1}	X _{C1}	X _{C2}	R ₁
7	129	710	255	27
7	196	776	260	28
7	263	849	265	29
7	210	929	269	30
7	224	1117	276	32
7	238	1354	287	34
7	252	1651	296	36
7	266	2071	304	38
7	280	2649	312	40
7	294	3316	320	42
7	308	4071	328	44
7	322	4922	335	46
7	336	5870	343	48
8	8	8.7	27.4	1
8	16	19.3	63.2	2
8	24	31	85	3
8	32	43.6	102	4
8	40	57.4	117	5
8	48	72	130	6
8	56	88	142	7
8	64	105	153	8
8	72	124	164	9
8	80	143	173	10
8	88	164	182	11
8	96	187	191	12
8	104	211	199	13
8	112	236	207	14
8	120	264	215	15
8	128	293	222	16
8	136	324	230	17
8	144	358	237	18
8	152	394	243	19
8	160	433	250	20
8	168	475	256	21
8	176	521	263	22
8	184	570	269	23
8	192	623	275	24
8	200	681	281	25
8	208	744	286	26
8	216	812	292	27
8	224	886	297	28
8	232	971	303	29
8	240	1062	308	30
8	256	1277	318	32
8	272	1548	329	34
8	288	1899	338	36
8	304	2268	348	38
8	320	2676	357	40
8	336	3122	366	42
8	352	3622	375	44
8	368	4199	383	46
9	9	10	46	1
9	18	21.9	76	2
9	27	35	99	3
9	36	45.4	118	4
9	45	65	134	5
9	54	82	148	6
9	63	100	162	7
9	72	119	174	8
9	81	139	185	9
9	90	162	196	10
9	99	185	206	11

Q	X _{L1}	X _{C1}	X _{C2}	R ₁
9	108	210	216	12
9	117	237	225	13
9	126	266	234	14
9	135	297	243	15
9	144	330	251	16
9	153	365	259	17
9	162	403	267	18
9	171	444	275	19
9	180	488	282	20
9	189	535	289	21
9	198	586	296	22
9	207	641	303	23
9	216	701	310	24
9	225	766	316	25
9	234	837	322	26
9	243	914	329	27
9	252	999	335	28
9	261	1092	341	29
9	270	1196	347	30
9	279	1313	353	31
9	288	1433	359	32
9	297	1563	365	33
9	306	1703	370	34
9	315	1853	375	35
9	324	2013	381	36
9	333	2183	387	37
9	342	2363	393	38
9	351	2553	400	39
9	360	2753	407	40
9	369	2963	414	41
9	378	3183	422	42
9	387	3413	429	43
9	396	3653	437	44
10	10	11.2	51.5	1
10	20	24.5	87	2
10	30	39	112	3
10	40	55	135	4
10	50	72	157	5
10	60	91	178	6
10	70	111	198	7
10	80	132	218	8
10	90	155	237	9
10	100	180	256	10
10	110	206	275	11
10	120	234	293	12
10	130	264	311	13
10	140	296	329	14
10	150	330	347	15
10	160	367	365	16
10	170	406	383	17
10	180	448	401	18
10	190	494	419	19
10	200	543	437	20
10	210	595	455	21
10	220	652	473	22
10	230	713	491	23
10	240	779	509	24
10	250	852	527	25
10	260	930	545	26
10	270	1016	563	27
10	280	1111	581	28
10	290	1214	599	29
10	300	1329	617	30
10	310	1458	635	31
10	320	1597	653	32
10	330	1747	671	33
10	340	1907	689	34
10	350	2077	707	35
10	360	2257	725	36
10	370	2447	743	37
10	380	2647	761	38
10	390	2857	779	39
10	400	3077	797	40
10	410	3307	815	41
10	420	3547	833	42
10	430	3797	851	43
10	440	4057	869	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NETWORK B

The following is a computer solution for the PI network when R_L equals 50 ohms.



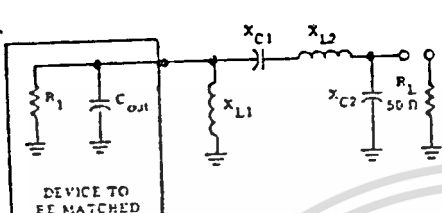
Q	X _{C1}	X _{C2}	X _L	R ₁	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _L	R ₁	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _L	R ₁
1	1	5.03	5.47	1	3	0.33	2.24	2.53	1	5	20	14.43	22.15	100
1	2	7.14	8	2	3	0.67	3.17	3.70	2	5	25	16.31	25.78	125
1	3	8.79	10.03	3	3	1	3.88	4.78	3	5	30	18.04	28.82	150
1	4	10.21	11.8	4	3	1.33	4.49	5.67	4	5	35	19.72	31.72	175
1	5	11.47	13.4	5	3	1.67	5.03	6.47	5	5	40	21.32	34.5	200
1	10	16.67	20	10	3	3.33	7.14	10	10	5	45	22.87	36.18	225
1	15	21	25.35	15	3	5	8.79	13.03	15	5	50	24.4	37.77	250
1	20	25	30	20	3	6.67	10.21	15.6	20	5	60	27.35	38.74	300
1	25	28.87	34.35	25	3	8.33	11.47	18.4	25	5	80	33.35	39	400
1	30	32.73	37.91	30	3	10	12.63	20.87	30	5	100	39.53	39.48	500
1	35	36.69	41.35	35	3	11.67	13.72	23.28	35	5	120	45.29	39.23	600
1	40	40.82	44.49	40	3	13.33	14.74	25.66	40	5	140	54.01	38.84	700
1	45	45.23	47.39	45	3	15	15.72	27.81	45	5	160	63.25	38.17	800
1	50	50	50	50	3	16.67	16.67	30	50	5	180	75	38.15	900
1	55	55.28	52.37	55	3	18.33	17.58	32.14	55	5	200	81.25	37.87	1000
1	60	61.24	54.45	60	3	20	18.46	34.25	60	5	220	117.26	37.58	1100
1	65	68.14	56.35	65	3	21.67	19.32	36.32	65	5	240	173.21	37.4	1200
1	70	76.58	57.91	70	3	25.53	20.17	38.35	70	6	0.37	1.36	1.07	1
1	75	86.6	59.15	75	3	25	21	40.35	75	6	4.17	5.21	5.78	25
1	80	100	60	80	3	26.67	21.82	42.33	80	6	8.33	8.33	10.22	50
1	85	118.02	60.35	85	3	28.33	22.63	44.28	85	6	12.5	10.28	12.02	75
1	90	150	60	90	3	30	23.43	46.21	90	6	16.67	11.85	13.65	100
2	0.5	3.17	3.56	1	3	31.67	24.22	48.12	95	6	20.83	13.45	15.22	125
2	1	4.49	5.25	2	3	33.33	25	50	100	6	25	14.85	16.45	150
2	1.5	5.51	6.44	3	3	41.67	26.87	55.12	125	6	30	16.15	17.87	175
2	2	6.36	7.87	4	3	50	27.73	60.91	150	6	35	17.41	19.22	200
2	2.5	7.14	9	5	3	58.33	28.69	66.35	175	6	40	18.61	20.53	225
2	5	10.21	13.8	10	3	66.67	30.82	74.49	200	6	45	19.76	21.8	250
2	7.5	12.63	17.87	15	3	75	32.23	82.37	225	6	50	20.87	23.05	300
2	10	14.74	21.56	20	3	83.33	33	100	250	6	60	22	24.25	350
2	12.5	16.67	25	25	4	91.67	33.7	14.32	25	6	66.67	26.28	25.45	400
2	15	18.46	28.25	30	4	100	34.5	23.53	50	6	83.33	30.43	26.25	500
2	17.5	20.17	31.35	35	4	116.67	35.37	31.83	75	6	100	34.64	27.07	600
2	20	21.82	34.23	40	4	133.33	36.28	39.64	100	6	116.67	39.01	27.74	700
2	22.5	23.43	37.21	45	4	150	37.23	47.12	125	6	133.33	43.64	28.45	800
2	25	25	40	50	4	166.67	38.21	54.36	150	6	150	48.67	29.15	900
2	27.5	26.55	42.71	55	4	183.33	39.21	61.39	175	6	166.67	54.23	29.84	1000
2	30	28.1	45.25	60	4	200	40.21	68.27	200	6	183.33	60.55	30.53	1100
2	32.5	29.64	47.85	65	4	216.67	41.21	75	225	6	200	67.84	31.24	1200
2	35	31.18	50.45	70	4	233.33	42.21	81.61	250	6	216.67	76.67	31.95	1300
2	37.5	32.73	52.91	75	4	250	43.21	88.56	300	6	233.33	85.19	32.68	1400
2	40	34.3	55.32	80	4	266.67	44.21	94.46	350	6	250	103.51	33.43	1500
2	42.5	35.89	57.69	85	4	283.33	45.21	102.07	400	6	266.67	126.49	34.19	1600
2	45	37.5	60	90	4	300	46.21	110.25	500	6	283.33	158.33	34.95	1700
2	47.5	39.14	62.27	95	4	316.67	47.21	118.56	600	6	300	200	35.7	1800
2	50	40.82	64.49	100	4	333.33	48.21	127.77	700	7	0.14	1	1.34	1
2	52.5	42.5	75	125	5	0.2	1.39	1.56	1	7	3.57	5.03	5.47	25
2	55	44.21	84.45	150	5	5	7	11.67	25	7	7.14	7.14	8	50
2	57.5	46.03	92.61	175	5	10	10	19.23	50	7	10.71	8.78	11.03	75
2	100	100	100	100	5	15	12.37	26.08	75	7	14.29	10.21	25.8	100
2	112.5	150	105	225						7	17.86	11.47	28.4	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q	X _{C1}	X _{C2}	X _L	R ₁	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _L	R ₁	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _L	R ₁
7	21.43	12.63	52.87	150	10	0.1	0.7	0.8	1	16	16.75	7.73	26.23	500
7	25	13.72	37.26	175	10	5	5	9.9	50	16	25	8.96	33.59	400
7	26.57	14.74	41.57	200	10	10	7.11	16.87	100	16	31.25	10.06	40.8	500
7	32.14	15.72	45.81	225	10	15	8.75	23.34	150	16	27.5	11.07	47.9	600
7	35.71	16.67	50	250	10	20	10.15	29.55	200	16	43.75	12	54.93	700
7	42.86	18.46	58.25	300	10	25	11.41	35.6	250	16	50	12.88	61.85	800
7	57.14	21.82	74.33	400	10	30	12.57	41.52	300	16	56.25	13.72	68.78	900
7	71.43	25	90	500	10	40	14.66	53.11	400	16	62.5	14.57	75.65	1000
7	85.71	28.1	105.35	600	10	50	16.57	64.44	500	16	75	16.05	89.26	1200
7	100	31.18	120.45	700	10	60	18.36	75.58	600	16	87.5	17.48	102.74	1400
7	114.29	34.3	135.32	800	10	70	20.06	86.58	700	16	100	18.16	116.12	1600
7	128.57	37.5	150	900	10	80	21.69	97.46	800	16	112.5	20.16	129.42	1800
7	142.86	40.82	164.49	1000	10	90	23.26	108.24	900	16	125	21.47	142.64	2000
7	171.43	46.04	192.98	1200	10	100	24.85	118.54	1000	16	137.5	22.73	155.8	2200
7	200	56.41	220.82	1400	10	120	27.91	140.09	1200	16	150	23.66	168.9	2400
7	228.57	66.67	248	1600	10	140	30.97	161	1400	16	162.5	25.18	181.95	2600
7	257.14	80.18	274.41	1800	10	160	34.05	181.66	1600	16	175	26.39	194.96	2800
7	285.71	100	300	2000	10	180	37.21	202.17	1800	16	187.5	27.59	207.92	3000
7	314.29	135.4	324.25	2200	10	200	40.49	222.47	2000	16	218.75	30.59	240.16	3500
7	342.86	244.95	245.6	2400	10	220	43.93	242.61	2200	16	250	33.61	272.18	4000
					10	240	47.58	262.59	2400	16	281.25	36.71	304.01	4500
										16	312.5	39.9	335.61	5000
										16	343.75	43.25	367.15	5500
										16	375	46.8	398.48	6000
8	0.13	0.88	1	1	12	25	10.39	34.79	300	16	16.67	8.65	23.35	300
8	3.33	4.4	5.45	25	12	33.33	12.08	44.52	400	16	22.22	7.94	29.9	400
8	6.25	6.25	12.31	50	12	41.67	13.61	54.05	500	16	27.78	8.81	36.33	500
8	9.58	7.68	16.74	75	12	50	15.02	63.43	600	16	33.33	9.78	42.65	600
8	12.5	8.51	20.84	100	12	56.73	16.35	72.7	700	16	38.85	10.61	48.92	700
8	15.63	10	25	125	12	66.67	17.61	81.87	800	16	44.44	11.38	55.13	800
8	18.75	11	28.95	150	12	75	18.82	90.97	900	16	50	12.11	61.28	900
8	21.88	11.93	32.62	175	12	100	22.27	117.89	1200	16	55.56	12.8	67.4	1000
8	25	12.8	36.63	200	12	116.67	24.46	135.6	1400	16	66.67	14.12	78.54	1200
8	28.13	13.64	40.38	225	12	133.33	26.63	153.15	1600	16	77.78	15.35	89.57	1400
8	31.25	14.43	44.09	250	12	150	28.73	170.57	1800	16	88.89	16.52	100.51	1600
8	34.38	15.94	51.4	300	12	166.67	30.86	187.88	2000	16	100	17.65	115.38	1800
8	37.5	16.73	55.66	400	12	183.33	33	205.00	2200	16	111.11	18.75	127.2	2000
8	40.63	21.32	78.58	500	12	200	35.17	222.15	2400	16	122.22	19.79	138.95	2200
8	43.75	22.79	83.25	600	12	216.67	37.39	239.16	2600	16	133.33	20.81	150.66	2400
8	46.88	24.2	87.92	700	12	233.33	39.66	256.07	2800	16	144.44	21.82	162.33	2600
8	50	25.33	91.15	800	12	250	42.01	272.9	3000	16	155.56	22.81	173.85	2800
8	53.13	26.2	94.38	900	12	266.67	44.3	289.81	3200	16	166.67	23.79	185.33	3000
8	56.25	27.09	97.61	1000	12	283.33	46.57	306.72	3400	16	177.78	24.74	196.78	3200
8	59.38	28.2	100.84	1100	12	300	48.86	323.63	3600	16	188.89	25.67	208.18	3400
8	62.5	29.32	104.07	1200	12	316.67	51.13	340.54	3800	16	200	26.58	219.53	3600
8	65.63	30.43	107.3	1300	12	333.33	53.4	357.45	4000	16	211.11	27.47	230.83	3800
8	68.75	31.54	110.53	1400	12	350	55.67	374.36	4200	16	222.22	28.34	242.08	4000
8	71.88	32.65	113.76	1500	12	366.67	57.94	391.27	4400	16	233.33	29.19	253.28	4200
8	75	33.76	117	1600	12	383.33	60.21	408.18	4600	16	244.44	30.02	264.43	4400
8	78.13	34.87	120.23	1700	12	400	62.48	425.09	4800	16	255.56	30.83	275.53	4600
8	81.25	35.98	123.46	1800	12	416.67	64.75	442.00	5000	16	266.67	31.61	286.58	4800
8	84.38	37.09	126.69	1900	12	433.33	67.02	458.91	5200	16	277.78	32.37	297.58	5000
8	87.5	38.2	129.92	2000	12	450	69.29	475.82	5400	16	288.89	33.11	308.53	5200
8	90.63	39.31	133.15	2100	12	466.67	71.56	492.73	5600	16	300	33.83	319.43	5400
8	93.75	40.42	136.38	2200	12	483.33	73.83	509.64	5800	16	311.11	34.53	330.28	5600
8	96.88	41.53	139.61	2300	12	500	76.1	526.55	6000	16	322.22	35.21	341.08	5800
8	100	42.64	142.84	2400	12	516.67	78.37	543.46	6200	16	333.33	35.88	351.83	6000
9	8.33	6.83	14.83	75	14	21.43	8.86	28.91	300	20	15	6.16	21.03	300
9	11.11	7.61	18.65	100	14	28.57	10.29	38.3	400	20	20	7.13	26.44	400
9	13.85	8.27	22.32	125	14	35.71	11.56	46.51	500	20	25	8	32.73	500
9	16.67	9.74	25.85	150	14	42.86	12.73	54.6	600	20	30	8.78	38.44	600
9	19.44	10.56	29.31	175	14	50	13.83	62.59	700	20	35	9.51	44.09	700
9	22.22	11.32	32.72	200	14	57.14	14.87	70.51	800	20	40	10.19	49.85	800
9	25	12.05	36.08	225	14	64.29	15.86	78.37	900	20	45	10.84	55.24	900
9	27.78	12.74	39.4	250	14	71.43	16.81	86.17	1000	20	50	11.46	60.76	1000
9	30.56	13.4	42.65	300	14	78.57	17.72	93.91	1100	20	55	12.05	66.4	1100
9	33.33	14.05	45.85	350	14	85.71	18.62	101.63	1200	20	60	12.62	71.71	1200
9	36.11	14.74	49.04	400	14	92.86	19.49	109.34	1300	20	65	13.17	77.1	1300
9	38.89	15.44	52.23	450	14	100	20.35	116.95	1400	20	70	13.7	82.57	1400
9	41.67	16.14	55.42	500	14	107.14	21.18	124.56	1500	20	75	14.22	88.1	1500
9	44.44	16.83	58.61	550	14	114.29	22.02	132.15	1600	20	80	14.72	93.35	1600
9	47.22	17.53	61.8	600	14	121.43	22.83	139.74	1700	20	85	15.2	98.7	1700
9	50	18.22	65.0	650	14	128.57	23.64	147.24	1800	20	90	15.7	104.07	1800
9	52.78	18.92	68.19	700	14	135.71	24.43	154.73	1900	20	95	16.16	109.44	1900
9	55.56	19.61	71.38	750	14	142.86	25.24	162.23	2000	20	100	16.61	114.73	2000
9	58.33	20.3	74.57	800	14	150	26.03	169.72	2100	20	105	17.05	120.02	2100
9	61.11	20.99	77.76	850	14	157.14	26.81	177.21	2200	20	110	17.5	125.25	2200
9	63.89	21.68	80.95	900	14	164.29	27.58	184.7	2300	20	115	17.93	130.44	2300
9	66.67	22.37	84.14	950	14	171.43	28.38	192.19	2400	20	120	18.34	135.59	2400
9	69.44	23.06	87.33	1000	14	178.57	29.15	199.68	2500	20	125	18.74	140.68	2500
9	72.22	23.75	90.52	1050	14	185.71	29.94	207.17	2600	20	130	19.13	145.73	2600
9	75	24.44	93.71	1100	14	192.86	30.71	214.66	2700	20	135	19.51	150.73	2700
9	77.78	25.13	96.9	1150	14	200	31.51	222.15	2800	20	140	20.14	155.58	2800
9	80.56	25.82	100.09	1200	14	207.14	32.09	229.64	2900	20	145	20.57	160.4	2900
9	83.33	26.51	103.28	1250	14	214.29	32.89	237.13	3000	20	150	20.97	165.16	3000
9	86.11	27.2	106.47	1300	14	221.43	33.67	244.62	3100	20	155	21.35	169.83	3100
9	88.89	27.89	109.66	1350	14	228.57	34.44	252.11	3200	20	160	21.72	174.45	3200
9	91.67	28.58	112.85	1400	14	235.71	35.21	259.6	3300	20	165	22.08	179.02	3300
9	94.44	29.27	116.04	1450	14	242.86	35.97	267.09	3400	20	170	22.43	183.54	3

NETWORK C₁

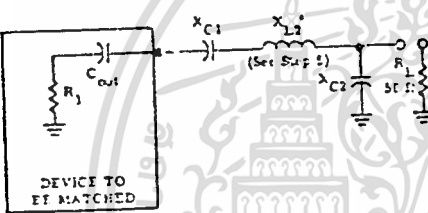
The following is a computer solution for an RF matching network. This computer solution is applicable for two forms of matching networks.



