สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม

SATELLITE LEVEL METER

โดย

นาย กาญจน์ ตระกูลชีวพานิตต์
นาย ปกรณ์ ภูมิศิริสวัสดิ์
นาย สำราญฤทธิ์ สุลำนาจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุสาหกรรมศาตร์บัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 34006
วัน, เดือน, ปี 27 ก.ย. 2542

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SATELLITE LEVEL METER

BY

MR. KAN TRAKOOLSHEWAPANITT

MR. PAKORN PUMISIRISAWATT

MR. SAMRANRIT SULAMNAJ

Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the requirement

For the Bachelor' s Degree

Department of Industrial Technology

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม

โดย นาย กาญจน์ ตระกูลชีวพานิตต์
นาย ปกรณ์ ภูมิศิริสวัสดิ์
นาย สำราญฤทธิ์ สุลำนาจ

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรลาภ แสงอุรณ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม

โดย	นาย กาญจน์	ตระกูลชีวพานิตย์	รหัส	40012041
	นาย ปกรณ์	ภูมิศิริสวัสดิ์	รหัส	40012049
	นาย สำราญฤทธิ์	สุลำนาจ	รหัส	40012070
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประดิษฐ์	วัชรพิบูลย์		
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรลาภ	แสงอุรณ		
ปีการศึกษา	2541			

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เสนอการออกแบบ และสร้างเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียมซึ่งโครงงานจะประกอบไปด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (SATELLITE RECEIVER) , เข็มวัดความแรงสัญญาณ(LEVEL METER) และจอแสดงผล (AM,FM and TV RECEIVER) ซึ่งโครงงานนี้จะสามารถวัดระดับความเข้มของสัญญาณในย่านความถี่ AM, FM, Free TV และสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมที่อยู่ในย่านความถี่ C-BAND ที่สำคัญเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม ที่ขายในปัจจุบันมีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งโครงงานมีต้นทุนการผลิตต่ำจึงเหมาะกับสภาวะเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันนี้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SATELLITE LEVEL METER

BY MR. KAN TRAKOOLSHEWAPANITT

MR. PAKORN PUMISIRISAWATT

MR. SAMRANRIT SULAMNAJ

ADVISOR ASSISTANT PROFESSOR PRADIT WATCHARAPIBOON

ASSISTANT PROFESSOR ORARAP SANGARUN

YEAR 1998

ABSTRACT

This project presents the designing of a field strength meter with compose of satellite receiver, level meter, TV ,AM and FM receiver which will be able to measure the satellite ,AM , FM and TV signal level . This level is work well compare with the conventional satellite level meter but the price is more lower

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม	2
- ประเภทของดาวเทียม	3
- ย่านความถี่ในการส่งสัญญาณ	4
บทที่ 3 อุปกรณ์จานรับสัญญาณดาวเทียม	11
- จานรับสัญญาณดาวเทียม	12
- มอเตอร์ขับจาน	23
- ตัวรวมสัญญาณ	25
- อุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำ	29
- ขั้วต่อและสายนำสัญญาณ	41
- ตลับแยกสัญญาณ	46
- เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	52
- เครื่องรับโทรทัศน์	52
- เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม	52
บทที่ 4 หลักการทำงานและการทดลอง	
- หลักการทำงาน	55
- วงจร AUTOMATIC FREQUENCY CONTROL	57
- แสดงการต่อวงจรทรานส์สปอนเดอร์จูนนิ่งและ ATTENNUATER	59
- ส่วนประกอบต่างๆ ของโครงงาน	60
- ลำดับขั้นตอนการใช้เครื่อง	63
- ลำดับขั้นตอนการทดลอง	64
- ผลการทดลอง	66
- สรุปผลการทดลอง	68
- บทวิจารณ์และบทสรุป	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงแถบความถี่ในการสื่อสารสัญญาณผ่านดาวเทียม	7
2. เกนการขยายรับสัญญาณย่านความถี่ C-BAND	21
3. แสดงตำแหน่งของดาวเทียมและมุมมองดาวเทียมที่รับได้ในกรุงเทพ ฯ	54
4. แสดงความถี่ช่องรายการและโพลาไรซ์ของดาวเทียมดวงต่าง ๆ	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
บทที่ 2		
	2.1 วงโคจรของดาวเทียม	2
	2.2 การถ่ายทอดทวนสัญญาณจากดาวเทียม	4
	2.3 แผนผังการส่งและรับจานดาวเทียม	5
	2.4 ช่องสัญญาณภาพดาวเทียม	6
	2.5 ความกว้างของช่องคลื่นสัญญาณภาพและเสียง	6
	2.6 แบบ C-BAND จะครอบคลุมพื้นที่กว้าง	8
	2.7 แบบ KU-BAND พื้นที่แคบแต่ความเข้มของสัญญาณสูง	9
	2.8 รูปแสดงบล็อคไดอะแกรมของ TVRO	10
บทที่ 3		
	3.1 อุปกรณ์ในการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	11
	3.2 การสะท้อนคลื่นจากจานไปยังตัวรวมสัญญาณแบบต่าง ๆ	12
	3.3 จานรับสัญญาณแบบทึบย่านความถี่ KU-BAND	13
	3.4 จานรับสัญญาณแบบทึบย่านความถี่ C-BAND	14
	3.5 จานรับสัญญาณแบบทึบทำด้วยไฟเบอร์กลาส	14
	3.6 จานรับสัญญาณแบบโปร่ง	15
	3.7 สายอากาศแบบยากิที่ใช้รับความถี่ย่าน C-BAND	16
	3.8 โครงสร้าง MOUNT	17
	3.9 การหาระยะทางโฟกัสของจานแบบพาราโบลา	18
	3.10 การเลือกค่า F/Dในการออกแบบจาน	19
	3.11 กราฟการหาค่าความสูงหรือความลึกของจาน	20
	3.12 ฟุตปรินท์สัญญาณดาวเทียม	22
	3.13 มอเตอร์ขับจานที่ใช้กับจานรับแบบ MOVE	24
	3.14 มอเตอร์ขับจานแบบแขนชัก	24
	3.15 โครงสร้างภายในของ ACTUATOR	25
	3.16 การต่อขั้วสายที่ ACTUATOR แบบต่าง ๆ	25
	3.17 ฟีดฮอร์นที่ใช้กับจานแบบ FIXED	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า