TO DESIGN A NETWORK USING THE TABLES

- $X_{L1} = X_{Cout}$
- Define Q, in column one, as X_{C1}/R_1 .
- All network values can now be read from the charts in terms of reactance.
- This completes network C₁.

NETWORK C₂



TO DESIGN A NETWORK USING THE TABLES

- L₁ is not used in this network.
- Transform the impedance of the device to be matched to series form ($R_1 + jX_{Cout}$).
- Define Q, in column one, as X_{C1}/R_1 .
- For a desired Q, find the R₁ column and read the reactive value of the components.
- X_{L2} is equal to the quantity X_{L2} obtained from the tables plus $|X_{Cout}|$.
- This completes network C₂.

Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	R ₁	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	R ₁	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	R ₁
1	1	7.14	8	1	1	38	86.96	59.35	38	2	54	54.17	78.52	27
1	2	10.21	11.6	2	1	40	100	60	40	2	56	50.41	82.62	28
1	3	12.63	14.87	3	1	42	114.56	60.53	42	2	58	58.76	82.68	29
1	4	14.74	17.56	4	1	44	135.4	60.25	44	2	60	61.24	84.45	30
1	5	16.67	20	5	1	46	159.56	59.56	46	2	64	66.67	88	32
1	6	18.46	22.25	6	1	48	194.95	57.8	48	2	68	72.69	91.32	34
1	7	20.17	24.35	7	2	2	7.14	9	1	2	72	80.18	94.45	36
1	8	21.87	26.33	8	2	4	10.21	13.8	2	2	76	88.98	97.25	38
1	9	23.43	28.21	9	2	6	12.63	17.87	3	2	80	100	100	40
1	10	25	30	10	2	8	14.74	21.56	4	2	84	114.56	102.33	42
1	11	26.55	31.61	11	2	10	16.67	25	5	2	88	135.4	104.25	44
1	12	28.1	33.35	12	2	12	18.46	28.25	6	2	92	159.56	105.58	46
1	13	29.64	34.53	13	2	14	20.17	31.35	7	2	96	194.95	105.8	48
1	14	31.13	36.45	14	2	16	21.87	34.33	8	3	3	7.14	10	1
1	15	32.53	37.91	15	2	18	23.43	37.21	9	3	6	10.21	15.8	2
1	16	34.3	39.52	16	2	20	25	40	10	3	9	12.63	20.87	3
1	17	35.89	40.69	17	2	22	26.55	42.71	11	3	12	14.74	25.56	4
1	18	37.5	42	18	2	24	28.1	45.35	12	3	15	16.67	30	5
1	19	39.14	43.27	19	2	26	29.64	47.93	13	3	18	18.46	34.25	6
1	20	40.82	44.49	20	2	28	31.18	50.45	14	3	21	20.17	38.35	7
1	21	42.55	45.68	21	2	30	32.73	52.91	15	3	24	21.87	42.33	8
1	22	44.32	46.82	22	2	32	34.3	55.32	16	3	27	23.43	46.21	9
1	23	46.15	47.92	23	2	34	35.89	57.69	17	3	30	25	50	10
1	24	48.04	48.98	24	2	36	37.5	60	18	3	33	26.55	53.71	11
1	25	50	50	25	2	38	39.14	62.27	19	3	36	28.1	57.35	12
1	26	52.04	50.98	26	2	40	40.82	64.49	20	3	39	29.64	60.96	13
1	27	54.17	51.92	27	2	42	42.55	66.68	21	3	42	31.18	64.45	14
1	28	56.41	52.82	28	2	44	44.32	68.82	22	3	45	32.73	67.51	15
1	29	58.76	53.68	29	2	46	46.15	70.82	23	3	48	34.3	71.32	16
1	30	61.24	54.49	30	2	48	48.04	72.58	24	3	51	35.89	74.69	17
1	32	66.67	56	32	2	50	50	75	25	3	54	37.5	78	18
1	34	72.69	57.32	34	2	52	52.04	76.96	26	3	57	39.14	81.27	19
1	36	80.18	58.45	36										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	H _j	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	H _j	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	H _j
3	60	40.82	84.49	20	5	60	28.1	81.35	12	7	28	14.74	41.56	4
3	63	42.55	87.68	21	5	65	29.64	86.93	13	7	35	16.67	50	5
3	66	44.32	90.82	22	5	70	31.18	92.45	14	7	42	18.46	58.25	6
3	69	46.15	93.93	23	5	75	32.73	97.91	15	7	49	20.17	66.35	7
3	72	48.04	96.98	24	5	80	34.3	103.32	16	7	56	21.62	74.33	8
3	75	50	100	25	5	85	35.89	108.69	17	7	63	23.43	82.21	9
3	78	52.04	102.95	26	5	90	37.5	114	18	7	70	25.4	90	10
3	81	54.17	105.82	27	5	95	39.14	119.27	19	7	77	26.55	97.71	11
3	84	56.41	108.82	28	5	100	40.82	124.49	20	7	84	28.1	105.55	12
3	87	58.76	111.68	29	5	105	42.55	129.68	21	7	91	29.64	112.93	13
3	90	61.24	114.49	30	5	110	44.32	134.82	22	7	98	31.18	120.45	14
3	96	66.67	120	32	5	115	46.15	139.92	23	7	105	32.73	127.92	15
3	102	72.89	125.32	34	5	120	48.04	144.98	24	7	112	34.3	135.32	16
3	108	80.18	130.45	36	5	125	50	150	25	7	119	35.89	142.69	17
3	114	87.58	135.35	38	5	130	52.04	154.98	26	7	126	37.5	150	18
3	120	100	140	40	5	135	54.17	159.92	27	7	133	39.14	157.17	19
3	126	114.56	144.33	42	5	140	56.41	164.82	28	7	140	40.82	164.49	20
3	132	130.4	148.25	44	5	145	58.76	169.68	29	7	147	42.55	171.68	21
3	138	169.56	157.56	46	5	150	61.24	174.49	30	7	154	44.32	178.82	22
3	144	244.95	158.8	48	5	160	66.67	184	32	7	161	46.15	185.62	23
4	4	7.14	11	1	5	170	72.89	193.32	34	7	168	48.04	192.49	24
4	8	10.21	17.8	2	5	180	80.18	202.45	36	7	175	50	200	25
4	12	12.63	23.87	3	5	190	88.98	211.35	38	7	182	52.04	206.96	26
4	16	14.74	29.56	4	5	200	100	220	40	7	189	54.17	213.52	27
4	20	16.67	35	5	5	210	114.56	228.33	42	7	196	56.41	220.62	28
4	24	18.46	40.25	6	5	220	135.4	250.25	44	7	203	58.76	227.68	29
4	28	20.17	45.35	7	5	230	169.56	243.56	46	7	210	61.24	234.49	30
4	32	21.82	50.23	8	5	240	244.95	248.8	48	7	217	66.67	248	32
4	36	23.43	55.21	9	6	6	7.14	13	1	7	224	72.89	263.32	34
4	40	25	60	10	6	12	10.21	21.8	2	7	231	80.18	274.45	36
4	44	26.55	64.71	11	6	18	12.63	29.87	3	7	238	88.98	287.25	38
4	48	28.1	69.35	12	6	24	14.74	37.56	4	7	245	100	300	40
4	52	29.64	73.98	13	6	30	16.67	45	5	7	252	114.56	312.33	42
4	56	31.18	78.45	14	6	36	18.46	52.25	6	7	259	130.4	324.25	44
4	60	32.73	82.91	15	6	42	20.17	59.35	7	7	266	169.56	335.56	46
4	64	34.3	87.32	16	6	48	21.82	66.23	8	7	273	244.95	345.8	48
4	68	35.89	91.69	17	6	54	23.43	73.21	9	8	8	7.14	15	7
4	72	37.5	96	18	6	60	25	80	10	8	16	10.21	25.8	2
4	76	39.14	100.27	19	6	66	26.55	86.71	11	8	24	12.63	35.81	3
4	80	40.82	104.49	20	6	72	28.1	93.25	12	8	32	14.74	45.56	4
4	84	42.55	108.68	21	6	78	29.64	99.93	13	8	40	16.67	55	5
4	88	44.32	112.82	22	6	84	31.18	106.45	14	8	48	18.46	64.25	6
4	92	46.15	116.92	23	6	90	32.73	112.91	15	8	56	20.17	73.35	7
4	96	48.04	120.98	24	6	96	34.3	119.32	16	8	64	21.62	82.33	8
4	100	50	125	25	6	102	35.89	125.69	17	8	72	23.43	91.21	9
4	104	52.04	129.98	26	6	108	37.5	132	18	8	80	25	100	10
4	108	54.17	134.32	27	6	114	39.14	138.27	19	8	88	26.55	108.71	11
4	112	56.41	138.62	28	6	120	40.82	144.49	20	8	96	28.1	117.35	12
4	116	58.76	142.68	29	6	126	42.55	150.68	21	8	104	29.64	125.93	13
4	120	61.24	146.49	30	6	132	44.32	156.82	22	8	112	31.18	134.45	14
4	126	66.67	152	32	6	138	46.15	162.92	23	8	120	32.73	142.91	15
4	132	72.89	158.34	34	6	144	48.04	168.96	24	8	128	34.3	151.37	16
4	144	80.18	165.45	36	6	150	50	175	25	8	136	35.89	159.69	17
4	152	88.98	173.35	38	6	156	52.04	180.96	26	8	144	37.5	168	18
4	160	100	180	40	6	162	54.17	186.92	27	8	152	39.14	176.27	19
4	168	114.56	188.33	42	6	168	56.41	192.82	28	8	160	40.82	184.49	20
4	176	130.4	192.25	44	6	174	58.76	198.68	29	8	168	42.55	192.68	21
4	184	169.56	197.56	46	6	180	61.24	204.49	30	8	176	44.32	200.82	22
4	192	244.95	201.8	48	6	186	63.67	210	32	8	184	46.15	208.92	23
5	5	7.14	12	1	6	204	72.89	227.32	34	8	192	48.04	216.98	24
5	10	10.21	18.8	2	6	216	80.18	236.45	36	8	200	50	225	25
5	15	12.63	26.87	3	6	228	88.98	245.35	38	8	208	52.04	232.96	26
5	20	14.74	35.56	4	6	240	100	260	40	8	216	54.17	240.92	27
5	25	16.67	40	5	6	252	114.56	270.33	42	8	224	56.41	248.82	28
5	30	18.46	47.25	6	6	264	135.4	280.25	44	8	232	58.76	256.68	29
5	35	20.17	52.35	7	6	276	169.56	285.56	46	8	240	61.24	264.49	30
5	40	21.82	58.33	8	6	288	244.95	297.8	48	8	250	66.67	280	32
5	45	23.43	64.21	9	7	7	7.14	14	1	8	272	72.89	295.32	34
5	50	25	70	10	7	14	10.21	23.8	2	8	288	80.18	310.45	36
5	55	26.55	75.71	11	7	21	12.63	32.87	3	8	304	88.98	325.35	38

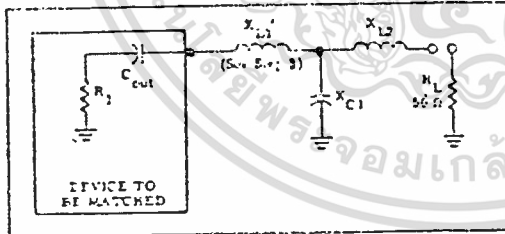
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	R ₁	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	R ₁	Q	X _{C1}	X _{C2}	X _{L2}	R ₁
1	22.0	100	340	40	1	424	165.56	427.56	40	10	320	28.1	141.25	12
2	22.0	114.56	254.23	42	2	432	94.95	441.8	40	20	350	26.64	151.63	13
3	22.0	125.4	248.26	44	3	216	45.14	240.56	24	30	160	21.16	162.45	14
4	22.0	165.56	211.56	46	4	225	50	250	25	40	180	22.73	172.93	15
5	22.0	244.95	253.8	48	5	234	57.04	257.56	26	50	190	24.3	183.27	16
6	9	7.14	16	1	6	243	54.17	267.92	27	60	170	21.89	193.69	17
7	18	10.21	27.8	2	7	252	56.47	276.82	28	70	180	27.9	204	18
8	27	12.82	38.87	3	8	261	58.76	285.82	29	80	190	25.14	214.27	19
9	36	14.74	48.26	4	9	270	61.24	294.86	30	90	200	40.82	224.46	20
10	45	16.67	60	5	10	278	63.67	303	31	100	210	42.55	234.61	21
11	54	18.46	70.25	6	11	287	72.85	312.22	32	110	320	44.31	244.82	22
12	63	20.17	80.25	7	12	294	80.16	321.45	33	120	330	46.15	254.92	23
13	72	21.82	90.25	8	13	302	88.88	330.21	34	130	340	48.04	264.98	24
14	81	23.43	100.21	9	14	310	99	339	35	140	350	50	275	25
15	90	25	110	10	15	318	104.56	348.33	36	150	360	52.24	284.94	26
16	99	26.55	120.71	11	16	326	111.4	357.21	37	160	370	54.17	294.62	27
17	108	28.1	129.35	12	17	334	118.56	366.14	38	170	380	56.11	304.62	28
18	117	29.64	138.52	13	18	342	126	375.14	39	180	390	58.16	314.49	29
19	126	31.16	148.15	14	19	350	133.71	384.21	40	190	400	60.3	324.32	30
20	135	32.73	158.11	15	20	358	141.74	393.36	41	200	410	62.5	334.11	31
21	144	34.3	168.21	16	21	366	150.16	402.56	42	210	420	64.75	343.86	32
22	153	35.89	178.36	17	22	374	158.97	411.81	43	220	430	67.1	353.57	33
23	162	37.5	188.56	18	23	382	168.16	421.11	44	230	440	69.5	363.24	34
24	171	39.17	198.81	19	24	390	177.71	430.46	45	240	450	72	372.87	35
25	180	40.82	209.11	20	25	398	187.61	439.86	46	250	460	74.15	382.46	36
26	189	42.55	219.46	21	26	406	197.86	449.31	47	260	470	76.3	391.91	37
27	198	44.33	229.86	22	27	414	208.46	458.81	48	270	480	78.5	401.22	38
28	207	46.15	239.31	23	28	422	219.4	468.36	49	280	490	80.75	410.39	39

NETWORK D

The following is a computer solution for an RF "Tee" matching network. Tuning is accomplished by using a variable capacitor for

C₁. Variable matching may also be accomplished by increasing X_{L2} and adding an equal amount of X_C in series in the form of a variable capacitor.



TO DESIGN A NETWORK USING THE TABLES

1. Define Q, in column one, as $\sqrt{R_1/R_2}$.
2. For an R₁ to be matched and a desired Q, read the reactances of the network components from the chart.
3. X_{L1}'s is equal to the quantity X_{L1} obtained from the tables plus |X_{Cout}|.
4. This completes the network.

Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁	Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁	Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁
1	21	10	55.23	24	1	172	122.47	101.46	175	2	65	27.46	47.5	34
1	27	14.14	47.69	27	1	100	152.26	176.72	100	2	72	32.62	46.83	36
1	33	17.32	41.85	33	1	225	141.42	117.54	225	2	78	37.67	51.79	38
1	39	20	41.42	39	1	310	150	125	310	2	80	41.8	52.59	40
1	45	22.36	41.42	45	1	375	158.11	132.14	375	2	84	45.44	52.42	42
1	51	24.47	41.82	51	1	450	167.82	135	450	2	88	49.2	57.23	44
1	57	26.45	42.5	57	2	27	11.81	27.75	11	2	62	34.67	56.01	46
1	63	28.24	43.26	63	2	24	11.26	24.22	12	2	66	37.47	60.77	48
1	69	29.91	44.01	69	2	21	10.79	21.53	13	2	100	100	100	50
1	75	31.46	44.71	75	2	58	31.62	24.59	14	2	110	100.07	66.73	52
1	81	32.91	45.38	81	2	50	25.26	27.7	15	2	120	111.8	70.82	60
1	87	34.26	46.01	87	2	37	28.73	28.83	16	2	130	117.26	74.8	65
1	93	35.51	46.6	93	2	34	41.83	1	17	2	140	122.47	78.66	70
1	99	36.67	47.16	99	2	31	44.72	31.09	18	2	150	127.48	82.43	75
1	105	37.75	47.69	105	2	28	47.43	31.22	19	2	160	132.25	86.1	80
1	111	38.76	48.19	111	2	26	50	33.33	20	2	170	137.63	89.69	85
1	117	39.71	48.66	117	2	24	52.44	34.44	21	2	180	142.42	93.2	90
1	123	40.61	49.1	123	2	22	54.77	35.54	22	2	190	147.77	96.69	95
1	129	41.46	49.51	129	2	21	57.31	36.62	23	2	200	152.6	100	100
1	135	42.26	49.88	135	2	19	59.96	37.7	24	2	210	157.96	103.93	105
1	141	43.01	50.22	141	2	18	62.71	38.76	25	2	220	162.81	107.12	110
1	147	43.71	50.55	147	2	17	65.56	39.8	26	2	230	167.14	110.18	115
1	153	44.37	50.86	153	2	16	68.5	40.81	27	2	240	171.04	113.12	120
1	159	45	51.15	159	2	15	71.53	41.79	28	2	250	174.5	115.93	125
1	165	45.61	51.42	165	2	14	74.64	42.74	29	2	260	177.52	118.6	130
1	171	46.08	51.67	171	2	13	77.83	43.57	30	2	270	180.1	121.14	135
1	177	46.51	51.9	177	2	12	81.1	44.38	31	2	280	182.24	123.56	140
1	183	46.9	52.11	183	2	11	84.46	45.17	32	2	290	183.94	125.87	145
1	189	47.25	52.29	189	2	10	87.94	45.94	33	2	300	185.2	128.0	150
1	195	47.57	52.44	195	2	9	91.51	46.68	34	2	310	186.02	130.0	155
1	201	47.86	52.57	201	2	8	95.16	47.4	35	2	320	186.4	131.86	160
1	207	48.12	52.68	207	2	7	98.88	48.09	36	2	330	186.44	133.59	165
1	213	48.35	52.77	213	2	6	102.66	48.76	37	2	340	186.14	135.2	170
1	219	48.55	52.84	219	2	5	106.5	49.4	38	2	350	185.5	136.69	175
1	225	48.72	52.89	225	2	4	110.39	49.99	39	2	360	184.52	138.06	180
1	231	48.87	52.92	231	2	3	114.33	50.54	40	2	370	183.08	139.32	185
1	237	49	52.94	237	2	2	118.32	51.05	41	2	380	181.28	140.48	190
1	243	49.13	52.94	243	2	1	122.46	51.52	42	2	390	179.12	141.55	195