3.18 ฟีดฮอร์นชนิดมีขั้วโพลาไรทางเวอร์ และทางฮอร์นในตัวเดียวกัน 27
3.19 ฟีดฮอร์นที่ใช้มอเตอร์ปรับโพลาไรได้ในจานรับแบบ MOVE 27
3.20 การติดตั้งฟีดฮอร์นแบบปฐมภูมิในจานแบบเซนเตอร์โฟกัส 28
3.21 การติดตั้งฟีดฮอร์นแบบทุติยภูมิในจานแบบเคลซิเกรน 28
3.22 การติดตั้งฟีดฮอร์นในจานรับสัญญาณแบบออฟเซ็ท 29
3.23 แผนผังการทำงาน LNA 30
3.24 แผนผังการทำงาน DOWN CONVERTER 31
3.25 คุณสมบัติของ LNB 32
3.26 การรับสัญญาณจากดาวเทียมแนวแกนตั้งและแกนนอน 33
3.27 ขั้วรับสัญญาณ RESONANT PROBE 33
3.28 การรับสัญญาณจาก LNB ในแนวแกนตั้งและแกนนอน 34
3.29 LNB สามารถรับสัญญาณในแนวแกนตั้งหรือแนวแกนนอนก็ได้ 34
3.30 สัญญาณขั้วคลื่นแบบวงกลม 35
3.31 การใช้งานจะยึด LNB เข้ากับฟีดฮอร์น 35
3.32 การติดตั้ง LNB ทาง VER 36
3.33 ฝาครอบป้องกัน LNB 36
3.34 สิ่งรบกวนในการรับสัญญาณดาวเทียม 38
3.35 การเปรียบเทียบ NOISE TEMPERATURE กับ NOISE FIGURE 39
3.36 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของ LNB 40
3.37 การคำนวณ พ.ท. หน้าตัด WAVE GUIDE 41
3.38 โครงสร้าง F-TYPE และการต่อใช้งาน 42
3.39 ขั้วต่อสายอากาศโทรทัศน์แบบธรรมดา 42
3.40 สายนำสัญญาณโทรทัศน์แบบธรรมดา 42
3.41 สายนำสัญญาณที่นิยมใช้งานอิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม 43
3.42 การลดทอนสัญญาณของสายต่อ 100 ฟุต 44
3.43 การสูญเสียของสายชนิดต่าง ๆ 44
3.45 ตลับแยกสัญญาณแบบมีต่อตรวจและแบบแยก 3 ทาง 46
3.46 การใช้งานการต่อตลับแยกสาย 47
3.47 คุณสมบัติและการใช้งานตลับแยกสายแบบต่าง ๆ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า

3.48 สัญลักษณ์อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ 49
3.49 คุณสมบัติและการใช้งาน SPILTTER MIXER 50
3.50 คุณสมบัติควรใช้งานของ BOOSTER 51
3.51 มิเตอร์วัดระดับความเข้มของสัญญาณดาวเทียม 53

บทที่ 4

4.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม 55
4.2 แสดงวงจร ATTENNUATER 58
4.3 แสดงการต่อวงจรทรานส์สปอนเดอร์จูนนิ่ง และ ATTENNUATER 59
4.4 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม 59
4.5 แสดงวิธีการต่อการใช้งาน 63
4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความเข้มสัญญาณดาวเทียมของ
เครื่องต้นแบบกับโครงงาน 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

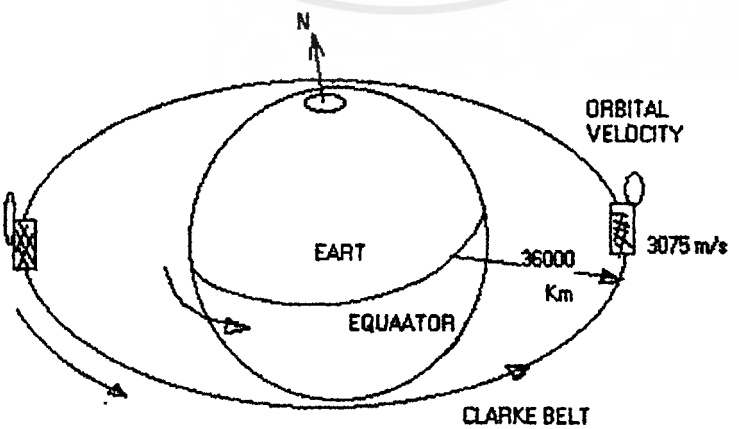
บทที่ 2
ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม

ดาวเทียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด จำแนกตามแนวโคจรที่มันโคจรอยู่

1. **ดาวเทียมที่อยู่ในวงโคจรทั่วไป** มีวงโคจรเป็นรูปวงรีมีระนาบไม่แน่นอน ตำแหน่งของตัวดาวเทียมเมื่อเทียบกับโลกไม่แน่นอน มักใช้งานในการสำรวจสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ แหล่งทรัพยากรธรณี และงานจารกรรมทางทหาร

2. **ดาวเทียมค้างฟ้า** (GEOSTATIONARY SATELLITE) เป็นดาวเทียมที่อยู่กับที่เมื่อเทียบกับโลกมีวงโคจรอยู่ในระนาบเดียวกับเส้นศูนย์สูตร อยู่สูงจากผิวโลกประมาณ 35,786 กม. วงโคจรพิเศษนี้อาจเรียกว่า "วงโคจรค้างฟ้า" หรือ "วงโคจรคลาร์ก" เพื่อเป็นเกียรติแก่นาย Arthur C. Clarke ผู้ค้นพบวงโคจรนี้

วงจรคลาร์ก เป็นวงโคจรในระนาบเส้นศูนย์สูตร (EQUATOR) ที่มีความสูงเป็นระยะที่ทำให้ดาวเทียมที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุมเท่ากับการหมุนของโลก แล้วทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมีค่าเท่ากับแรงดึงดูดของโลกพอดี เป็นผลให้ดาวเทียมดูเหมือนอยู่คงที่ ณ. ระดับความสูงนี้ดาวเทียมค้างฟ้าส่วนใหญ่ใช้ในการสื่อสารระหว่างประเทศและภายในประเทศ เช่น ดาวเทียมอนุกรมอินเทลแซต ดาวเทียมปาลาปาของประเทศอินโดนีเซียและดาวเทียมไทยคมของประเทศไทยปัจจุบันมีดาวเทียมค้างฟ้าเป็นร้อย ๆ ดวงที่ปรากฏอยู่ในวงจรคลาร์ก



รูปที่ 2.1 วงโคจรของดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของดาวเทียม

ดาวเทียม คือวัตถุที่เกิดจากการประดิษฐ์คิดค้นโดยมันสมองของมนุษย์ สามารถจะลอยอยู่ในอวกาศ และโคจรรอบโลก หรือขับเคลื่อนไปยังจุดหมายปลายทางที่มนุษย์ต้องการได้ โดยอาศัยกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น แรงดึงดูดของโลกซึ่งทำให้ดาวเทียมสามารถโคจรรอบโลกได้ ในลักษณะเดียวกันกับที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกและโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์

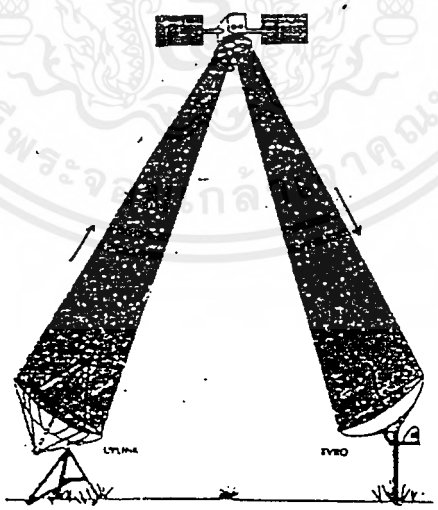
ดาวเทียมมีมากมายหลากหลายประเภท สามารถแบ่งประเภทการใช้งานได้ 11 ประเภท ดังนี้

1. ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารระหว่างจุดต่อจุด เช่น ดาวเทียมปาลาปา ดาวเทียมไทยคม
2. ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารระหว่างดาวเทียม เช่น ดาวเทียม TDRS
3. ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารเคลื่อนที่บนบก ในน้ำและในอากาศ เช่น ดาวเทียมอินมาร์แซท
4. ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารวิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์ เช่น ดาวเทียม ASTRA
5. ดาวเทียมเพื่อการสำรวจโลกสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ดาวเทียม LANDSAT
6. ดาวเทียมเพื่อการสำรวจอวกาศ เช่น ดาวเทียม METEOR, ดาวเทียม EXPLORER
7. ดาวเทียมเพื่อการพยากรณ์อากาศ เช่น ดาวเทียม GMS, ดาวเทียม NOVA 6-9
8. ดาวเทียมเพื่อการปฏิบัติการในห้วงอวกาศเช่น ดาวเทียม SPAS, ดาวเทียม SKYLAB
9. ดาวเทียมเพื่อกิจการวิทยุสมัครเล่น เช่น ดาวเทียม JAS-1 หรือ ดาวเทียม FUJI
10. ดาวเทียมเพื่อการกำหนดตำแหน่ง เช่น ดาวเทียม NAVSTAR
11. ดาวเทียมเพื่อการนำร่องเรือ และอากาศยาน เช่น ดาวเทียม TRANSIT, ดาวเทียม COSMOS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