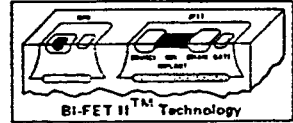
Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁	Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁	Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁
3	18	22.36	17.41	6	4	112	145.95	68.8	28	5	625	400	250	125
3	21	5.62	19.27	7	4	110	148.65	70.07	29	5	750	458.75	283.12	150
3	24	31.73	21.19	8	4	120	151.00	72.51	30	5	875	474.34	314.06	175
3	27	44.72	23.11	9	4	122	157.10	75.10	32	5	1000	507.44	343.20	200
3	30	50	25	10	4	130	162.48	78.73	34	5	1125	538.52	370.95	225
3	33	54.77	26.60	11	4	144	167.03	83.24	36	5	1250	567.89	397.36	250
3	36	59.16	28.09	12	4	152	172.03	86.66	38	5	1375	595.82	422.67	275
3	39	63.25	30.46	13	4	160	177.46	90.07	40	5	1500	622.49	446.99	300
3	42	67.08	32.25	14	4	168	182.21	93.4	42	6	72	34.64	11.00	2
3	45	70.71	33.98	15	4	176	186.82	96.69	44	6	18	55.23	15.02	3
3	48	74.10	35.69	16	4	184	191.31	99.82	46	6	24	70	20	4
3	51	77.46	37.37	17	4	192	195.7	102.11	48	6	30	82.16	24.2	5
3	54	80.62	39.02	18	4	200	200	104.25	50	6	36	92.74	28.26	6
3	57	83.67	40.66	19	4	220	210.36	113.95	55	6	42	102.23	32.2	7
3	60	86.6	42.26	20	4	240	220.23	121.30	60	6	48	110.61	36.02	8
3	63	89.44	43.85	21	4	260	229.67	128.59	65	6	54	118.95	39.74	9
3	66	92.2	45.42	22	4	280	238.75	135.81	70	6	60	126.49	43.38	10
3	69	94.87	46.96	23	4	300	247.49	142.40	75	6	66	133.6	46.85	11
3	72	97.47	48.49	24	4	320	255.83	148.35	80	6	72	140.36	50.41	12
3	75	100	50	25	4	340	264.1	153.66	85	6	78	146.8	53.83	13
3	78	102.47	51.49	26	4	360	272.03	158.07	90	6	84	152.87	57.11	14
3	81	104.88	52.97	27	4	380	279.73	162.22	95	6	90	158.6	60.47	15
3	84	107.24	54.42	28	4	400	287.23	174.40	100	6	96	164.02	63.71	16
3	87	109.54	55.87	29	4	420	294.1	178.5	105	6	102	170.35	66.89	17
3	90	111.8	57.29	30	4	440	300.85	182.30	110	6	108	175.5	70.03	18
3	93	114.15	58.71	31	4	460	307.43	185.4	115	6	114	180.65	73.12	19
3	96	116.42	60.11	32	4	480	313.83	188.02	120	6	120	185.74	76.17	20
3	102	120.42	62.87	34	4	500	320.03	190.44	125	6	126	190.60	79.18	21
3	106	124.5	65.57	36	4	520	326.03	192.83	130	6	132	195.45	82.15	22
3	114	128.45	68.23	38	4	540	331.83	195.1	135	6	138	200.12	85.08	23
3	120	132.29	70.85	40	4	560	337.43	197.2	140	6	144	204.65	87.87	24
3	126	135.61	73.42	42	4	580	342.83	199.1	145	6	150	209.07	90.63	25
3	132	139.64	75.90	44	4	600	348.03	200.8	150	6	156	213.34	93.36	26
3	138	143.18	78.45	46	4	620	353.03	202.3	155	6	162	217.43	96.06	27
3	144	146.03	80.91	48	4	640	357.83	203.6	160	6	168	221.33	98.74	28
3	150	150	83.33	50	4	660	362.43	204.8	165	6	174	225.05	101.39	29
3	165	158.11	89.25	55	4	700	371.83	207.0	175	6	180	228.60	103.92	30
3	180	165.83	94.90	60	4	720	376.83	208.0	180	6	186	232.00	106.33	31
3	185	173.21	100.50	65	4	740	381.63	208.9	185	6	192	235.25	108.63	32
3	210	180.26	105.97	70	4	760	386.23	209.7	190	6	198	238.45	110.83	33
3	225	187.66	111.25	75	4	780	390.63	210.4	195	6	204	241.55	112.93	34
3	240	193.65	116.4	80	4	800	394.83	211.0	200	6	210	244.55	114.93	35
3	255	200	121.43	85	4	820	398.83	211.5	205	6	216	247.45	116.83	36
3	270	206.10	126.35	90	4	840	402.63	212.0	210	6	222	250.25	118.63	37
3	285	212.13	131.17	95	4	860	406.23	212.4	215	6	228	252.95	120.33	38
3	300	217.64	135.89	100	4	880	409.63	212.7	220	6	234	255.55	121.93	39
3	315	224.95	140.50	105	4	900	412.83	213.0	225	6	240	258.05	123.43	40
3	330	232.66	145.00	110	4	920	415.83	213.2	230	6	246	260.45	124.83	41
3	345	240.66	149.40	115	4	940	418.63	213.4	235	6	252	262.75	126.13	42
3	360	248.95	153.70	120	4	960	421.23	213.5	240	6	258	264.95	127.33	43
3	375	257.45	157.90	125	4	980	423.63	213.6	245	6	264	267.05	128.43	44
3	390	266.15	162.00	130	4	1000	425.83	213.6	250	6	270	269.05	129.43	45
3	405	275.05	166.00	135	4	1020	427.83	213.6	255	6	276	270.95	130.33	46
3	420	284.15	169.90	140	4	1040	429.63	213.5	260	6	282	272.75	131.13	47
3	435	293.45	173.70	145	4	1060	431.23	213.4	265	6	288	274.45	131.83	48
3	450	302.95	177.40	150	4	1080	432.63	213.2	270	6	294	276.05	132.43	49
3	465	312.65	181.00	155	4	1100	433.83	213.0	275	6	300	277.55	132.93	50
3	480	322.55	184.50	160	4	1120	434.83	212.8	280	6	306	278.95	133.33	51
3	495	332.65	187.90	165	4	1140	435.63	212.6	285	6	312	280.25	133.63	52
3	510	342.95	191.20	170	4	1160	436.23	212.4	290	6	318	281.45	133.83	53
3	525	353.45	194.40	175	4	1180	436.63	212.2	295	6	324	282.55	133.93	54
3	540	364.15	197.50	180	4	1200	436.83	212.0	300	6	330	283.55	133.93	55
3	555	375.05	200.50	185	4	1220	436.83	211.8	305	6	336	284.45	133.83	56
3	570	386.15	203.40	190	4	1240	436.63	211.6	310	6	342	285.25	133.63	57
3	585	397.45	206.20	195	4	1260	436.23	211.4	315	6	348	285.95	133.33	58
3	600	408.95	208.90	200	4	1280	435.63	211.2	320	6	354	286.55	132.93	59
3	615	420.65	211.50	205	4	1300	434.83	211.0	325	6	360	287.05	132.43	60
3	630	432.55	214.00	210	4	1320	433.83	210.8	330	6	366	287.45	131.83	61
3	645	444.65	216.40	215	4	1340	432.63	210.6	335	6	372	287.75	131.13	62
3	660	456.95	218.70	220	4	1360	431.23	210.4	340	6	378	287.95	130.33	63
3	675	469.45	220.90	225	4	1380	429.63	210.2	345	6	384	288.05	129.43	64
3	690	482.15	223.00	230	4	1400	427.83	210.0	350	6	390	288.05	128.43	65
3	705	495.05	225.00	235	4	1420	425.83	209.8	355	6	396	287.95	127.33	66
3	720	508.15	226.90	240	4	1440	423.63	209.6	360	6	402	287.75	126.13	67
3	735	521.45	228.70	245	4	1460	421.23	209.4	365	6	408	287.45	124.83	68
3	750	534.95	230.40	250	4	1480	418.63	209.2	370	6	414	287.05	123.43	69
3	765	548.65	232.00	255	4	1500	415.83	209.0	375	6	420	286.55	121.93	70
3	780	562.55	233.50	260	4	1520	412.83	208.8	380	6	426	285.95	120.33	71
3	795	576.65	235.00	265	4	1540	409.63	208.6	385	6	432	285.25	118.63	72
3	810	590.95	236.40	270	4	1560	406.23	208.4	390	6	438	284.45	116.83	73
3	825	605.45	237.70	275	4	1580	402.63	208.2	395	6	444	283.55	114.93	74
3	840	620.15	239.00	280	4	1600	398.83	208.0	400	6	450	282.55	112.93	75
3	855	635.05	240.20	285	4	1620	394.83	207.8	405	6	456	281.45	110.83	76
3	870	650.15	241.40	290	4	1640	390.63	207.6	410	6	462	280.25	108.63	77
3	885	665.45	242.50	295	4	1660	386.23	207.4	415	6	468	278.95	106.33	78
3	900	680.95	243.60	300	4	1680	381.63	207.2	420	6	474	277.55	103.92	79
3	915	696.65	244.60	305	4	1700	376.83	207.0	425	6	480	276.05	101.39	80
3	930	712.55	245.50	310	4	1720	371.83	206.8	430	6	486	274.45	98.74	81
3	945	728.65	246.40	315	4	1740	366.63	206.6	435	6	492	272.75	96.06	82
3	960	744.95	247.20	320	4	1760	361.23	206.4	440	6	498	270.95	93.36	83
3	975	761.45	248.00	325	4	1780	355.63	206.2	445	6	504	269.05	90.63	84
3	990	778.15	248.70	330	4	1800	349.83	206.0	450					

Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁	Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁	Q	X _{L1}	X _{L2}	X _{C1}	R ₁
7	115	200	77.27	17	8	256	318.59	144.73	32	9	675	552.27	306.8	75
7	126	201.16	80.91	18	8	272	328.62	151.65	34	9	720	570.55	321.4	80
7	133	212.13	84.5	19	8	288	338.58	158.41	36	9	765	588.22	335.67	85
7	140	217.94	88.04	20	8	304	347.85	165.14	38	9	810	605.39	349.63	90
7	147	223.61	91.53	21	8	320	357.07	171.71	40	9	855	622.09	363.31	95
7	154	229.13	94.97	22	8	336	366.06	178.18	42	9	900	638.36	376.71	100
7	161	234.52	98.37	23	8	352	374.83	184.56	44	9	945	714.14	440.24	125
7	168	239.79	101.73	24	8	368	383.41	190.83	46	9	1050	722.62	456.64	150
7	175	244.95	105.05	25	8	384	391.79	197.02	48	9	1175	645.58	553.81	175
7	182	250	108.33	26	8	400	400	203.13	50	9	1300	504.16	625.54	200
7	189	254.95	111.58	27	8	416	418.27	211.04	52	9	1425	659.17	654.64	225
7	196	259.81	114.79	28	8	432	436.75	222.45	54	9	1550	1011.19	751.48	250
7	203	264.58	117.97	29	8	448	456.09	240.53	56	9	1675	1066.66	746.36	275
7	210	269.26	121.11	30	8	464	474.34	260.2	58	9	1800	1107.93	789.51	300
7	217	273.89	124.21	31	8	480	491.17	273.52	60	10	10	50.5	6.17	1
7	224	278.39	127.28	32	8	496	507.44	286.52	62	10	20	87.18	17.2	2
7	231	282.73	130.34	33	8	512	523.23	299.23	64	10	30	112.47	24.74	3
7	238	286.8	133.36	34	8	528	538.52	311.66	66	10	40	133.04	31.81	4
7	245	290.7	136.34	35	8	544	553.4	323.84	68	10	50	150.83	38.8	5
7	252	294.45	139.28	36	8	560	567.89	335.78	70	10	60	166.73	45.85	6
7	259	298.06	142.19	37	8	576	581.99	347.5	72	10	70	181.25	51.69	7
7	266	301.53	145.07	38	8	592	595.7	359.04	74	10	80	194.68	56.18	8
7	273	304.87	147.92	39	8	608	609.04	370.34	76	10	90	207.24	60.26	9
7	280	308.08	150.74	40	8	624	621.94	381.41	78	10	100	219.06	64.26	10
7	287	311.16	153.53	41	8	640	634.41	392.26	80	10	110	230.33	67.04	11
7	294	314.11	156.29	42	8	656	646.46	402.9	82	10	120	241.04	69.58	12
7	301	316.93	159.02	43	8	672	658.09	413.34	84	10	130	251.3	71.91	13
7	308	319.62	161.72	44	8	688	669.31	423.48	86	10	140	261.15	74.29	14
7	315	322.19	164.39	45	8	704	680.14	433.43	88	10	150	270.65	76.29	15
7	322	324.64	167.03	46	8	720	690.59	443.19	90	10	160	279.82	78.1	16
7	329	326.97	169.64	47	8	736	700.66	452.76	92	10	170	288.7	79.85	17
7	336	329.18	172.22	48	8	752	710.35	462.15	94	10	180	297.32	81.41	18
7	343	331.27	174.75	49	8	768	719.66	471.36	96	10	190	305.7	82.89	19
7	350	333.24	177.19	50	8	784	728.59	480.4	98	10	200	313.85	84.3	20
7	357	335.09	179.6	51	8	800	737.14	489.28	100	10	210	321.78	85.65	21
7	364	336.82	181.98	52	8	816	745.31	498.0	102	10	220	329.5	86.95	22
7	371	338.43	184.33	53	8	832	753.11	506.56	104	10	230	337.12	88.21	23
7	378	340.0	186.65	54	8	848	760.54	514.91	106	10	240	344.53	89.43	24
7	385	341.53	188.94	55	8	864	767.61	523.06	108	10	250	351.78	90.61	25
7	392	343.03	191.21	56	8	880	774.32	531.0	110	10	260	358.89	91.77	26
7	399	344.5	193.46	57	8	896	780.67	538.74	112	10	270	365.86	92.91	27
7	406	345.94	195.69	58	8	912	786.66	546.18	114	10	280	372.69	94.02	28
7	413	347.35	197.89	59	8	928	792.29	553.43	116	10	290	379.41	95.1	29
7	420	348.73	200.07	60	8	944	797.56	560.49	118	10	300	386.01	96.15	30
7	427	350.08	202.22	61	8	960	802.47	567.26	120	10	310	392.5	97.18	31
7	434	351.4	204.35	62	8	976	807.02	573.74	122	10	320	398.89	98.19	32
7	441	352.69	206.46	63	8	992	811.21	580.04	124	10	330	405.18	99.18	33
7	448	353.95	208.54	64	8	1008	815.04	586.1	126	10	340	411.34	100.15	34
7	455	355.18	210.6	65	8	1024	818.51	591.93	128	10	350	417.38	101.1	35
7	462	356.38	212.64	66	8	1040	821.62	597.56	130	10	360	423.34	102.03	36
7	469	357.55	214.66	67	8	1056	824.37	603.0	132	10	370	429.22	102.94	37
7	476	358.69	216.66	68	8	1072	826.76	608.35	134	10	380	435.0	103.83	38
7	483	359.8	218.63	69	8	1088	828.79	613.54	136	10	390	440.69	104.7	39
7	490	360.88	220.58	70	8	1104	830.46	618.68	138	10	400	446.3	105.56	40
7	497	361.93	222.51	71	8	1120	831.77	623.68	140	10	410	451.83	106.41	41
7	504	362.95	224.42	72	8	1136	832.72	628.53	142	10	420	457.28	107.25	42
7	511	363.94	226.31	73	8	1152	833.31	633.24	144	10	430	462.66	108.07	43
7	518	364.9	228.18	74	8	1168	833.54	637.81	146	10	440	467.97	108.87	44
7	525	365.83	229.03	75	8	1184	833.41	642.24	148	10	450	473.21	109.65	45
7	532	366.73	230.86	76	8	1200	832.92	646.44	150	10	460	478.38	110.41	46
7	539	367.6	232.67	77	8	1216	832.07	650.49	152	10	470	483.49	111.15	47
7	546	368.44	234.46	78	8	1232	830.86	654.38	154	10	480	488.54	111.87	48
7	553	369.25	236.23	79	8	1248	829.29	658.11	156	10	490	493.54	112.57	49
7	560	370.03	237.98	80	8	1264	827.36	661.69	158	10	500	500	113.25	50
7	567	370.78	239.71	81	8	1280	825.07	665.14	160	10	510	504.64	113.91	51
7	574	371.5	241.42	82	8	1296	822.42	668.45	162	10	520	509.18	114.55	52
7	581	372.19	243.11	83	8	1312	819.41	671.62	164	10	530	513.69	115.17	53
7	588	372.85	244.78	84	8	1328	816.04	674.66	166	10	540	518.17	115.77	54
7	595	373.48	246.43	85	8	1344	812.31	677.57	168	10	550	522.62	116.35	55
7	602	374.08	248.06	86	8	1360	808.22	680.35	170	10	560	527.04	116.91	56
7	609	374.65	249.67	87	8	1376	803.77	683.0	172	10	570	531.43	117.45	57
7	616	375.19	251.26	88	8	1392	798.96	685.52	174	10	580	535.79	117.97	58
7	623	375.7	252.83	89	8	1408	793.79	687.91	176	10	590	540.12	118.47	59
7	630	376.18	254.38	90	8	1424	788.26	690.18	178	10	600	544.43	118.95	60
7	637	376.63	255.91	91	8	1440	782.37	692.41	180	10	610	548.72	119.41	61
7	644	377.05	257.42	92	8	1456	776.12	694.51	182	10	620	552.99	119.85	62
7	651	377.44	258.91	93	8	1472	769.51	696.48	184	10	630	557.24	120.27	63
7	658	377.8	260.38	94	8	1488	762.54	698.32	186	10	640	561.47	120.67	64
7	665	378.13	261.83	95	8	1504	755.21	700.03	188	10	650	565.68	121.05	65
7	672	378.43	263.26	96	8	1520	747.52	701.46	190	10	660	569.87	121.41	66
7	679	378.7	264.67	97	8	1536	739.47	702.77	192	10	670	574.04	121.75	67
7	686	378.95	266.06	98	8	1552	731.06	703.96	194	10	680	578.19	122.07	68
7	693	379.17	267.43	99	8	1568	722.29	705.03	196	10	690	582.32	122.37	69
7	700	379.36	268.78	100	8	1584	713.16	705.98	198	10	700	586.43	122.65	70
7	707	379.52	270.11	101	8	1600	703.67	706.81	200	10	710	590.52	122.91	71
7	714	379.65	271.42	102	8	1616	693.82	707.52	202	10	720	594.59	123.15	72
7	721	379.75	272.71	103	8	1632	683.61	708.11	204	10	730	598.64	123.37	73
7	728	379.82	273.98	104	8	1648	673.04	708.58	206	10	740	602.67	123.57	74
7	735	379.87	275.23	105	8	1664	662.11	708.93	208	10	750	606.68	123.75	75
7	742	379.89	276.46	106	8	1680	650.82	709.16	210	10	760	610.67	123.91	76
7	749	37												



Operational Amplifiers/Buffers

LF353 Wide Bandwidth Dual JFET Input Operational Amplifier



General Description

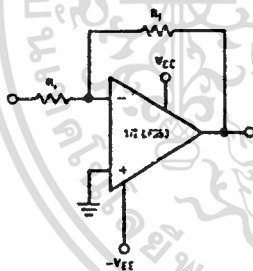
These devices are low cost, high speed, dual JFET input operational amplifiers with an internally trimmed input offset voltage (Bi-FET II™ technology). They require low supply current yet maintain a large gain bandwidth product and fast slew rate. In addition, well matched high voltage JFET input devices provide very low input bias and offset currents. The LF353 is pin compatible with the standard LM1558 allowing designers to immediately upgrade the overall performance of existing LM1558 and LM358 designs.

These amplifiers may be used in applications such as high speed integrators, fast D/A converters, sample and hold circuits and many other circuits requiring low input offset voltage, low input bias current, high input impedance, high slew rate and wide bandwidth. The devices also exhibit low noise and offset voltage drift.