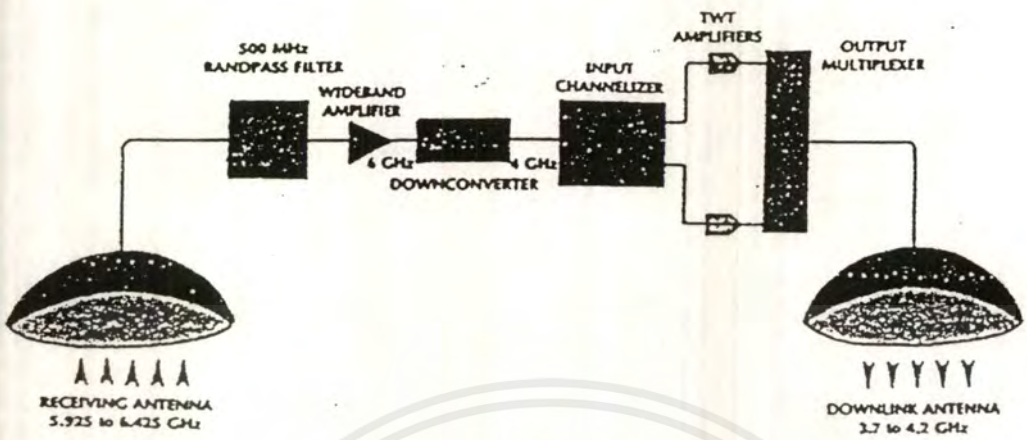
ย่านความถี่ในการส่งสัญญาณ

ดาวเทียมที่ใช้ในการสื่อสาร จะมีอุปกรณ์การรับ-ส่งคลื่นวิทยุภายในตัวดาวเทียม และอาศัยดาวเทียมทำหน้าที่ ถ่ายทอดทวนสัญญาณ (REPEATER) ไปยังสถานีภาคพื้นดินที่ทำการส่งสัญญาณและรับสัญญาณ การส่งสัญญาณความถี่คลื่นไมโครเวฟจากสถานีภาคพื้นดินที่ส่งสัญญาณขาขึ้น เราเรียกว่า"การเชื่อมโยงขาขึ้น"(Up – link)ซึ่งจานรับสัญญาณบนตัวดาวเทียมจะรับคลื่นสัญญาณข้อมูล ภาพ เสียง คอมพิวเตอร์ไว้แล้วนำไปขยายให้มีความแรงของสัญญาณมากขึ้นแล้วจึงส่งลงมายังสถานีภาคพื้นดินที่ต้องการ ซึ่งการส่งสัญญาณจากดาวเทียมลงมายังสถานีภาคพื้นดินเราเรียกว่า "การเชื่อมโยงขาลง" (Down-link) โดยความถี่คลื่นไมโครเวฟขาขึ้นจะแตกต่างกับความถี่ขาลงซึ่งเป็นไปตามหลักของระบบการถ่ายทอดความถี่ และหลีกเลี่ยงการรบกวนของสัญญาณ โดยความถี่ขาขึ้นจะสูงกว่าความถี่ขาลงจากดาวเทียมเสมอ ซึ่งการส่งจะยากกว่าการรับสัญญาณ



รูปที่ 2.2 การถ่ายทอดทวนสัญญาณจากดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนผังการส่งและรับสัญญาณดาวเทียม

อุปกรณ์รับ ส่งสถานีดาวเทียมที่สำคัญ ประกอบด้วย

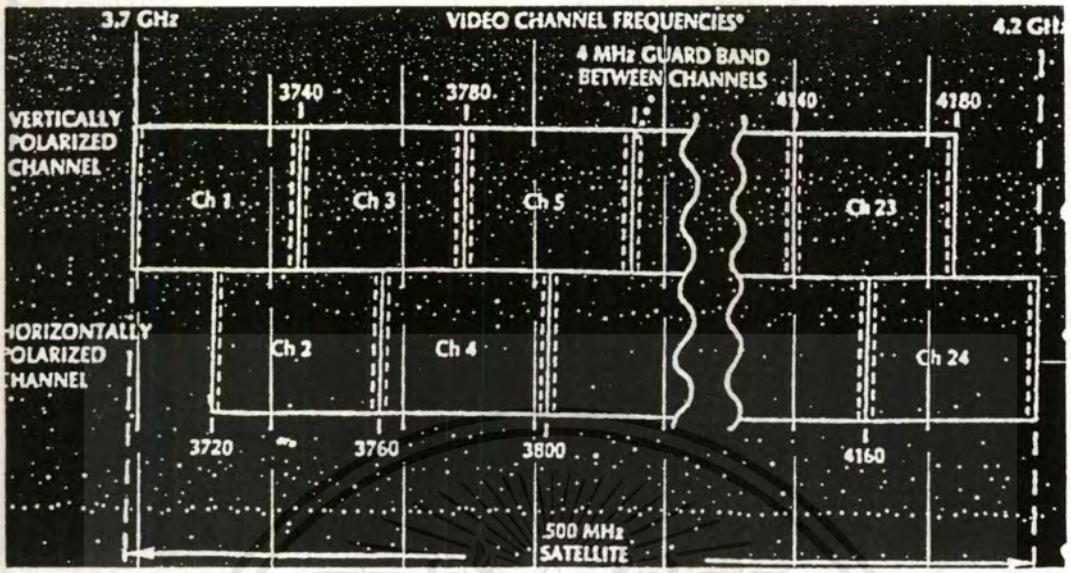
1. **จานสายอากาศ** ทำหน้าที่แพร่กระจายสัญญาณ หรือรับสัญญาณดาวเทียม
2. **อุปกรณ์เครื่องส่งกำลังสูง** (HPA) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณความถี่สูงส่งไปยังดาวเทียม