Features

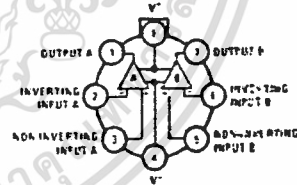
- Internally trimmed offset voltage 10 mV
- Low Input bias current 50 pA
- Low input noise voltage 16 nV/√Hz
- Low input noise current 0.01 pA/√Hz
- Wide gain bandwidth 4 MHz
- High slew rate 13 V/μs
- Low supply current 3.6 mA
- High Input Impedance 10¹²Ω
- Low total harmonic distortion $A_v \approx 10$, $R_L = 10k$, $V_O = 20V_p - p$, $BW = 20 Hz - 20 kHz$ < 0.02%
- Low 1/f noise corner 50 Hz
- Fast settling time to 0.01% 2 μs

Typical Connection



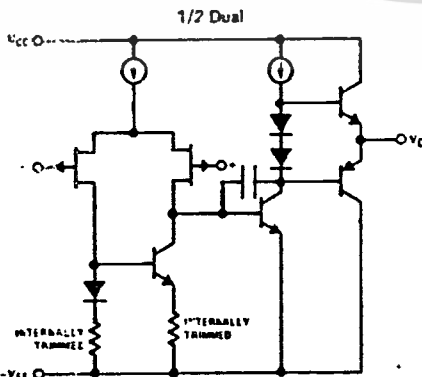
Connection Diagrams

LF353H Metal Can Package (Top View)

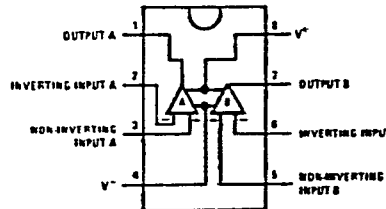


Order Number LF353H
See NS Package H05C

Simplified Schematic



LF353N Dual-In-Line Package (Top View)



Order Number LF353N
See NS Package N08A

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	±18V	Input Voltage Range (Note 2)	±15V
Power Dissipation (Note 1)	500mW	Output Short Circuit Duration	Continuous
Operating Temperature Range	0°C to +70°C	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
T _j (MAX)	115°C	Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C
Differential Input Voltage	±30V		

DC Electrical Characteristics (Note 4)

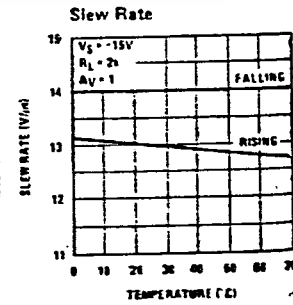
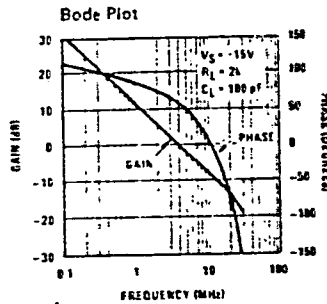
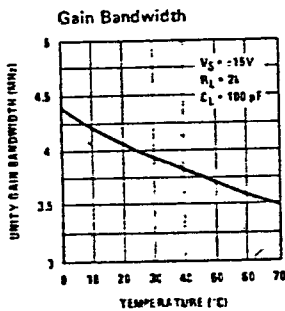
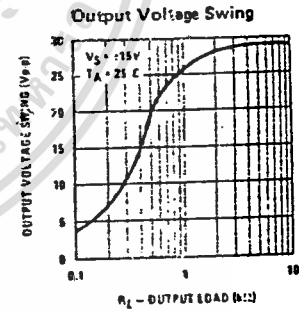
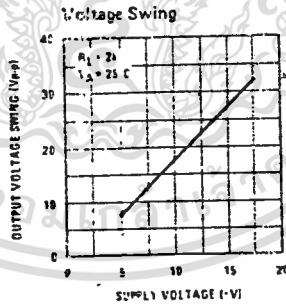
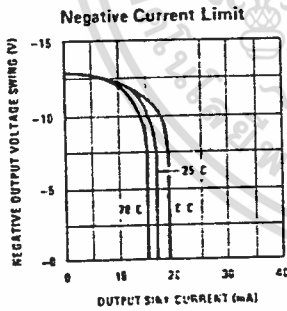
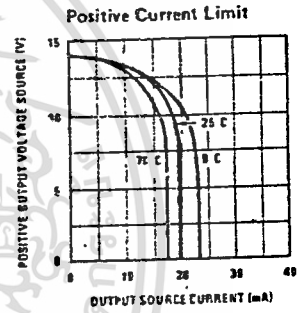
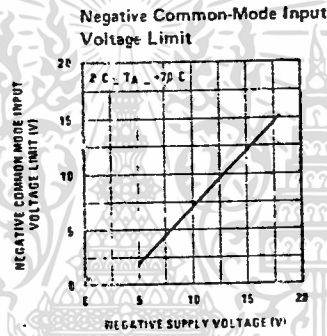
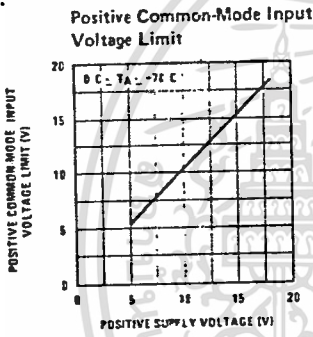
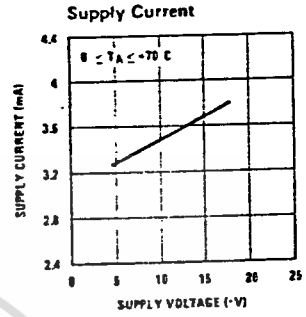
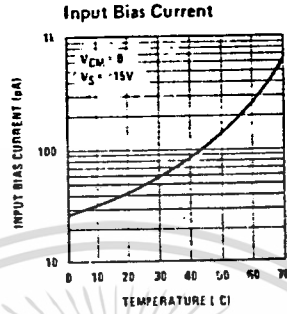
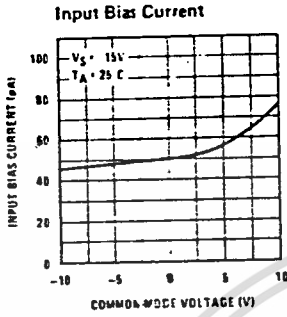
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LF353			UNITS
			MIN	TYP	MAX	
V _{OS}	Input Offset Voltage	R _S = 10kΩ, T _A = 25°C Over Temperature		5	10	mV
ΔV _{OS} /ΔT	Average TC of Input Offset Voltage	R _S = 10kΩ		10	13	μV/°C
I _{OS}	Input Offset Current	T _j = 25°C, (Notes 4, 5) T _j < 70°C		25	100	pA
I _B	Input Bias Current	T _j = 25°C, (Notes 4, 5) T _j < 70°C		50	200	pA
R _{IN}	Input Resistance	T _j = 25°C		10	12	Ω
A _{VOL}	Large Signal Voltage Gain	V _S = ±15V, T _A = 25°C V _O = ±10V, R _L = 2kΩ Over Temperature	25	100		V/mV
V _O	Output Voltage Swing	V _S = ±15V, R _L = 10kΩ	±12	±13.5		V
V _{CM}	Input Common-Mode Voltage Range	V _S = ±15V	±11	-12		V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio	R _S < 10kΩ	70	100		dB
PSRR	Supply Voltage Rejection Ratio	(Note 6)	70	100		dB
I _S	Supply Current			3.6	6.5	mA

AC Electrical Characteristics (Note 4)

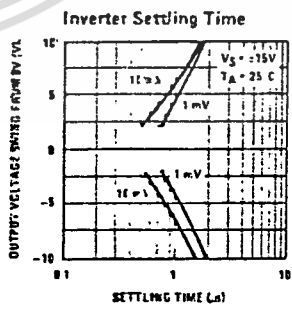
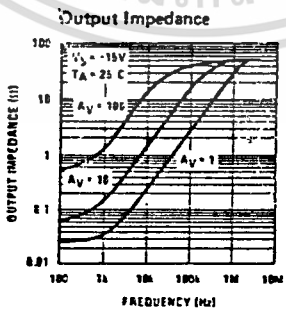
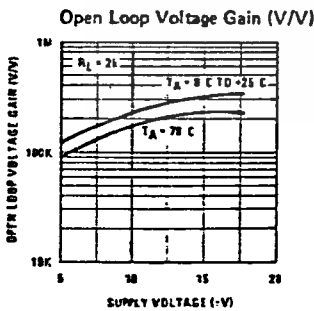
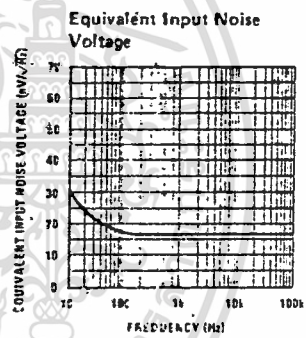
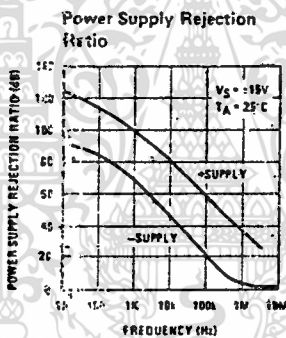
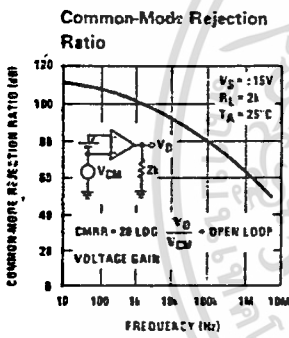
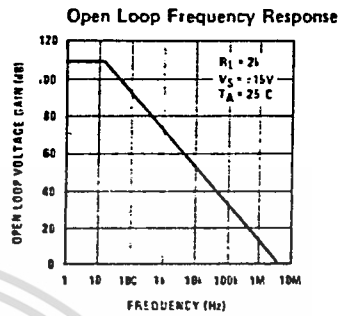
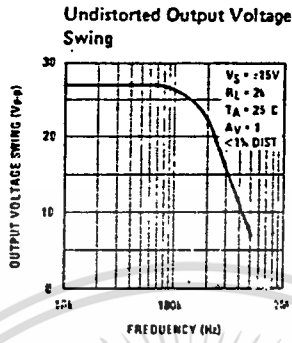
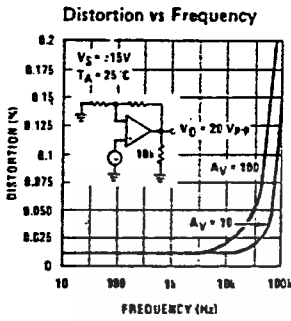
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LF353			UNITS
			MIN	TYP	MAX	
SR	Slew Rate	T _A = 25°C, f = 1Hz-20kHz (Input Referred)		13		V/μs
GBW	Gain Bandwidth Product	V _S = ±15V, T _A = 25°C		4		MHz
e _n	Equivalent Input Noise Voltage	T _A = 25°C, R _S = 100Ω, f = 1000Hz		16		nV/√Hz
i _n	Equivalent Input Noise Current	T _j = 25°C, f = 1000Hz		0.01		pA/√Hz

Note 1: For operating at elevated temperature, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W junction to ambient for the N package, and 150°C/W junction to ambient for the H package.
 Note 2: Unless otherwise specified the absolute maximum negative input voltage is equal to the negative power supply voltage.
 Note 3: The power dissipation limit, however, cannot be exceeded.
 Note 4: These specifications apply for V_S = ±15V and 0°C < T_A < +70°C. V_{OS}, I_B and I_{OS} are measured at V_{CM} = 0.
 Note 5: The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature. T_j: Due to the limited production test time, the input bias currents measured are correlated to junction temperature. In normal operation the junction temperature rises above the ambient temperature as a result of internal power dissipation. P_D, T_j = T_A + θ_{J-A} · P_D where θ_{J-A} is the thermal resistance from junction to ambient. Use of a heat sink is recommended if input bias current is to be kept to a minimum.
 Note 6: Supply voltage rejection ratio is measured for both supply magnitudes increasing or decreasing simultaneously in accordance with common practice.

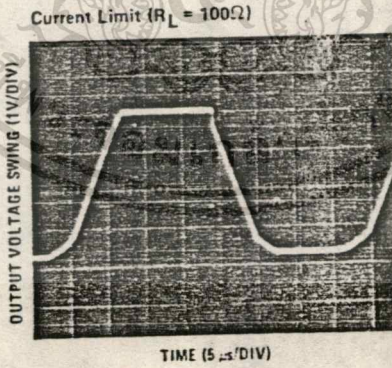
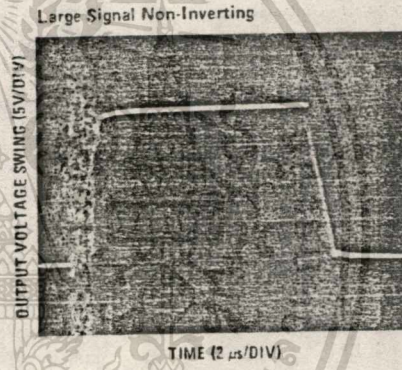
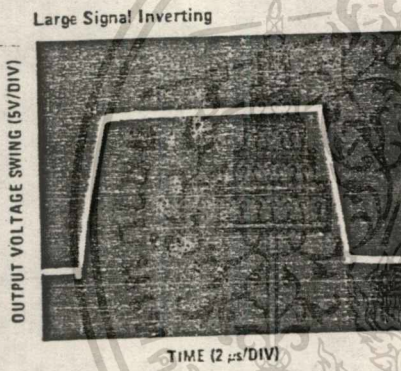
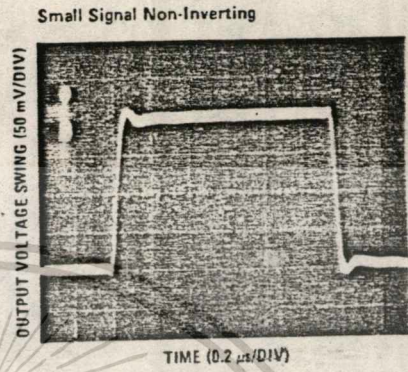
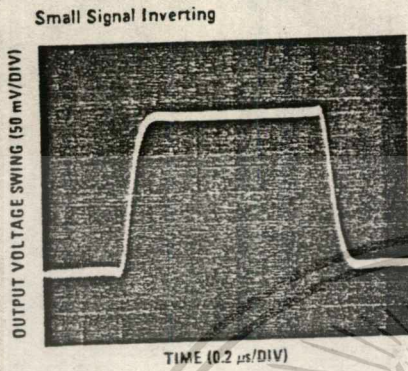
Typical Performance Characteristics



Typical Performance Characteristics (Continued)



Pulse Response



Application Hints

These devices are op amps with an internally trimmed input offset voltage and JFET input devices (BI-FET II). These JFETs have large reverse breakdown voltages from gate to source and drain eliminating the need for clamps across the inputs. Therefore, large differential input voltages can easily be accommodated without a large increase in input current. The maximum differential input voltage is independent of the supply voltages. However, neither of the input voltages should be

allowed to exceed the negative supply as this will cause large currents to flow which can result in a destroyed unit.

Exceeding the negative common-mode limit on either input will cause a reversal of the phase to the output and force the amplifier output to the corresponding high or low state. Exceeding the negative common-mode limit on both inputs will force the amplifier output to a

Application Hints (Continued)

high state. In neither case does a latch occur since raising the input back within the common-mode range again puts the input stage and thus the amplifier in a normal operating mode.

Exceeding the positive common-mode limit on a single input will not change the phase of the output; however, if both inputs exceed the limit, the output of the amplifier will be forced to a high state.

The amplifiers will operate with a common-mode input voltage equal to the positive supply; however, the gain bandwidth and slew rate may be decreased in this condition. When the negative common-mode voltage swings to within 3V of the negative supply, an increase in input offset voltage may occur.

Each amplifier is individually biased by a zener reference which allows normal circuit operation on $\pm 4V$ power supplies. Supply voltages less than these may result in lower gain bandwidth and slew rate.

The amplifiers will drive a $2\text{ k}\Omega$ load resistance to $\pm 10V$ over the full temperature range of 0°C to $+70^\circ\text{C}$. If the amplifier is forced to drive heavier load currents, however, an increase in input offset voltage may occur on the negative voltage swing and finally reach an active current limit on both positive and negative swings.

Precautions should be taken to ensure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed in polarity or that the unit is not inadvertently installed

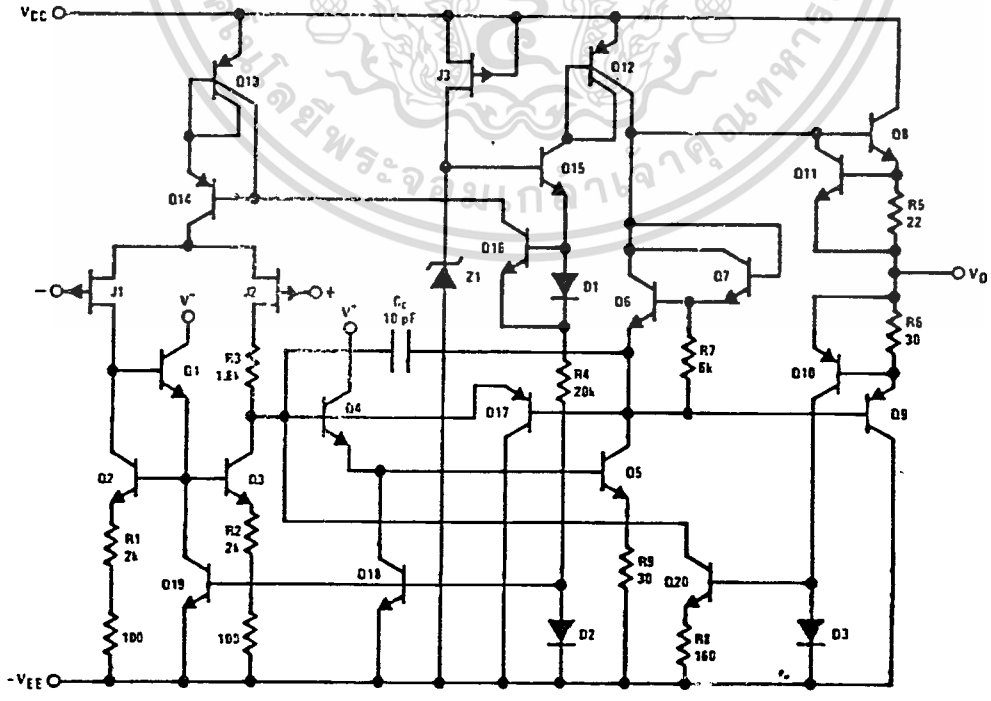
backwards in a socket as an unlimited current surge through the resulting forward diode within the IC could cause fusing of the internal conductors and result in a destroyed unit.

Because these amplifiers are JFET rather than MOSFET input op amps they do not require special handling.

As with most amplifiers, care should be taken with lead dress, component placement and supply decoupling in order to ensure stability. For example, resistors from the output to an input should be placed with the body close to the input to minimize "pick-up" and maximize the frequency of the feedback pole by minimizing the capacitance from the input to ground.

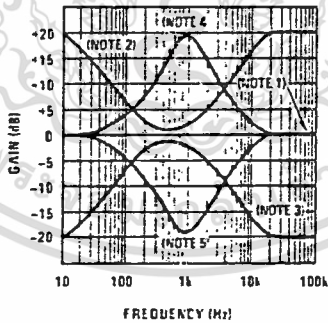
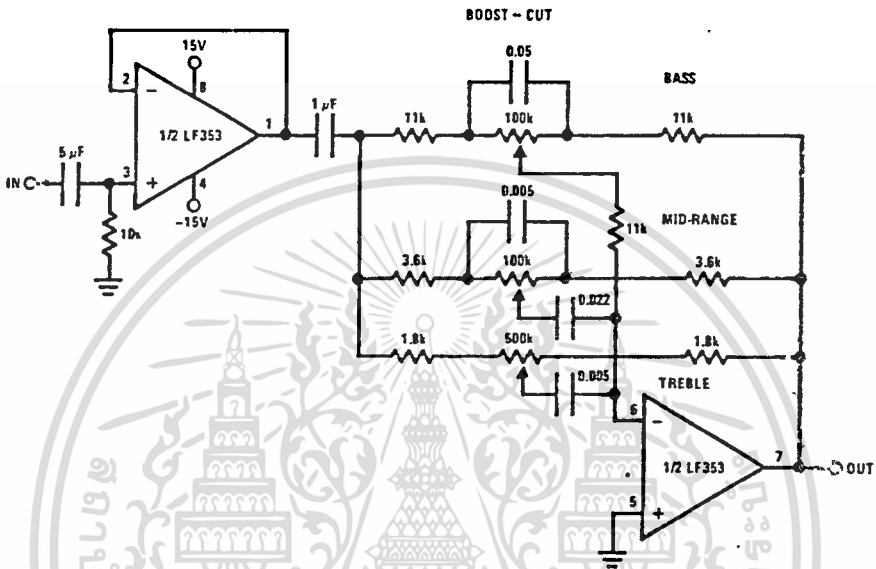
A feedback pole is created when the feedback around any amplifier is resistive. The parallel resistance and capacitance from the input of the device (usually the inverting input) to AC ground set the frequency of the pole. In many instances the frequency of this pole is much greater than the expected 3 dB frequency of the closed loop gain and consequently there is negligible effect on stability margin. However, if the feedback pole is less than approximately 6 times the expected 3 dB frequency a lead capacitor should be placed from the output to the input of the op amp. The value of the added capacitor should be such that the RC time constant of this capacitor and the resistance it parallels is greater than or equal to the original feedback pole time constant.