3. LNA อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่มีอัตราการขยายสูงและมีสัญญาณรบกวนต่ำ

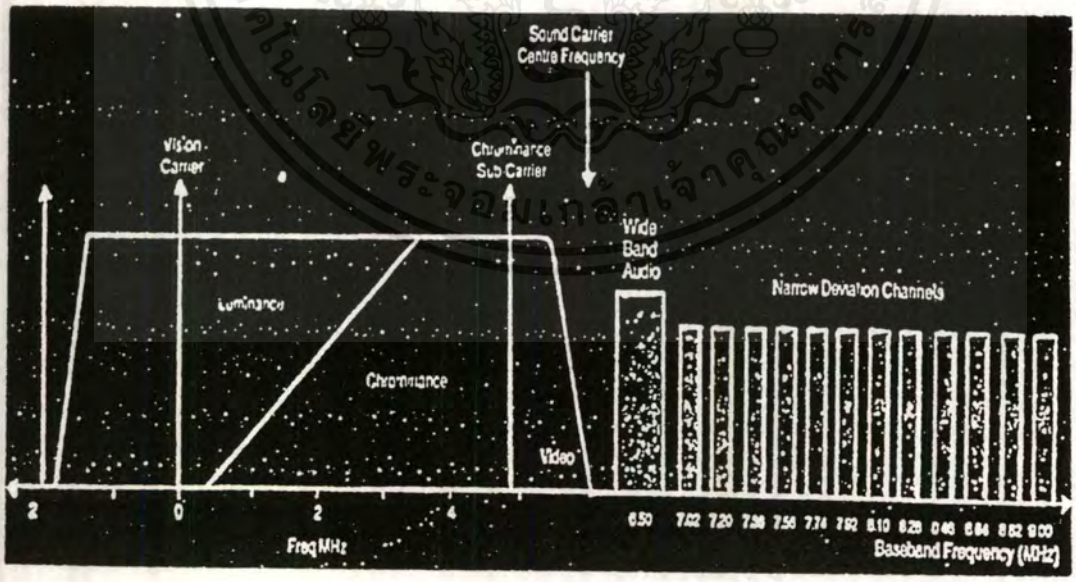
ทรานสพอนเดอร์ (TRANSPONDER)

คือ ชุดอุปกรณ์รับส่งบนดาวเทียม ซึ่งจะรับสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินแล้วขยายสัญญาณให้แรงขึ้น และส่งกลับมายังสถานีรับบนพื้นโลกโดยใช้ความถี่ขาขึ้น (UP LINK) และความถี่ขาลง (DOWN LINK) แตกต่างกันในหนึ่งช่องของสัญญาณภาพจะมีความกว้างของช่องคลื่น (BANDWIDTH) กว้างถึง 40 MHz ความกว้างของช่องคลื่นมากไปทำให้จำนวนช่องไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงนิยมใช้วิธีการส่งขั้วคลื่นสัญญาณ (POLARIZED) ขั้วคลื่นทางแนวตั้ง (VERTICAL) และขั้วคลื่นทางแนวนอน (HORIZONTAL) ไปพร้อม ๆ กันทำให้ช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า และที่เครื่องรับต้องมีขั้วสัญญาณว่าจะรับแบบขั้วคลื่นทางแนวตั้งหรือแบบขั้วคลื่นทางแนวนอนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ช่องสัญญาณภาพดาวเทียม



รูปที่ 2.5 ความกว้างของช่องคลื่นสัญญาณภาพและเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นแม่เหล็กที่สามารถทะลุชั้นบรรยากาศไอ โอโนสเฟียร์ได้ดีก็คือย่านความถี่ไมโครเวฟ แต่ทว่าย่านความถี่ไมโครเวฟมีหลายช่วง จึงต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติการดูดกลืนของบรรยากาศ และการลดทอนกำลังของสัญญาณเนื่องจากระยะทาง โดยแถบความถี่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการสื่อสารทางด้านโทรทัศน์ คือแถบความถี่ย่าน C-BAND และ Ku-BAND ดังตารางข้างล่าง