Detailed Schematic



Typical Applications

Three-Band Active Tone Control

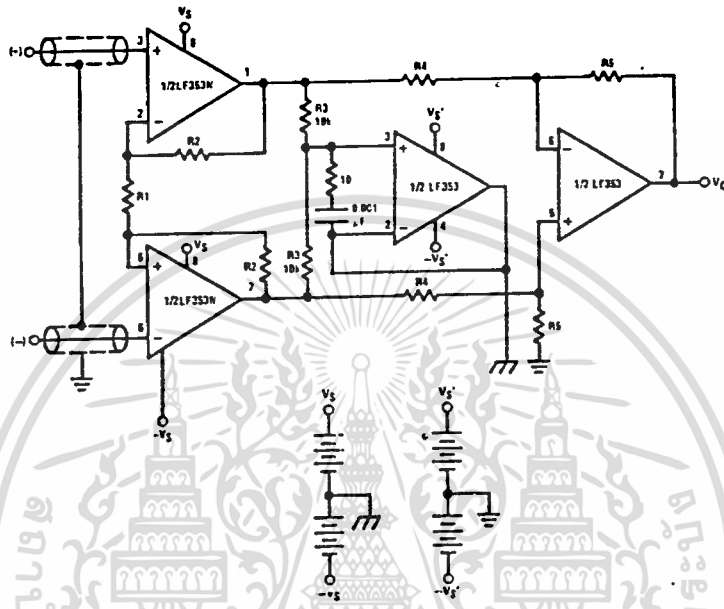


- Note 1: All controls flat
- Note 2: Bass and treble boost, mid flat.
- Note 3: Bass and treble cut, mid flat.
- Note 4: Mid boost, bass and treble flat.
- Note 5: Mid cut, bass and treble flat.

- All potentiometers are linear taper
- Use the LF347 Quad for stereo applications

Typical Applications (Continued)

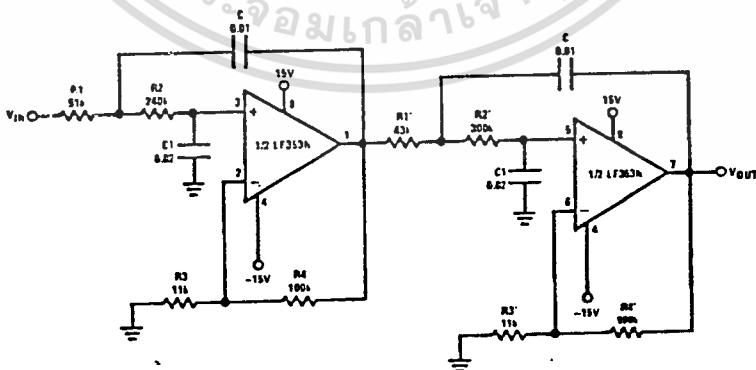
Improved CMRR Instrumentation Amplifier



$$A_V = \left(\frac{2R_2}{R_1} + 1 \right) \frac{R_5}{R_4}$$

- \overline{m} and \overline{n} are separate isolated grounds
- Matching of R2's, R4's and R5's control CMRR
- With $A_{VT} = 1400$, resistor matching = 0.01%: CMRR = 136 dB
- Very high input impedance
- Super high CMRR

Fourth Order Low Pass Butterworth Filter



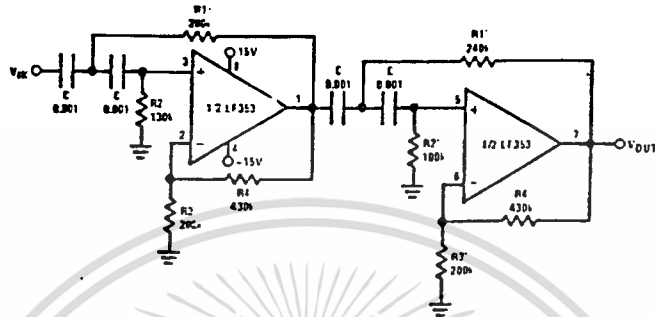
$$\bullet \text{ Corner frequency } (f_c) = \sqrt{\frac{1}{R_1 R_2 C C_1}} \cdot \frac{1}{2\pi} = \sqrt{\frac{1}{R_1' R_2' C C_1}} \cdot \frac{1}{2\pi}$$

- Pastband gain (M_0) = $(1 + R_4/R_3) (1 + R_4'/R_3')$
- First stage Q = 1.31
- Second stage Q = C.541
- Circuit shown uses nearest 5% tolerance resistor values for a filter with a corner frequency of 100 Hz and a pastband gain of 100
- Offset nulling necessary for accurate DC performance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

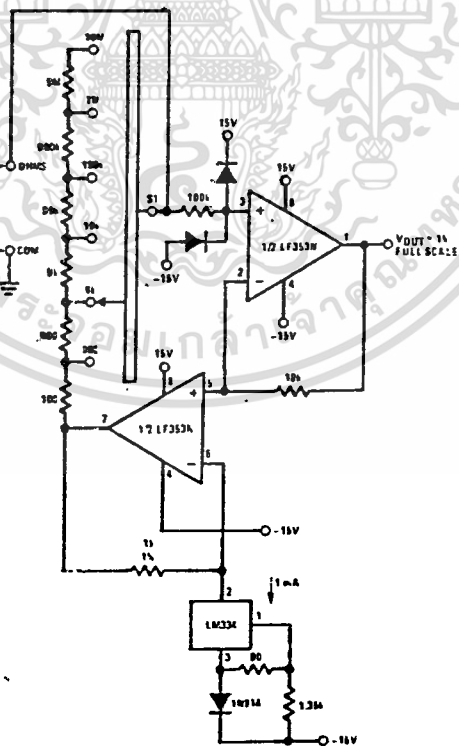
Typical Applications (Continued)

Fourth Order High Pass Butterworth Filter



- Corner frequency (f_c) = $\frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C^2}} \cdot \frac{1}{2\pi} = \frac{1}{\sqrt{R_1' R_2' C^2}} \cdot \frac{1}{2\pi}$
- Passband gain (H_0) = $(1 + R_4/R_3)(1 + R_6/R_5)$
- First stage $Q = 1.31$
- Second stage $Q = 0.541$
- Circuit shown uses closest 5% tolerance resistor values for a filter with a corner frequency of 1 kHz and a passband gain of 10

Ohms to Volts Converter



$$V_O = \frac{1V}{R_{LADDER}} \times R_X$$

Where R_{LADDER} is the resistance from switch S1 pole to pin 7 of the LF353



MOTOROLA

MC3357

Advance Information

LOW POWER NARROW BAND FM IF

... includes Oscillator, Mixer, Limiting Amplifier, Quadrature Discriminator, Active Filter, Squelch, Scan Control, and Mute Switch. The MC3357 is designed for use in FM dual conversion communications equipment.

- Low Drain Current (3.0 mA (Typ) @ $V_{CC} = 6.0$ Vdc)
- Excellent Sensitivity: Input Limiting Voltage -- (-3.0 dB) = $5.0 \mu\text{V}$ (Typ)
- Low Number of External Parts Required

LOW POWER FM IF

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

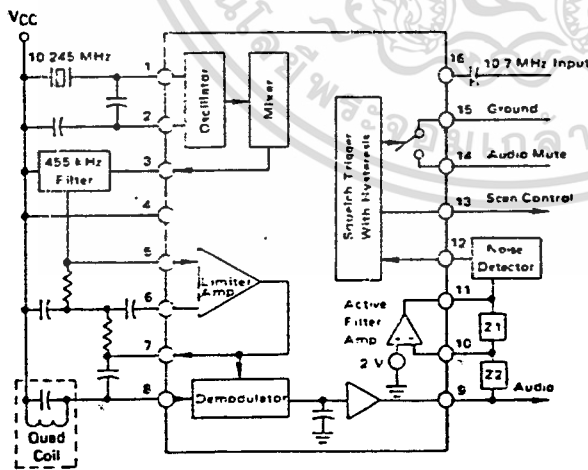


P SUFFIX PLASTIC PACKAGE CASE 648-05

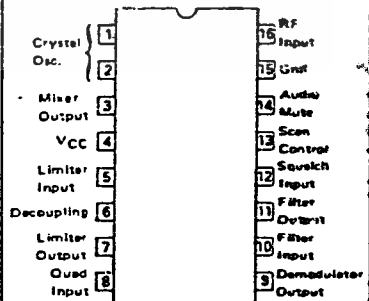


D SUFFIX PLASTIC PACKAGE CASE 751B-01 SO-16

FIGURE 1 — FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



PIN CONNECTIONS



This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

MOTOROLA LINEAR/INTERFACE DEVICES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีโอกาสนำไปใช้

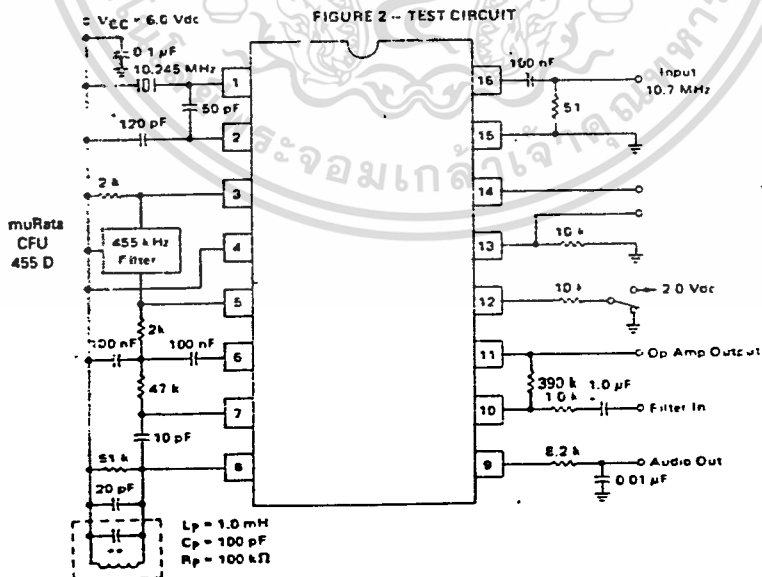
MC3357

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C, unless otherwise noted)

Rating	Pin	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	4	V _{CC(max)}	12	Vdc
Operating Supply Voltage Range	4	V _{CC}	4 to 8	Vdc
Detector Input Voltage	8	-	1.0	Vp-p
Input Voltage (V _{CC} > 6.0 Volts)	16	V ₁₆	1.0	V _{RMS}
Mute Function	14	V ₁₄	-0.5 to 5.0	V _{pk}
Junction Temperature	-	T _J	150	°C
Operating Ambient Temperature Range	-	T _A	-30 to +70	°C
Storage Temperature Range	-	T _{STG}	-65 to +150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 6.0 Vdc, f_o = 10.7 MHz, Δf = ± 3.0 kHz, f_{mod} = 1.0 kHz, T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Pin	Min	Typ	Max	Unit
Drain Current Squelch Off	4	-	2.0	-	mA
Squelch On	-	-	3.0	5.0	-
Input Limiting Voltage '(-3 dB Limiting)'	16	-	5.0	10	mV
Detector Output Voltage	9	-	3.0	-	Vdc
Detector Output Impedance	-	-	400	-	Ω
Recovered Audio Output Voltage (V _{in} = 10 mV)	9	200	350	-	mV _{RMS}
Filter Gain (10 kHz) (V _{in} = 5 mV)	-	40	46	-	dB
Filter Output Voltage	11	1.8	2.0	2.5	Vdc
Trigger Hysteresis	-	-	100	-	mV
Mute Function Low	14	-	15	50	μs
Mute Function High	14	1.0	10	-	μs
Scan Function Low (Mute Off) (V ₁₂ = 2 Vdc)	13	-	0	0.5	Vdc
Scan Function High (Mute On) (V ₁₂ = Gnd)	13	5.0	-	-	Vdc
Mixer Conversion Gain	3	-	20	-	dB
Mixer Input Resistance	16	-	3.3	-	kΩ
Mixer Input Capacitance	16	-	2.2	-	pF



MOTOROLA LINEAR/INTERFACE DEVICES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น. ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC3357

CIRCUIT DESCRIPTION

The MC3357 is a low power FM IF circuit designed primarily for use in voice communication scanning receivers.

The mixer-oscillator combination converts the input frequency (e.g., 10.7 MHz) down to 455 kHz, where, after external bandpass filtering, most of the amplification is done. The audio is recovered using a conventional quadrature FM detector. The absence of an input signal is indicated by the presence of noise above the desired audio frequencies. This "noise band" is monitored by an active filter and a detector. A squelch trigger circuit indicates the presence of noise (or a tone) by an output which can be used to control scanning. At the same time, an internal switch is operated which can be used to mute the audio.

The oscillator is an internally-biased Colpitts type with the collector, base, and emitter connections at Pins 4, 1, and 2 respectively. A crystal can be used in place of the usual coil.

The mixer is doubly-balanced to reduce spurious responses. The input impedance at Pin 16 is set by a 3.0 k Ω internal biasing resistor and has low capacitance, allowing the circuit to be preceded by a crystal filter. The collector output at Pin 3 must be dc connected to 0.5 V, below which it can swing 0.5 V.

After suitable bandpass filtering (ceramic or LC) the signal goes to the input of a five-stage limiter at Pin 5. The output of the limiter at Pin 7 drives a multiplier,

both internally directly, and externally through a quadrature coil, to detect the FM. The output at Pin 7 is also used to supply dc feedback to Pin 5. The other side of the first limiter stage is decoupled at Pin 6.

The recovered audio is partially filtered, then buffered giving an impedance of around 400 Ω at Pin 9. The signal still requires de-emphasis, volume control and further amplification before driving a loudspeaker.

A simple inverting op amp is provided with an output at Pin 11 providing dc bias (externally) to the input at Pin 10 which is referred internally to 2.0 V. A filter can be made with external impedance elements to discriminate between frequencies. With an external AM detector the filtered audio signal can be checked for the presence of noise above the normal audio band, or a tone signal. This information is applied to Pin 12.

An external positive bias to Pin 12 sets up the squelch trigger circuit such that Pin 13 is low at an impedance level of around 60 k Ω , and the audio mute (Pin 14) is open circuit. If Pin 12 is pulled down to 0.7 V by the noise or tone detector, Pin 13 will rise to approximately 0.5 Vdc below supply where it can support a load current of around 500 μ A and Pin 14 is internally short-circuited to ground. There is 100 mV of hysteresis at Pin 12 to prevent jitter. Audio muting is accomplished by connecting Pin 14 to a high-impedance ground-reference point in the audio path between Pin 9 and the audio amplifier.

MC3357

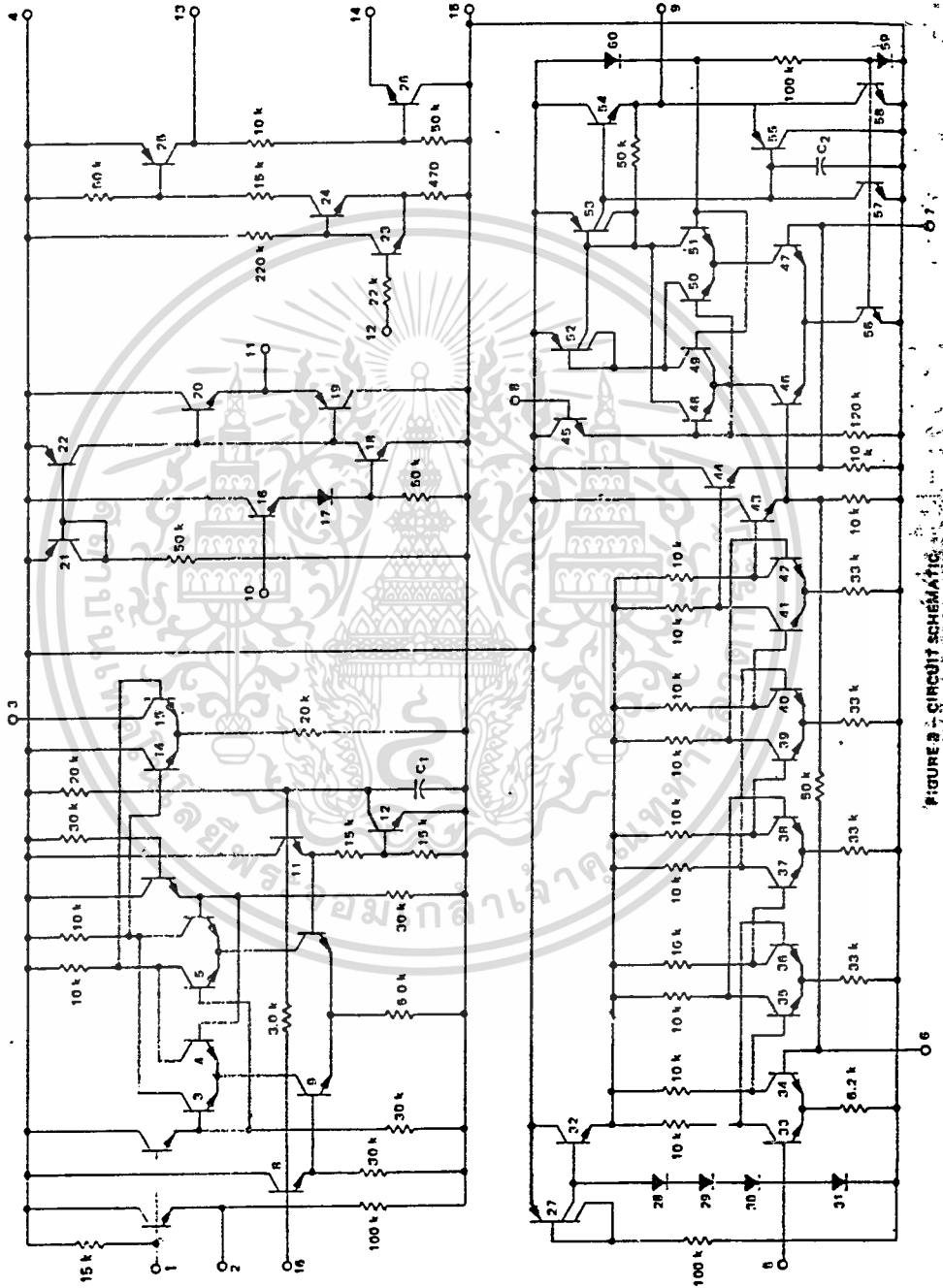


FIGURE 2 - CIRCUIT SCHEMATIC

MOTOROLA LINEAR/INTERFACE DEVICES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2N3866
2N3866A



The RF Line

NPN SILICON HIGH FREQUENCY TRANSISTOR

... designed for amplifier and oscillator applications in military and industrial equipment. Suitable for use as output, driver or pre-driver stages in VHF and UHF equipment.

- Specified 400 MHz, 28 Vdc Characteristics -
Output Power = 1.0 Watt
Minimum Gain = 10 dB
Efficiency = 45%
- Large Signal Series Equivalent Impedances
- S-Parameter Characterization

1.5 W - 400 MHz
HIGH FREQUENCY
TRANSISTOR
NPN SILICON



*MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V _{CE0}	30	Vdc
Collector-Base Voltage	V _{CB0}	55	Vdc
Emitter-Base Voltage	V _{EB0}	3.5	Vdc
Collector Current - Continuous	I _C	0.4	Adc
Total Device Dissipation @ T _C = 25°C	P _D	5.0	Watts
Derate Above 25°C		28.6	mW/°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +200	°C

*Indicates JEDEC Registered Data

MILLIMETERS		INCHES		
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	8.00	8.40	0.3150	0.3300
B	8.00	8.51	0.3150	0.3350
C	8.10	8.60	0.3190	0.3380
D	0.40	0.50	0.016	0.020
E	0.20	0.28	0.008	0.011
F	0.40	0.45	0.016	0.018
G	4.10	4.20	0.160	0.165
H	1.10	1.24	0.043	0.049
J	0.20	0.25	0.008	0.010
K	0.10	0.15	0.004	0.006
L	0.30	0.35	0.012	0.014
M	0.10	0.15	0.004	0.006
N	0.10	0.15	0.004	0.006
P	0.10	0.15	0.004	0.006
Q	0.10	0.15	0.004	0.006
R	0.54	0.54	0.021	0.021

All JEDEC dimensions are unless apply

STYLE 1
1. Emitter
2. Base
3. Collector

CASE 79-02
TO 35

MOTOROLA RF DEVICE DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2N3866, 2N3866A

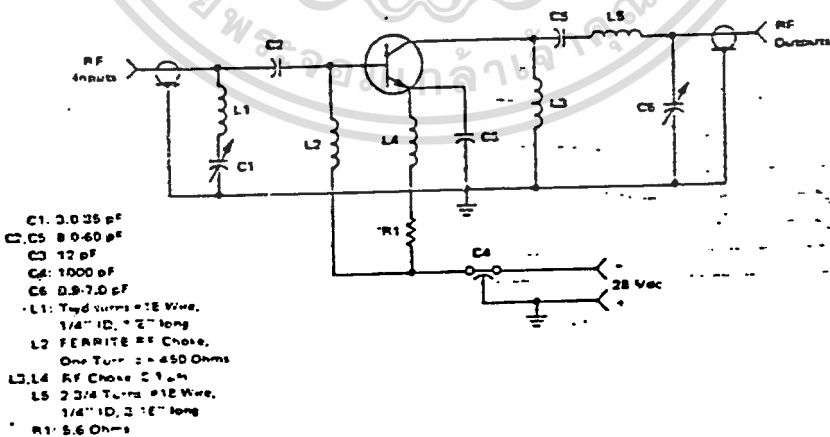
1966-1967

*ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_C = 25°C unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector-Emitter Sustaining Voltage (I _C = 5.0 mA _{dc} , I _B = 0)	V _{CEO(sus)}	30	—	V _{dc}
Collector-Base Sustaining Voltage (I _C = 5.0 mA _{dc} , R _{EE} = 10 Ω)	V _{CER(sus)}	55	—	V _{dc}
Emitter-Base Breakdown Voltage (I _E = 100 μA _{dc} , I _C = 0)	V _{(BR)EBO}	3.5	—	V _{dc}
Collector Cutoff Current (V _{CE} = 28 V _{dc} , I _B = 0)	I _{CEO}	—	0.02	mA _{dc}
Emitter Cutoff Current (V _{BE} = 3.5 V _{dc} , I _C = 0)	I _{EBO}	—	0.1	mA _{dc}
Collector Cutoff Current (V _{CE} = 30 V _{dc} , V _{EB} = -1.5 V _{dc} (Rev.), T _C = 200°C) (V _{CE} = 55 V _{dc} , V _{EB} = -1.5 V _{dc} (Rev.))	I _{CEX}	—	5.0 0.1	mA _{dc}
ON CHARACTERISTICS				
DC Current Gain (I _C = 360 mA _{dc} , V _{CE} = 5.0 V _{dc}) (I _C = 50 mA _{dc} , V _{CE} = 5.0 V _{dc})	h _{FE}	5.0 10 25	— 200 250	—
Collector-Emitter Saturation Voltage (I _C = 100 mA _{dc} , I _B = 20 mA _{dc})	V _{CE(sat)}	—	3.0	V _{dc}
DYNAMIC CHARACTERISTICS				
Current-Gain — Bandwidth Product (I _C = 50 mA _{dc} , V _{CE} = 15 V _{dc} , f = 200 MHz)	f _T	500 600	—	MHz
Output Capacitance (V _{CB} = 28 V _{dc} , f _e = 0, f = 1.0 MHz)	C _{ob}	—	3.0	pF
FUNCTIONAL TESTS				
Common-Emitter Amplifier Power Gain (V _{CC} = 28 V _{dc} , P _{out} = 1.0 W, f = 400 MHz)	G _{PE}	10	—	dB
Collector Efficiency (V _{CC} = 28 V _{dc} , P _{out} = 1.0 W, f = 400 MHz)	η	45	—	%

*Indicates JEDEC Registered Data.

FIGURE 1 — 400 MHz TEST CIRCUIT SCHEMATIC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2N3866, 2N3866A

FIGURE 2 - POWER OUTPUT versus FREQUENCY (CLASS C)

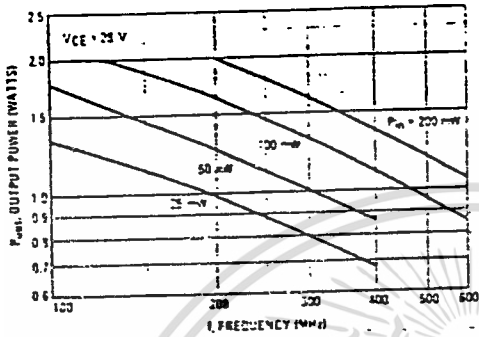


FIGURE 3 - CURRENT GAIN - BANDWIDTH PRODUCT

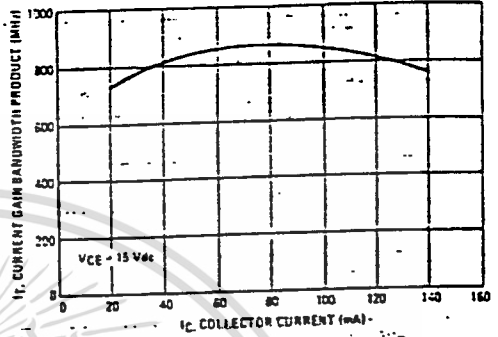


FIGURE 4 - COLLECTOR-BASE TIME CONSTANT

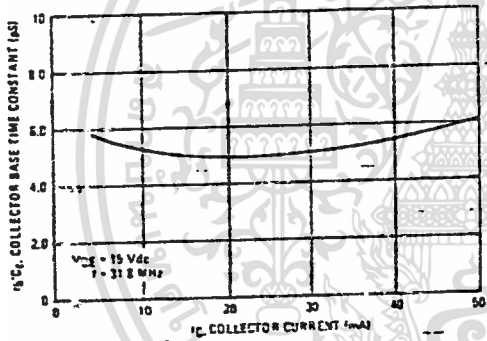


FIGURE 5 - OUTPUT CAPACITANCE

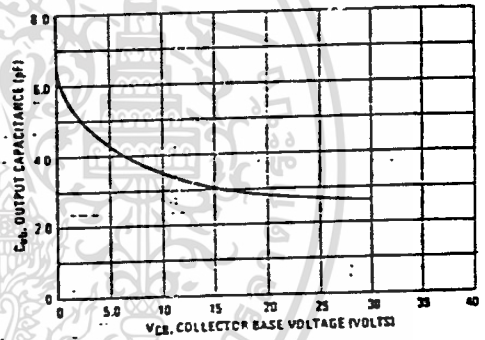


FIGURE 6 - OUTPUT POWER versus INPUT POWER (CLASS C)

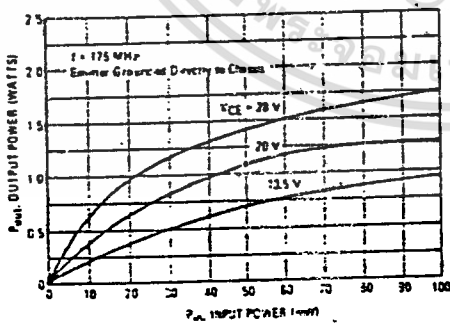
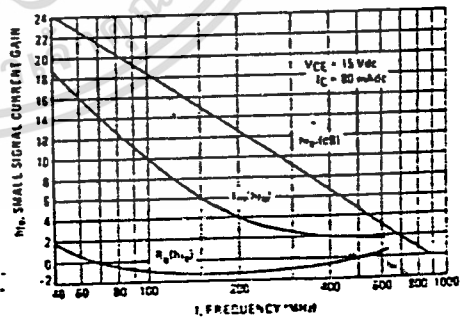


FIGURE 7 - SMALL-SIGNAL CURRENT GAIN



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2N3866, 2N3866A

FIGURE 8 - LARGE-SIGNAL SERIES EQUIVALENT IMPEDANCES



FIGURE 9 - S_{11} AND S_{22} versus FREQUENCY



FIGURE 10 - S_{21} versus FREQUENCY

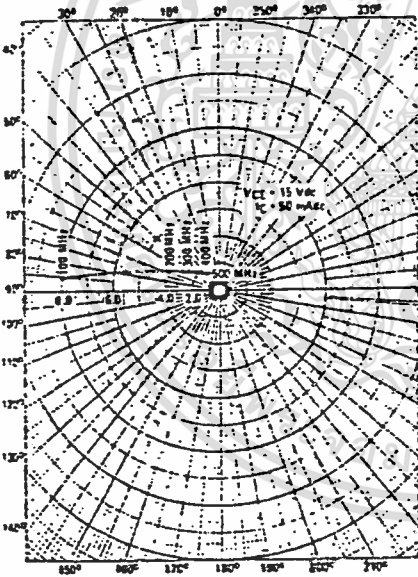
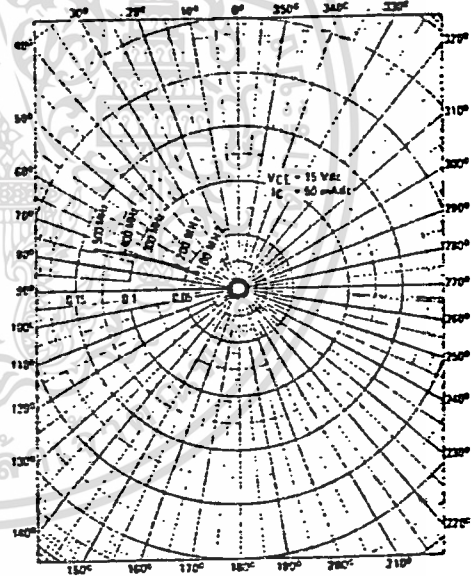


FIGURE 11 - S_{12} versus FREQUENCY



MOTOROLA RF DEVICE DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOROLA

**MC145026
MC145027
MC145028**

Advance Information

MC145026 ENCODER, MC145027/MC145028 DECODERS

The MC145026 will encode nine bits of information and serially transmit this information upon receipt of a transmit enable, TE, (active low) signal. Nine inputs may be encoded with trinary data (0, 1, open) to allow 3⁹ (19,683) different codes.

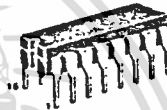
Two decoders are presently available. Both use the same transmitter — the MC145026. The decoders will receive the 9-bit word and will interpret some of the bits as address codes and some as data. The MC145027 will interpret the first five transmitted bits as address and the last four bits as data. The MC145028 will treat all nine bits as address. If no errors are received, the MC145027 will output the four data bits when the transmitter sends address codes that match that of the receiver. A valid transmission output will go high on both decoders when they recognize an address that matches that of the decoder. Other receivers can be produced with different address/data ratios.

- May be Addressed in either Binary or Trinary
- Trinary Addressing Maximizes Number of Codes
- Interfaces with RF, Ultrasonic, or Infrared Transmission Media
- Double Transmissions for Error Checking
- 4.5 V to 18 V Operation
- On-Chip R/C Oscillator; No Crystal Required
- High External Component Tolerance; Can use 5% Components
- Standard E-Series Input and Output Characteristics

CMOS MSI

(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

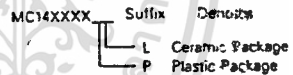
**REMOTE CONTROL
ENCODER/DECODER "AIRS**



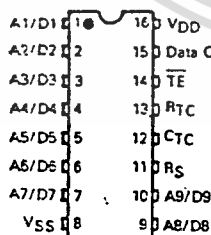
**L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 620**



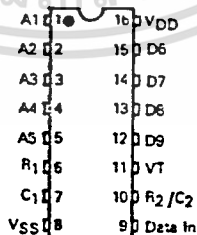
**P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648**



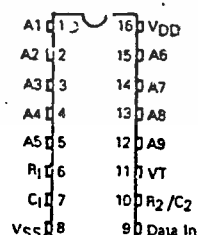
PIN ASSIGNMENTS



**MC145026
Encoder**



**MC145027
Decoder**



**MC145028
Decoder**

This is advance information and specifications are subject to change without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026 • MC145027 • MC145028

MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to V_{SS})

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V _{DD}	-0.5 to +18	V
Input Voltage, All Inputs	V _{in}	-0.5 to V _{DD} +0.5	V
DC Current Drain Per Pin	I	10	mA
Operating Temperature Range	T _A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	V _{DD} V	-40°C		25°C			+85°C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max		
Output Voltage V _{OL} = V _{DD} or 0 V _{OH} = 0 or V _{DD}	"0" Level V _{OL}	5.0	-	0.05	-	0	0.03	-	0.05	V	
		10	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05		
		15	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05		
	"1" Level V _{OH}	5.0	4.95	-	4.95	5.0	-	4.95	-	-	V
		10	9.95	-	9.95	10	-	9.95	-	-	
		15	14.95	-	14.95	15	-	14.95	-	-	
Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 V, V _O = 9.0 or 1.0 V, V _O = 13.5 or 1.5 V) (V _O = 0.5 or 4.5 V, V _O = 1.0 or 9.0 V, V _O = 1.5 or 13.5 V)	"0" Level V _{IL}	5.0	-	1.5	-	2.25	1.5	-	1.5	V	
		10	-	3.0	-	4.50	3.0	-	3.0		
		15	-	4.0	-	6.25	4.0	-	4.0		
	"1" Level V _{IH}	5.0	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	-	V
		10	7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-	-	
		15	11.0	-	11.0	8.25	-	11.0	-	-	
Output Drive Current (V _O = 2.5 V) (V _O = 4.5 V) (V _O = 9.5 V) (V _O = 13.5 V) (V _O = 0.4 V) (V _O = 0.5 V) (V _O = 1.5 V)	Source I _{OH}	5.0	-2.5	-	-2.1	-4.2	-	-1.7	-	mA	
		10	-0.52	-	-0.44	-0.88	-	-0.36	-		
		15	-1.3	-	-1.1	-2.25	-	-0.9	-		
	Sink I _{OL}	5.0	0.52	-	0.44	0.88	-	0.36	-	-	mA
		10	1.3	-	1.1	2.25	-	0.9	-	-	
		15	3.6	-	3.0	8.8	-	2.4	-	-	
Input Current - TE (MC145026, Pullup Device)	I _{in}	5.0	-	-	3.0	4.0	7.0	-	-	μA	
		10	-	-	16	20	26	-	-		
		15	-	-	35	45	55	-	-		
Input Current R _S (MC145026) Data In (MC145027, MC145028)	I _{in}	15	-	±0.3	-	±0.00001	±0.3	-	±1.0	μA	
Input Current A1/D1-A9/D9 (MC145026) A1-A5 (MC145027) A1-A9 (MC145028)	I _{in}	5.0	-	-	-	±55	±80	-	-	μA	
		10	-	-	-	±300	±340	-	-		
		15	-	-	-	±650	±725	-	-		
Input Capacitance (V _{in} = 0)	C _{in}	-	-	-	-	5.0	7.5	-	-	pF	
Quiescent Current - MC145026	I _{DD}	5.0	-	-	-	0.0050	0.10	-	-	μA	
		10	-	-	-	0.0100	0.20	-	-		
		15	-	-	-	0.0150	0.30	-	-		
Quiescent Current - MC145027, MC145028	I _{DD}	5.0	-	-	-	30	50	-	-	μA	
		10	-	-	-	60	100	-	-		
		15	-	-	-	90	150	-	-		
Total Supply Current - MC145026 (I _C = 20 kHz)	I _T	5.0	-	-	-	100	200	-	-	μA	
		10	-	-	-	200	400	-	-		
		15	-	-	-	300	600	-	-		
Total Supply Current - MC145027, MC145028 (I _C = 20 kHz)	I _T	5.0	-	-	-	200	400	-	-	μA	
		10	-	-	-	400	800	-	-		
		15	-	-	-	600	1200	-	-		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026 • MC145027 • MC145028

SWITCHING CHARACTERISTICS $I_{CL} = 50 \mu F$, $T_A = 25^\circ C$

Characteristic	Symbol	V _{DD}	Min	Typ	Max	Unit
Output Rise and Fall Time	t _{TLH} t _{THL}	5.0	-	100	200	ns
		10	-	50	100	
		15	-	40	80	
Data In Rise and Fall Time (MC145027, MC145026)	t _{TLH} t _{THL}	5.0	-	-	15	μs
		10	-	-	15	
		15	-	-	15	
Encoder Clock Frequency	f _{cl}	5.0	0	-	2	MHz
		10	0	-	5	
		15	0	-	10	
Maximum Decoder Frequency (Referenced to Encoder Clock; (See Figure 9))	f _{cl}	5.0	-	-	240	kHz
		10	-	-	410	
		15	-	-	450	
TE Pulse Width	t _{WL}	5.0	65	-	-	ns
		10	30	-	-	
		15	20	-	-	
System Propagation Delay (TE to Valid Transmission)	-	-	-	182	-	Clock Cycles
Tolerance on Timing Components ($\Delta RT_C + \Delta CT_C + \Delta R_1 + \Delta C_1$) ($\Delta R_2 + \Delta C_2$)	-	-	-	-	± 25 ± 25	%

OPERATING CHARACTERISTICS

MC145026

The encoder will serially transmit nine bits of trinary data as defined by the state of the A1/D1-A9/D9 input pins. These pins can be in either of three states (0, 1, open) allowing $3^9 = 19683$ possible codes. The transmit sequence will be initiated by a low level of the TE input pin. Each time the TE input is forced low the encoder will output two identical data words. This redundant information is used by the receiver to reduce errors. If the TE input is kept low, the encoder will continuously transmit the data words. The transmitted words are self-completing (two words will be transmitted for each TE pulse).

Each transmitted data bit is encoded into two data pulses. A logic zero will be encoded as two consecutive short pulses, a logic one by two consecutive long pulses, and an open as a long pulse followed by a short pulse. The input state is determined by using a weak output device to try to force each input first low, then high. If only a high state results from the two tests, the input is assumed to be hard wired to V_{DD}. If only a low state is obtained, the input is assumed to be hard wired to V_{SS}. If both a high and a low can be forced at an input, it is assumed to be open and is encoded as such.

The transmit sequence is enabled by a logic zero on the TE input. This input has an internal pullup device so that a simple switch can be used to force the input low. While TE is high the encoder is completely disabled, the oscillator is inhibited and the current drain is reduced to quiescent current. When TE is brought low, the oscillator is started, and an internal reset is generated to initialize the transmit sequence. Each input is then sequentially selected and a determination is made as to input logic state. This information is serially transmitted via the Data Out output pin.

MC145027

The decoder will receive the serial data from the encoder, check it for errors and output data if valid. The transmitted data consisting of two identical data words is examined bit by bit as it is received. The first five bits are assumed to be

address bits and must be encoded to match the address inputs at the receiver. If the address bits match, the next four (data) bits are stored and compared to the last valid data stored. If this data matches, the VT pin will go high on the 2nd rising edge of the 9th bit of the first word. Between the two data words no signal is sent for three data bit times. As the second encoded word is received, the address must again match, and if it does, the data bits are checked against the previously stored data bits. If the two words of data (four bits each) match, the data is transferred to the output data latches and will remain until new data replaces it. At the same time, the Valid Transmission output pin is brought high and will remain high until an error is received or until no input signal is received for four data bit times.

Although the address information is encoded in trinary fashion, the data information must be either a one or a zero. A trinary (open) will be decoded as a logic one.