ชื่อแถบความถี่	ความถี่
VLF	30 - 30 KHz
LF	30 - 300 KHz
MF	0.3 - 3 MHz
HF	3 - 30 MHz
VHF	30 - 300 MHz
UHF	0.3 - 1.0 MHz
L	1 - 2 GHz
S	2 - 4 GHz
C	4 - 8 GHz
X	8 - 12 GHz
Ku	12 - 18 GHz
K	18 - 27 GHz
Ka	27 - 40 GHz
V	40 - 75 GHz
W	75 - 110 GHz
mm	110 - 300 GHz

U = 700 to 730 MHz	L = 1.5 to 1.65 GHz	S = 2.5 to 2.6 GHz	C1 = 3.7 to 4.2 GHz
C2 = 3.65 to 4.2 GHz	C3 = 3.65 to 3.95 GHz	C4 = 3.4 to 3.675 GHz	C5 = 4.160 to 4.198 GHz
K1 = 11.7 to 12.2 GHz	K2 = 12.2 to 12.7 GHz	K3 = 10.95 to 11.7 GHz	K4 = 12.5 to 12.75 GHz
K5 = 11.52 to 11.56 GHz	K6 = 11.7 to 12.5 GHz	K7 = 10.75 to 10.95 GHz	K8 = 11.7 to 11.9 GHz
Ka = 19.1 to 20.2 GHz	CP = Circular Polarization	RH = Right Hand Circular	LH = Left Hand Circular
LP = Horizontal/Vertical	VP = Vertical only	HP = Horizontal only	* = Inclined Orbit

ตารางแสดงแถบความถี่ในการสื่อสารสัญญาณผ่านดาวเทียม

ระบบการส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ของดาวเทียม มี 2 แบบ

1. **แบบ** C-BANDจะส่งคลื่นความถี่กลับมายังโลกอยู่ในช่วงความถี่3.7-4.2 GHz แบบนี้จะมีฟุตปริ้นท์กว้าง สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ได้หลายประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี : การใช้ดาวเทียมระบบนี้เหมาะที่จะใช้ในประเทศที่ใหญ่ ๆ เพราะส่งดาวเทียมดวงเดียวก็สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ทั่วประเทศ เช่น สหรัฐ รัสเซีย จีน อินโดนีเซีย

ข้อเสีย : เนื่องจากส่งครอบคลุมพื้นที่กว้าง ๆ ความเข้มของสัญญาณจะต่ำ จึงต้องใช้จาน 4-12 ฟุต จานขนาดใหญ่รับสัญญาณภาพจึงจะชัด

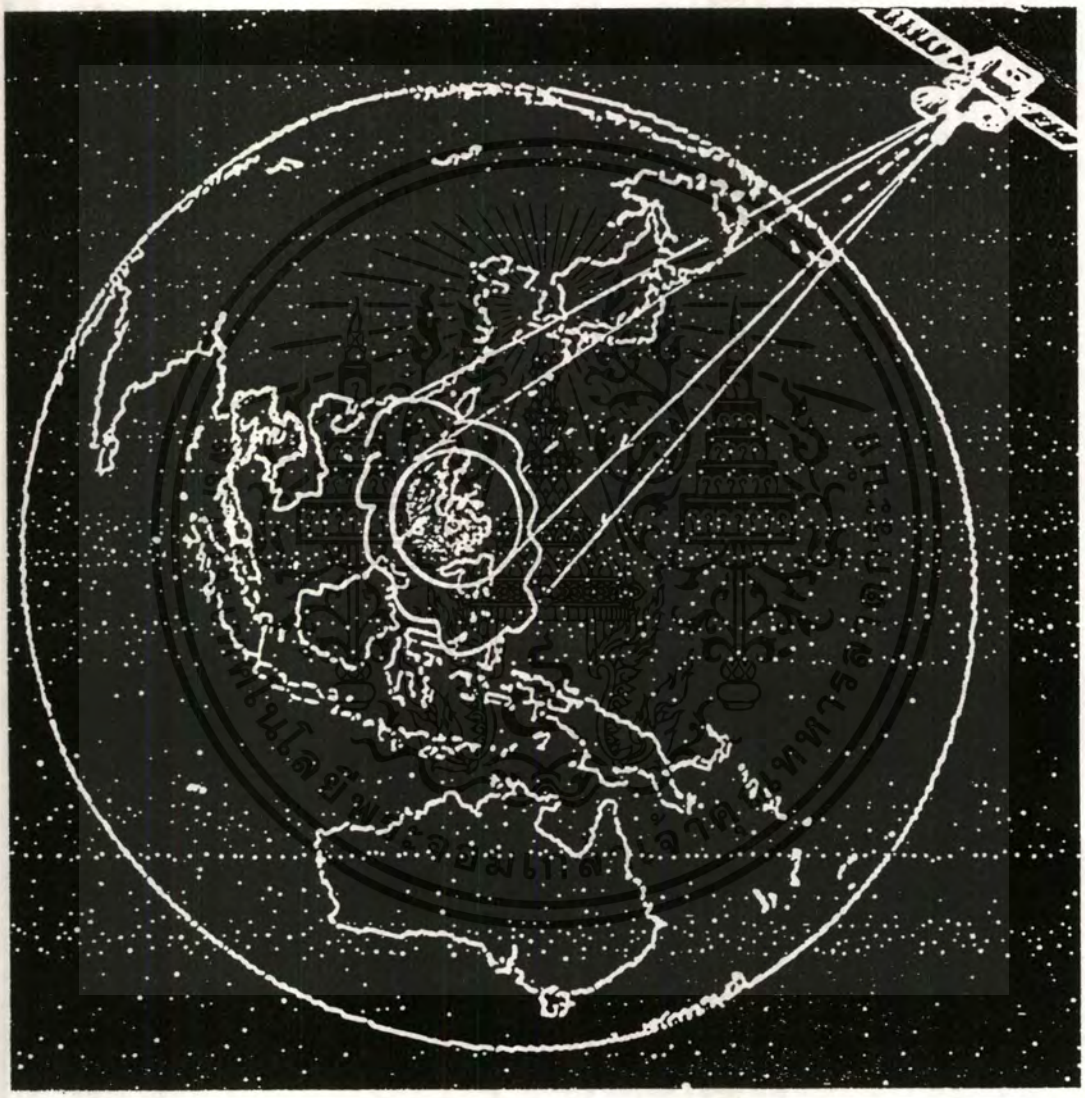
รูปที่ 2.6 แบบC-BAND จะครอบคลุมพื้นที่กว้าง