MC145028

This receiver operates in the same manner as the MC145027 except that nine address bits are used and no data output is available. The Valid Transmission output is used to indicate that a valid signal has been received.

Although address information normally is encoded in trinary, the designer should be aware that, for the MC145028, the ninth address bit (A9) must be either a one or a zero. This part, therefore, can accept only $2 \times 3^8 = 13,122$ different codes. A trinary (open) A9 will be interpreted as a logic 1. However if the transmitter sends a trinary (or logic 1) and the receiver address is a logic 1 (or trinary) respectively, the valid transmission output will be shortened to the $R1 \times C1$ time constant.

DOUBLE TRANSMISSION DECODING

Although the encoder sends two words for error checking, a decoder does not necessarily wait for two transmitted words to be received before issuing a valid transmission output. Refer to the flowcharts in Figures 7 and 8.

PIN DESCRIPTION

MC145026 Encoder

A1/D1-A9/D9 - These inputs will be encoded and the data serially output from the encoder.

VSS - The most negative supply (usually ground).

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

TE - This Transmit-Enable (active low) input will initiate transmission when forced low. A pullup device will keep this input high normally.

Data Out - This is the output of the encoder that will present the serially encoded signals.

VDD - The most positive supply.

MC145027 Decoder

A1-A5 - These are the address inputs that must match the encoder inputs A1/D1-A5/D5 in order for the decoder to output data.

D6-D9 - These outputs will give the information that is presented to the encoder inputs A6/D6-A9/D9. Note only binary data will be acknowledged, a tri-state open will be decoded as logic one.

R1, C1 - These pins accept a resistor and capacitor that are used to determine whether a narrow pulse or a wide pulse has been encoded. The time constant $R1 \times C1$ should be set to 1.72 transmit clock periods. $R1C1 = 3.95 RTCTC$.

R2/C2 - This pin accepts a resistor to VSS and a capacitor to VDD that are used to detect both the end of an encoded word and the end of transmission. The time constant $R2 \times C2$ should be 33.5 transmit clock periods (four data bit periods). This time constant is used to determine that the Data In input has remained low for four data bit times (end of transmission). A separate comparator looks at a voltage equivalent two data bit times ($0.4 R2C2$) to detect the dead time between transmitted words. $R2C2 = 77 RTCTC$.

Valid Transmission, VT - This output will go high when the following conditions are satisfied:

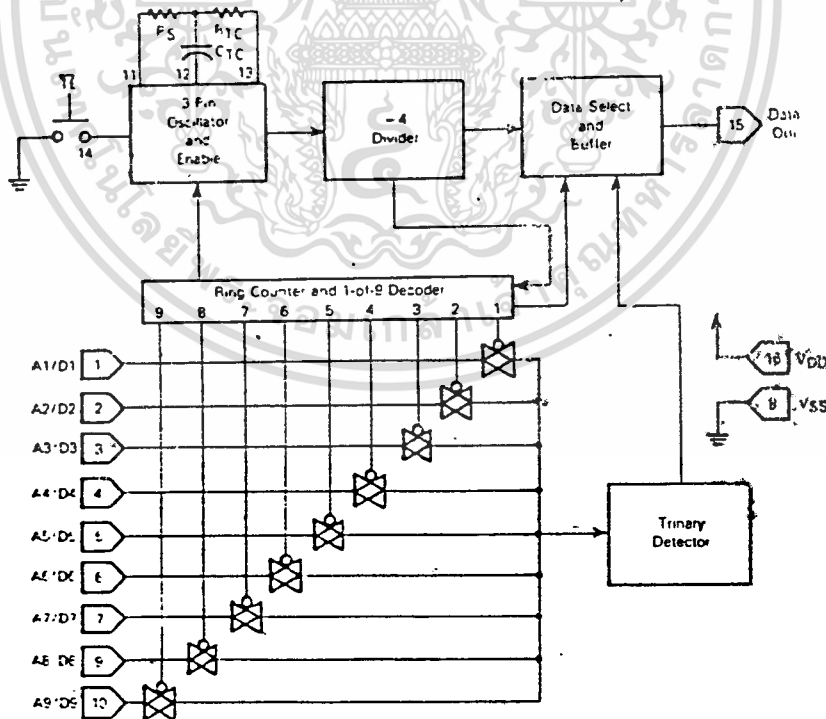
1. the transmitted address matches the receiver address, and
2. the transmitted data matches the last valid data received.

VT will remain high until either a mismatch is received, or no input signals is received for four data bit times.

VDD - The most positive supply.

VSS - The most negative supply (usually ground).

FIGURE 1 - ENCODER BLOCK DIAGRAM MC145026



MC145026 • MC145027 • MC145028

FIGURE 2 - DECODER BLOCK DIAGRAM MC145027

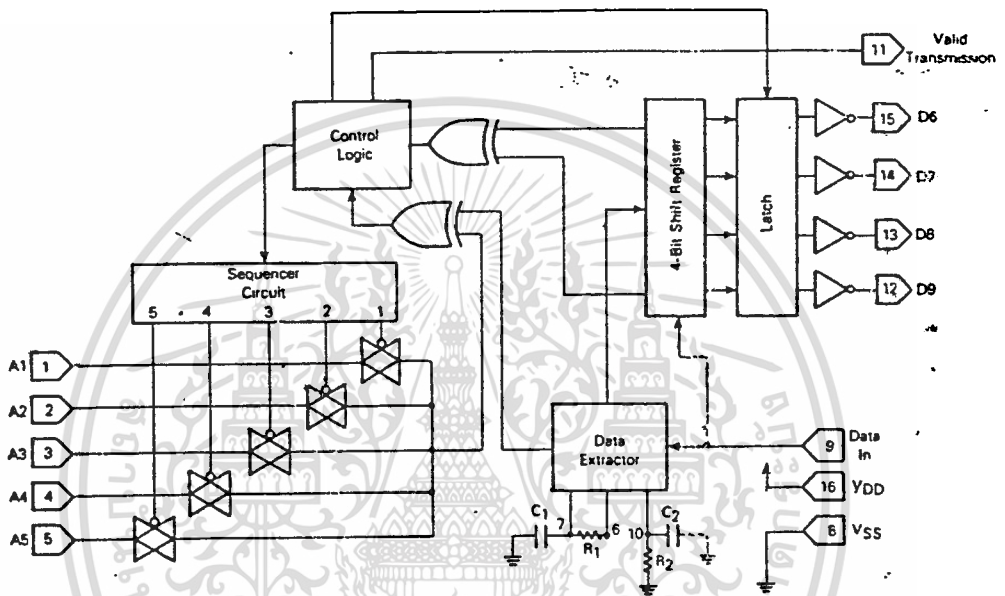
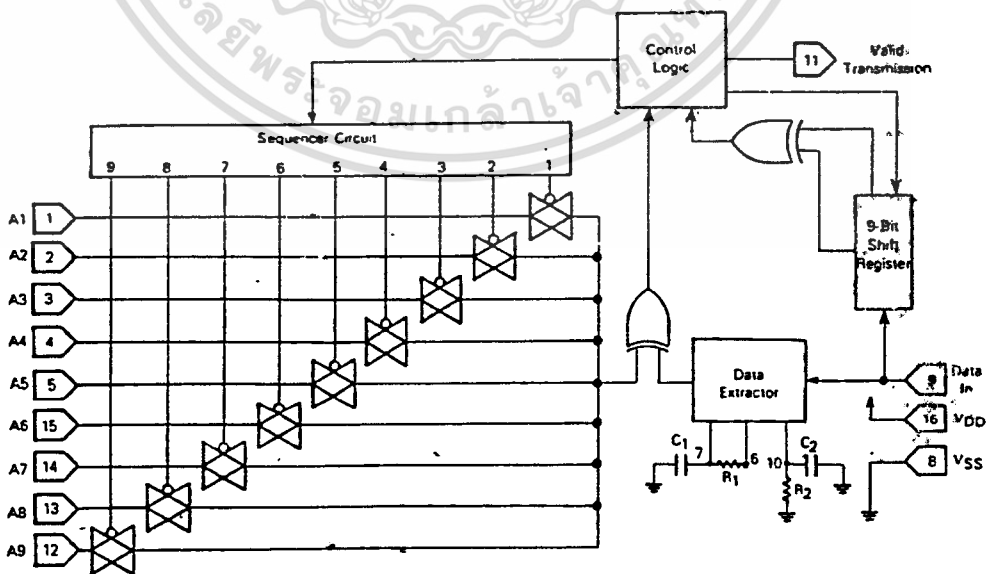


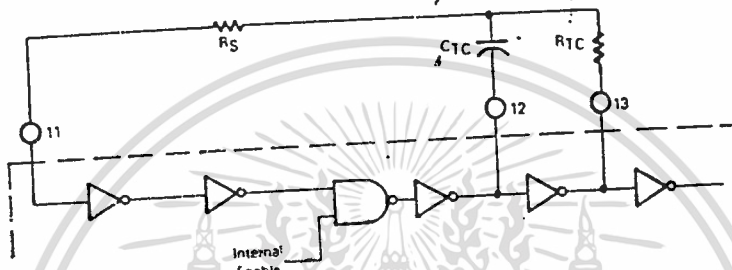
FIGURE 3 - DECODER BLOCK DIAGRAM MC145028



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026 • MC145027 • MC145028

FIGURE 4 — ENCODER OSCILLATOR INFORMATION



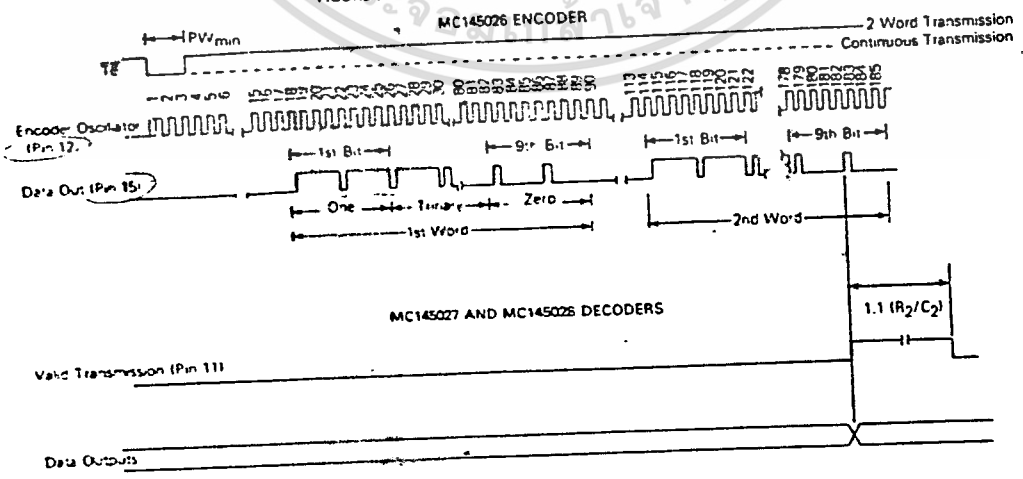
This oscillator will operate at a frequency determined by the external RC network, i.e.,

$$f = \frac{1}{2.5 R_{TC} C_{TC}} \text{ (Hz)}$$

for 1 kHz ≤ f ≤ 400 kHz
 where $C_{TC} = C_{TC} + C_{load} + 12 \text{ pF}$
 $R_S = 2 R_{TC}$
 $R_S \geq 20 \text{ k}$
 $R_{TC} \geq 10 \text{ k}$
 $400 \text{ pF} < C_{TC} < 15 \text{ nF}$

The value for R_S should be chosen to be about 2 times R_{TC} . This range will ensure that current through R_S is insignificant compared to current through R_{TC} . The upper limit for R_S must ensure that $R_S > 5 \text{ pF}$ input capacitance is small compared to $R_{TC} + C_{TC}$. For frequencies outside the indicated range, the formula will be less accurate. The actual oscillation range of this circuit is from less than 1 Hz to over 1 MHz.

FIGURE 5 — ENCODER/DECODER TIMING DIAGRAM



MC145026 • MC145027 • MC145028

FIGURE 6 — ENCODER DATA WAVEFORMS (MC145026)

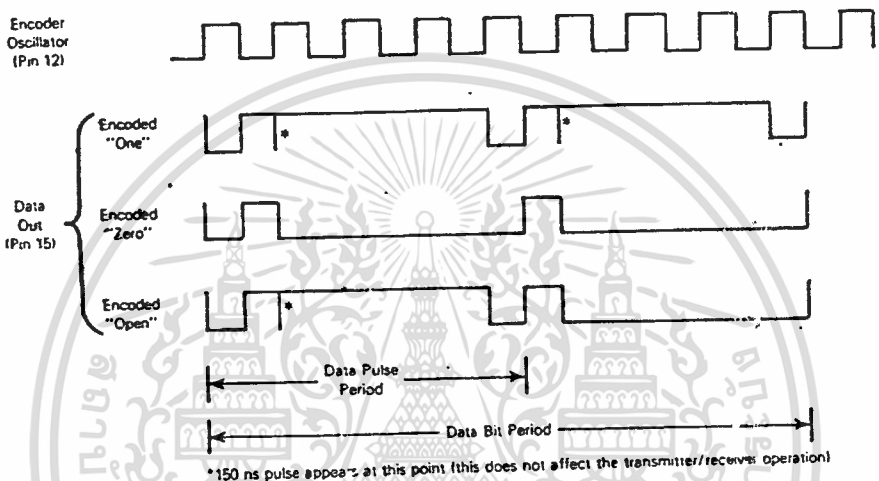
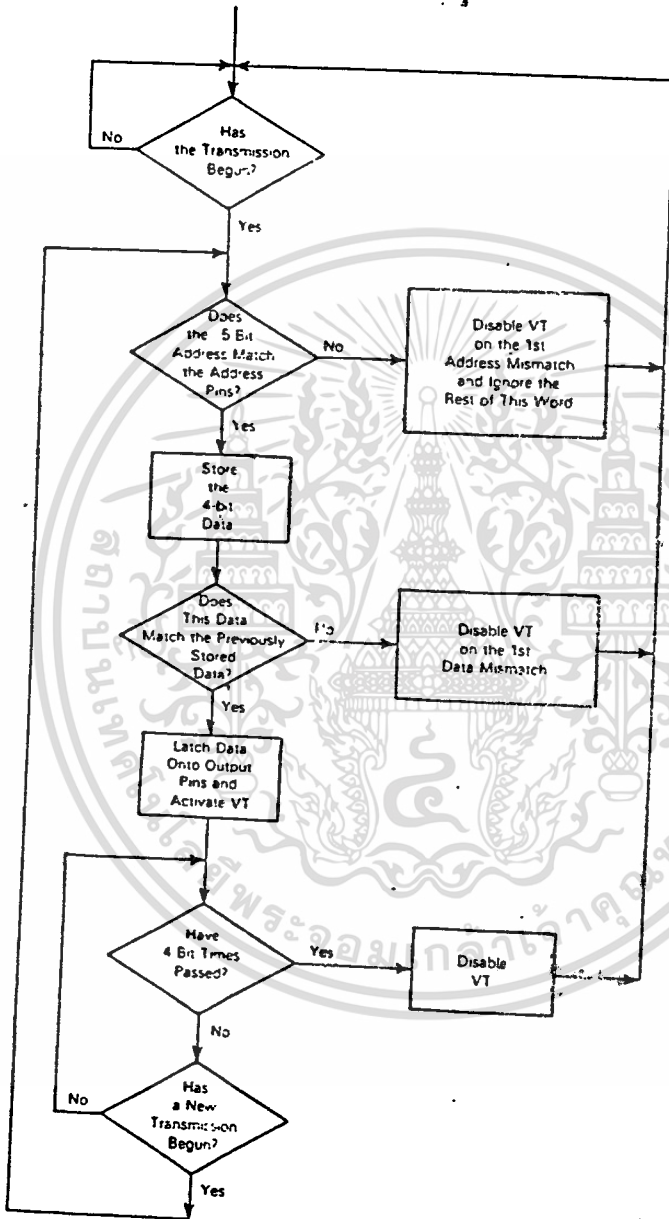
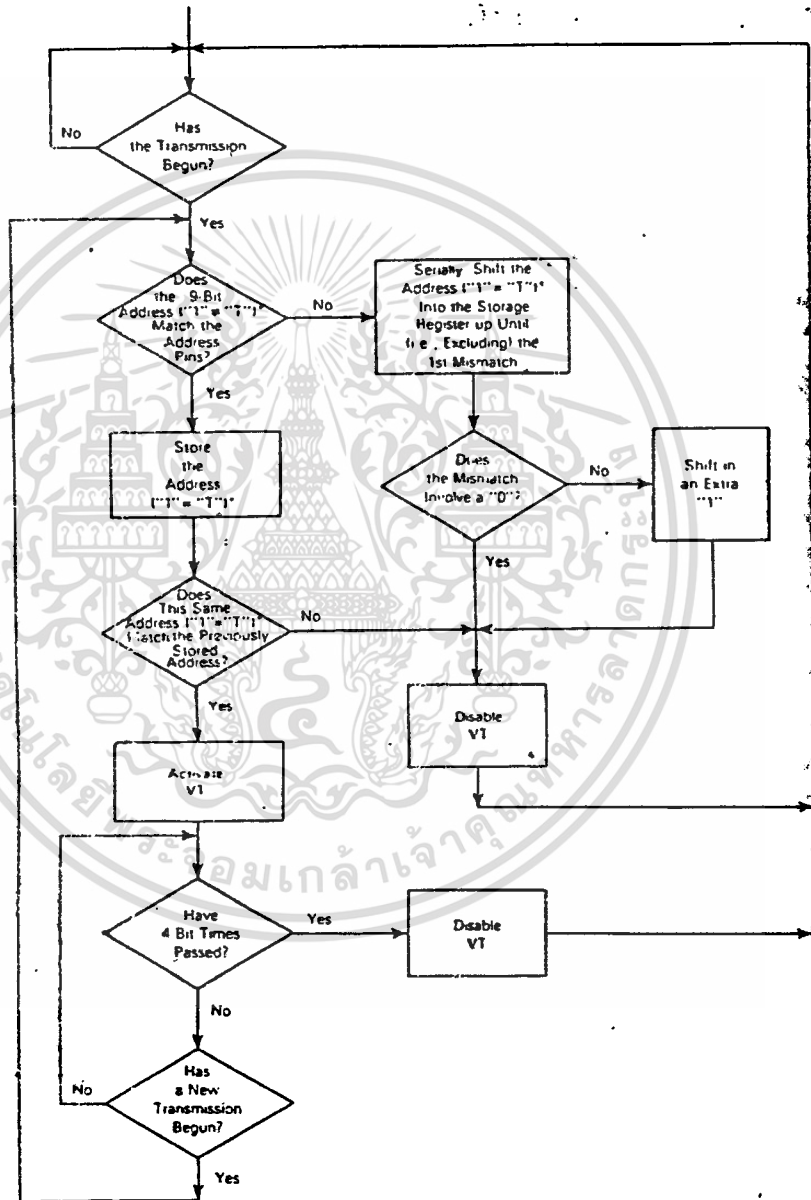


FIGURE 7 - MC145027 FLOWCHART



MC145026 • MC145027 • MC145028

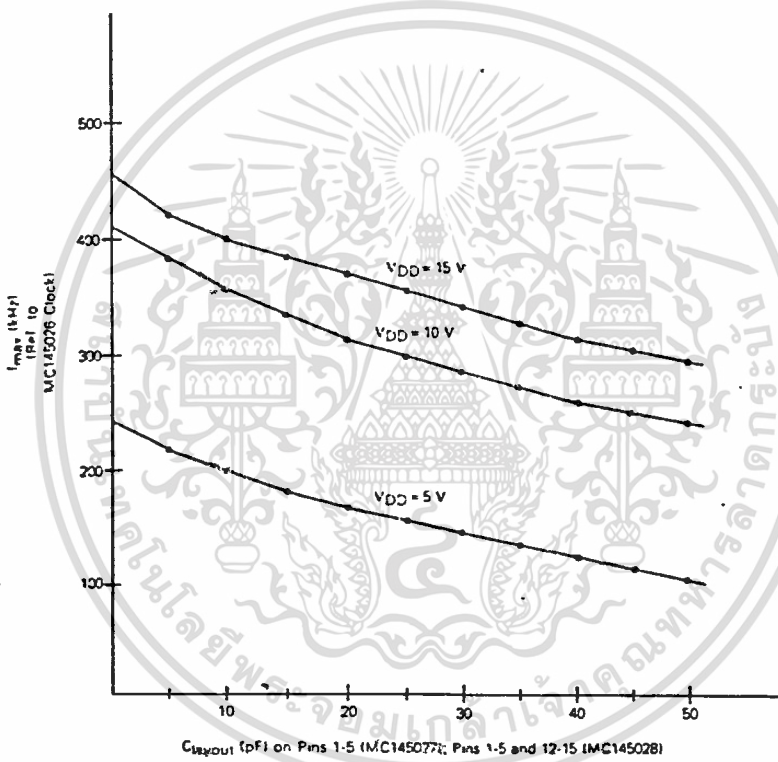
FIGURE 8 - MC145028 FLOWCHART



*For shift register comparisons, a "T" is stored as a "1"

MC145026 • MC145027 • MC145028

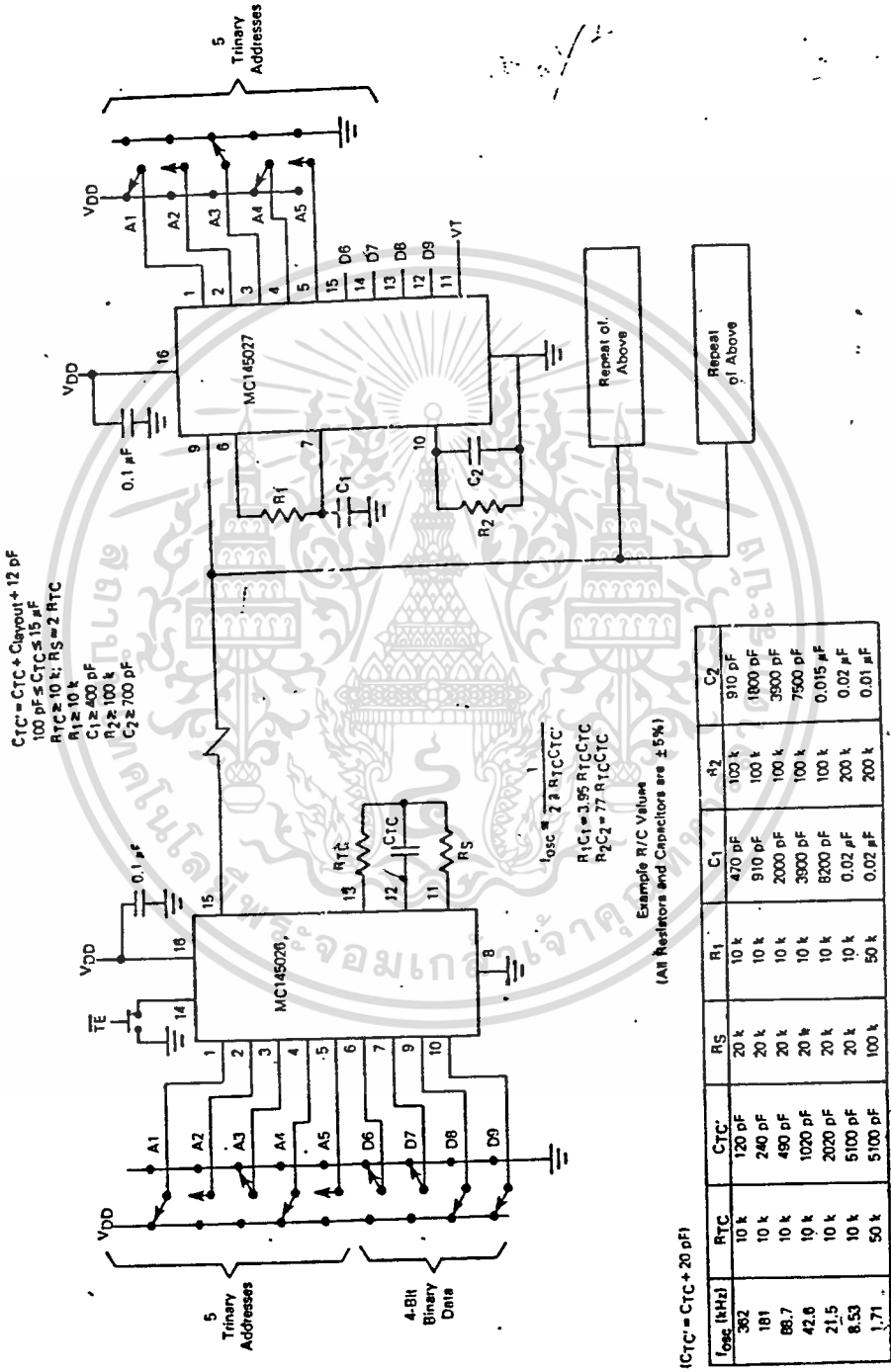
FIGURE 9 — MC145027/MC145028
 f_{max} vs C_{layout}



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026 • MC145027 • MC145028

FIGURE 10 - TYPICAL APPLICATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Series 54/74

DM5432/DM7432(SN5432/SN7432) quad 2-input OR gate

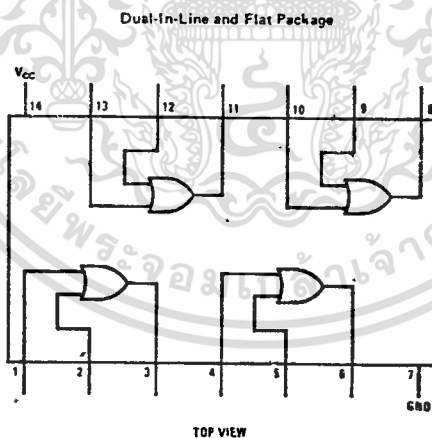
general description

The DM5432/DM7432 (SN5432/SN7432) is a quad 2-input OR gate utilizing TTL (Transistor-Transistor Logic) to provide the basic functions used in the implementation of digital integrated circuit systems. The device is completely compatible with all other Series 54/74 devices.

features

- Popular digital logic block
- Saves inverter function when sign inversion is not needed

logic and connection diagram



absolute maximum ratings (Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	5.5V
Output Voltage	5.5V
Operating Temperature Range	
DM7032	-55°C to 125°C
DM8032	0°C to 70°C
Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	300°C

electrical characteristics (Note 2)

PARAMETER		CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Logical "1" Input Voltage	DM5432	$V_{CC} = 4.5V$	2.0			V
	DM7432	$V_{CC} = 4.75V$				
Logical "0" Input Voltage	DM5432	$V_{CC} = 4.5V$.8	V
	DM7432	$V_{CC} = 4.75V$				
Logical "1" Output Voltage	DM5432	$V_{CC} = 4.5V$		2.4		V
	DM7432	$V_{CC} = 4.75V$	$V_{IN} = 2.0V, I_{OUT} = -400 \mu A$			
Logical "0" Output Voltage	DM5432	$V_{CC} = 4.5V$.4	V
	DM7432	$V_{CC} = 4.75V$	$V_{IN} = .8V, I_{OUT} = 16 mA$			
Logical "1" Input Current	DM5432	$V_{CC} = 5.5V$			40	μA
	DM7432	$V_{CC} = 5.25V$	$V_{IN} = 2.4V$			
	DM5432	$V_{CC} = 5.5V$			1	mA
	DM7432	$V_{CC} = 5.25V$	$V_{IN} = 5.5V$			
Logical "0" Input Current	DM5432	$V_{CC} = 5.5V$			-1.0	mA
	DM7432	$V_{CC} = 5.25V$	$V_{IN} = 0.4V$		-1.6	
Output Short Circuit Current (Note 3)	DM5432	$V_{CC} = 5.5V$	-20	-32	-55	mA
	DM7432	$V_{CC} = 5.25V$	-18			
Supply Current - Logical "1" (Each Device)	DM5432	$V_{CC} = 5.5V$			4.4	mA
	DM7432	$V_{CC} = 5.25V$	$V_{IN} = 5.0V$ Each Gate			
Logical "0"	DM5432	$V_{CC} = 5.5V$			8.8	mA
	DM7432	$V_{CC} = 5.25V$	$V_{IN} = 0V$ Each Gate			
Input Clamp Voltage		$V_{CC} = 5.0V, T_A = 25^\circ C, I_{IN} = -12 mA$		-1.0	-1.5	V
Propagation Delay to a Logical "0", t_{pd0}		$V_{CC} = 5.0V, T_A = 25^\circ C, C_L = 50 pF, R_L = 400\Omega$	5	15	22	ns
Propagation Delay to a Logical "1", t_{pd1}		$V_{CC} = 5.0V, T_A = 25^\circ C, C_L = 50 pF, R_L = 400\Omega$	5	12	18	ns

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: Unless otherwise specified min/max limits apply across the -55°C to +125°C temperature range for the DM5432 and across the 0°C to 70°C range for the DM7432. All typicals are given for $V_{CC} = 5.0V$ and $T_A = 25^\circ C$.

Note 3: Only one output at a time should be shorted.

54138/74138 3-Line-to-8-Line Decoder

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package		
		C	P	M/CF		C	P	M/CF		C	P	M/CF		C	P	M/CF		C	P	M/CF
T.I.	SN54S138	J	Q	WQ					SN54LS138	J	Q	WQ								
FAIRCHILD	SN74S138	J	Q	WQ					SN74LS138	J	Q	WQ								
	74ALS138 / 74ALS138	ND							74ALS138 / 74ALS138	ND										
MOTOROLA	MC74S138 / MC74S138	ND							MC74LS138 / MC74LS138	ND										
N.S.C.	DM74S138		Q						DM74LS138		Q									
PHILIPS	N74S138		Q						N74LS138		Q									
SIGNETICS	SS4S138	F	B	WJ																
	N74S138	F	B	WJ					N74LS138	A	Q									
SIEMENS																				
FUJITSU									74LS138	M	Q									
HTACHI									HD74LS138	P	Q									
MTSUBISHI									M74LS138	P	Q									
NEC									74LS138	C	Q									
TOSHIBA																				

Electrical Characteristics SN54LS138/SN74LS138

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS138	-55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS138	0°C to 70°C
		Storage temperature range		-65°C to 158°C

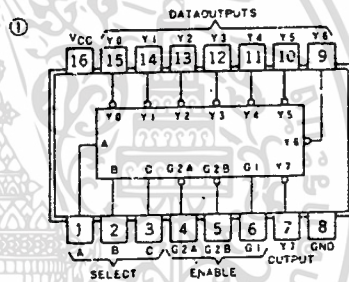
recommended operating conditions

	SN54LS138			SN74LS138			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			400			400	mA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	-55	125	0	70			°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
V_{IH} High-level input voltage			2		V	
V_{IL} Low-level input voltage				0.8	V	
V_I Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $I_I = -18\text{mA}$			1.5	V	
V_{OH} High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $V_{IH} = 2\text{V}$, $I_{OH} = 400\text{mA}$; SN54LS138	2.5	3.4		V	
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $V_{IH} = 2\text{V}$, $I_{OL} = 8\text{mA}$	0.35	0.5		V	
I_I Input current at maximum input voltage	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 7\text{V}$		0.1		mA	
I_{IH} High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 2.7\text{V}$		20		mA	
I_{IL} Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 0.4\text{V}$		0.4		mA	
I_{OS} Short-circuit output current	$V_{CC} = \text{MAX.}$	-20	-100		mA	
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = \text{MAX.}$, Outputs enabled and open		6.3	10	mA	
t_{PLH}	$V_{CC} = 5\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 15\text{pF}$, $R_L = 2k\Omega$	levels of delay	2	13	20	ns
t_{PHL} from Binary select			3	27	41	
t_{PLH} to Any output			3	18	27	ns
t_{PHL}			3	26	39	
t_{PLH} from Enable			2	12	18	ns
t_{PHL} to Any output			3	21	32	
t_{PLH}	2	17	26	ns		
t_{PHL}	3	25	38			

Pin Assignment (Top View)



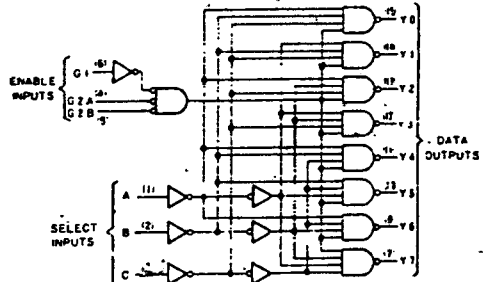
positive logic:
see function table

Function Table

ENABLE		SELECT			OUTPUTS							
G1	G2	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	L	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

G2 = G2A + G2B
H = high level, L = low level, X = irrelevant

Functional Block Diagram



'S138'LS138 DECODER/DEMULTIPLEXER

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit test should not exceed one second.

¶ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output

‡ t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54244/74244 Octal Buffers/Line Drivers/Line Receivers

	Schottky TTL			High-Speed TTL			Low-Power Schottky TTL			Standard TTL			Low-Power TTL			
	Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		
		C	P	MCF		C	P	MCF		C	P	MCF		C	P	MCF
T. I.									SN54LS244	J	T					
FAIRCHILD									SN74LS244	J	N					
MOTOROLA																
N. S. C.																
PHILIPS																
SIGNETICS																
SIEMENS																
FUJITSU																
HITACHI																
MITSUBISHI																
NEC																
TOSHIBA																

Electrical Characteristics SN54LS244 SN74LS244

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range			
Supply voltage, VCC	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS 55°C to 125°C
Input voltage	5.5V	temperature range	SN74LS 0°C to 70°C
Intermittent voltage	5.5V	Storage temperature range	55°C to 150°C

recommended operating conditions

	LS54LS244			SN74LS244			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, VCC	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, IOH			12			15	mA
Low-level output current, IOL			12			24	mA
Operating free-air temperature, Tj	55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN74LS		UNIT		
		MIN	TYP ‡		MAX	
V _{IH} High-level input voltage		2		V		
V _{IL} Low-level input voltage			0.8	V		
V _{IK} Input clamp voltage	VCC = MIN, I _I = -18mA		-1.5	V		
Hysteresis (V _{T+} - V _{T-})	VCC = MIN	0.2	0.4	V		
V _{OH} High-level output voltage	VCC = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = V _{ILmax} , I _{OH} = -3mA	2.4	3.4	V		
V _{OL} Low-level output voltage	VCC = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = 0.5V, I _{OL} = MAX	2		V		
	VCC = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = V _{ILmax}		0.4	V		
I _{OZH} Off-state output current, high-level voltage applied	VCC = MAX, V _{IH} = 2V, V _{OL} = 0.4V		20	µA		
I _{OZL} Off-state output current, low-level voltage applied	VCC = MAX, V _{IH} = 2V, V _{OL} = 0.4V		-20	µA		
I _I Input current at maximum input voltage	VCC = MAX, V _I = 7V		0.1	mA		
I _{IH} High-level input current, any input	VCC = MAX, V _I = 2.7V		20	µA		
I _{IL} Low-level input current	VCC = MAX, V _{IL} = 0.4V		-0.2	mA		
I _{OS} Short-circuit output current †	VCC = MAX	-40	-22	mA		
I _{CC} Supply current	Outputs high	VCC = MAX	A1	13	23	mA
	Outputs low	LS244		27	46	mA
	A3 outputs disabled	LS244		32	54	mA

switching characteristics, VCC 5V, TA 25°C

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t _{PLH} Propagation delay time, low-to-high-level output			9	16	ns
t _{PHL} Propagation delay time, high-to-low-level output	C _L = 45pF, R _L = 667Ω, See Note 2		12	18	ns
t _{PZL} Output enable time to low level			20	30	ns
t _{PZH} Output enable time to high level			15	23	ns
t _{PLZ} Output disable time from low level	C _L = 30pF, R _L = 667Ω, See Note 2		15	25	ns
t _{PHZ} Output disable time from high level			10	18	ns

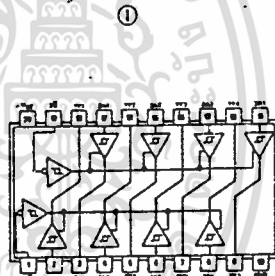
† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at VCC = 5V, TA = 25°C

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.

NOTE 2: Load circuit and voltage wave forms are shown on page 3-11.

Pin Assignment (Top View)



SN54LS244 (J) SN74LS244 (J, N)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

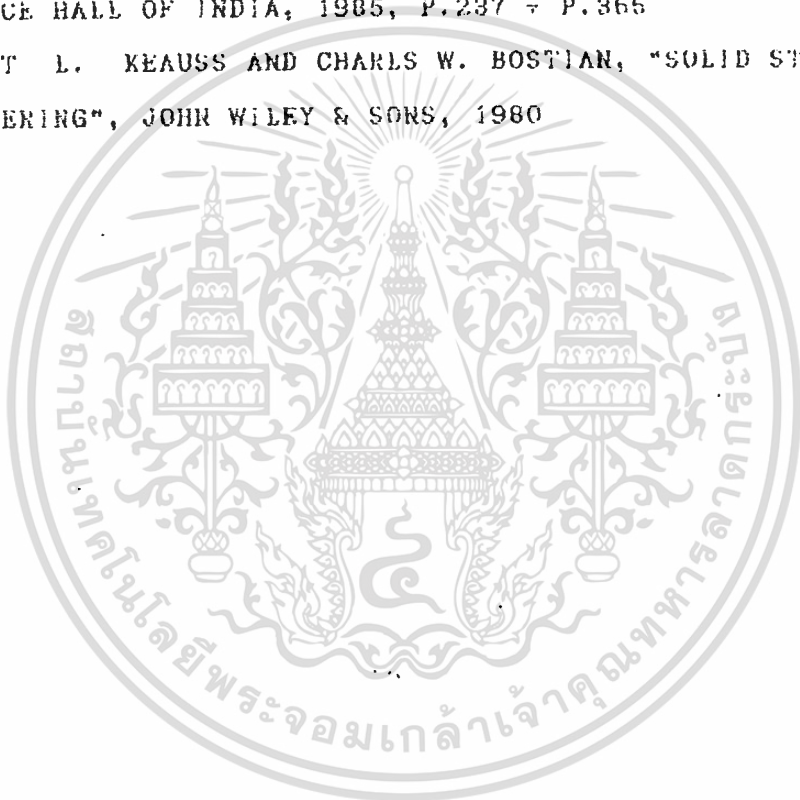
ปริญาวิพนธ์นี้จะไม่สามารสำเร็จจุล่งลงไปด้ด้วยดี หาก
ไม่ได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา "อาจารย์ทองต วาณิชศรี" ที่ได้ให้คำ
แนะนำต่างๆเกี่ยวกับแนวความคิดของโครงการ ทฤษฎีเบื้องต้น การแก้ปัญหาในด้าน
การต่อวงจรทดลอง รวมทั้งเอกสารประกอบการศึกษาต่างๆ จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้
อีกทั้งขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านและเพื่อนนักศึกษาภาคโทรคมนาคมทุกคนที่ให้คำแนะนำเกี่ยว
กับการทำงานต่างๆจนโครงการชิ้นนี้สำเร็จจุล่งลงไปได้ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. CHRIS BOWICK, "RF CIRCUIT DESIGN", HOWARD W. SAMS, 1982, P.47 - P.136
2. D.J.MORRIS, "COMMUNICATION FOR COMMAND AND CONTROL SYSTEM", PERGAMON PRESS, 40 PAGES, 1986
3. DENNIS KODDY AND JOHN COOLEN, "ELECTRONIC COMMUNICATION", PRENTICE HALL OF INDIA, 1985, P.237 - P.366
4. HERBERT L. KEAUSS AND CHARLS W. BOSTIAN, "SOLID STATE RADIO ENGINEERING", JOHN WILEY & SONS, 1980



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้