2. **แบบ KU-BAND** ส่งความถี่ 10.95 – 11.7 GHz สูงกว่าความถี่ C-BAND สัญญาณที่ส่งจะครอบคลุมพื้นที่ได้น้อย จึงเหมาะสำหรับการส่งสัญญาณเฉพาะภายในประเทศ เป็นที่นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในยุโรปและประเทศญี่ปุ่น

ข้อดี : ความเข้มของสัญญาณสูงมาก ใช้จานขนาดเล็ก ๆ 40-80 เซ็นติเมตรก็สามารถรับสัญญาณได้แล้ว เหมาะสำหรับส่งสัญญาณเฉพาะภายในประเทศ เช่น สัญญาณ CABLE TV ผ่านดาวเทียม DBS (DIRECT BROADCAST SATTELLITE)ความถี่ 11.7-12.5 GHz ในระบบ DIGITAL COMPRESSION ของประเทศสหรัฐอเมริกา

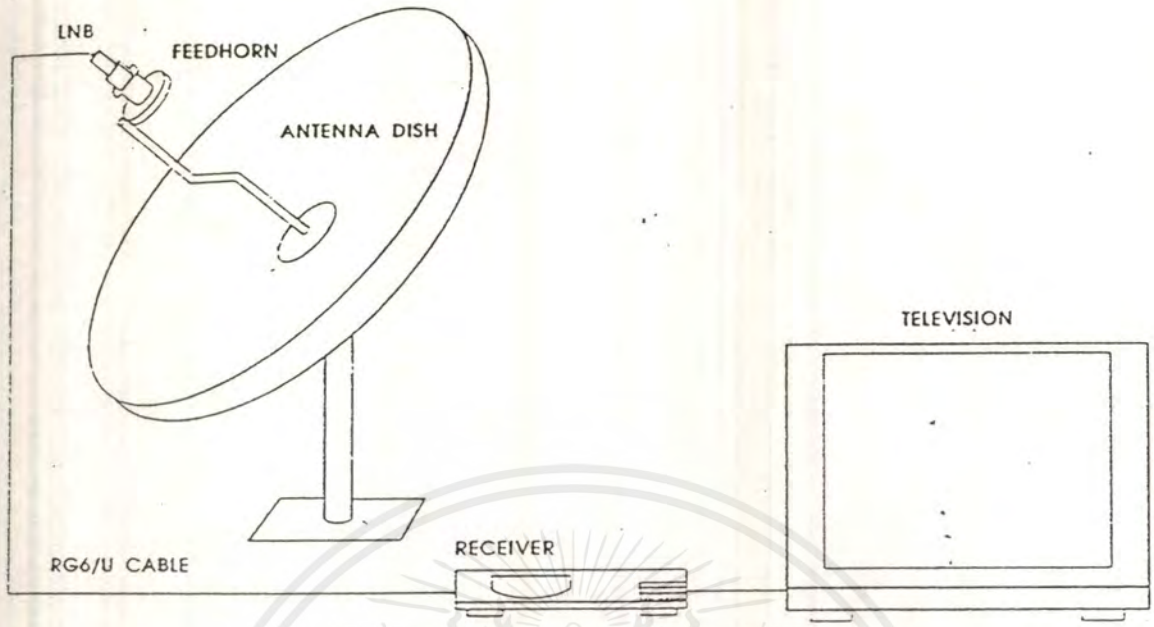
ข้อเสีย : ฟุตปริ้นท์ระบบ KU-BAND จะแคบ ส่งเฉพาะจุดที่ต้องการ ครอบคลุมพื้นที่ได้น้อย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง อาจรับสัญญาณเสียค่าสมาชิก (PAY TV) เช่น CABLE TV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แบบ KU-BAND พื้นที่แคบแต่ความเข้มของสัญญาณสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 รูปแสดงบล็อคไดอะแกรมของ TVRO

TVRO ย่อมาจากคำว่า Television Recived Only ซึ่งหมายถึงระบบของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมดังที่ปรากฏในรูปที่ 2.8 ด้วยสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินจะทำการส่งสัญญาณที่เรียกว่าสัญญาณอัพลิงค์ (Up Link) ขึ้นไปยังสถานีอวกาศซึ่งเรียกว่า สถานีดาวเทียม ด้วยความถี่อยู่ในช่วงประมาณ 6 จิกะเฮิรตซ์ ระบบของดาวเทียมจะทำการแปลงความถี่แล้วส่งกลับ โดยสถานีในอวกาศ หรือสถานีดาวเทียมนั้นจะทำหน้าที่เป็นระบบทวนสัญญาณหรือรีพีเตอร์ (Repeater) แล้วส่งความถี่ประมาณ 4 จิกะเฮิรตซ์ลงมายังพื้นโลกตามพื้นที่ที่ต้องการแพร่สัญญาณ เราเรียกพื้นที่อันนี้ว่า ฟุตปริ้นต์ (Foot Print) สัญญาณจากสถานีดาวเทียมที่ส่งลงมายังพื้นโลกถูกเรียกว่า สัญญาณดาวน์ลิงค์ (Down Link) เมื่อมาถึงพื้นโลกเราจะใช้อุปกรณ์ต่างๆ โดยมีอยู่ทั้งหมด 6 ส่วนด้วยกัน คือ จานสายอากาศ (Antenna Dish), ฟีดฮอร์น (Feed Horn), ตัวขยายสัญญาณแอลเอ็นบี (LNB), ขั้วต่อและสายนำสัญญาณ (F-CONNECTOR and SIGNAL CABLE) , เครื่องรับโทรทัศน์ (TELEVISION) และตัวเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Receiver)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์จานรับสัญญาณดาวเทียม

อุปกรณ์และรายละเอียดต่างๆ ที่สำคัญในการติดตั้งจานรับดาวเทียม มีดังนี้ :

3.1 จานรับสัญญาณดาวเทียม (DISH)

3.2 มอเตอร์ขับจาน (ACTUATOR)

3.3 ตัวรวมสัญญาณ (FEED HORN)

3.4 อุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำ (LNB)

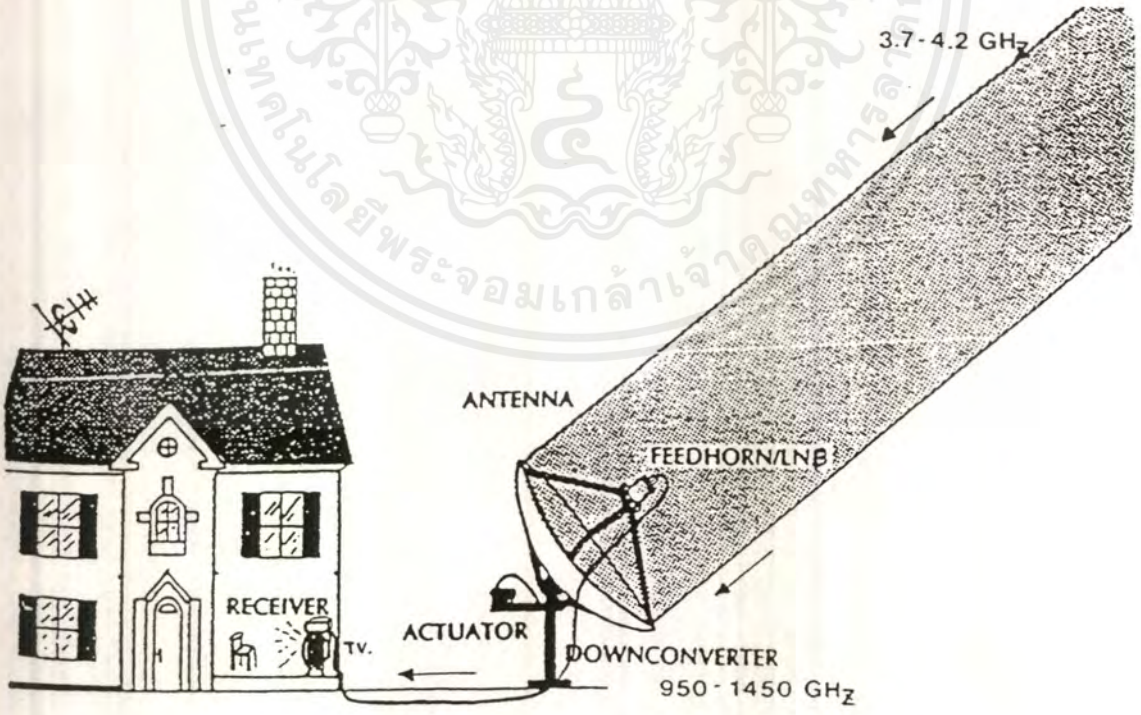
3.5 ขั้วต่อและสายนำสัญญาณ (CONNECTOR)

3.6 ตลับแยกสัญญาณ (SPLITTER)

3.7 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (RECEIVER)

3.8 เครื่องรับโทรทัศน์ (TELEVISION)

3.9 เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม (SAT.LEVEL METER)



รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ในการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 จานรับสัญญาณดาวเทียม (SATTELLITE DISH ANTENNA)

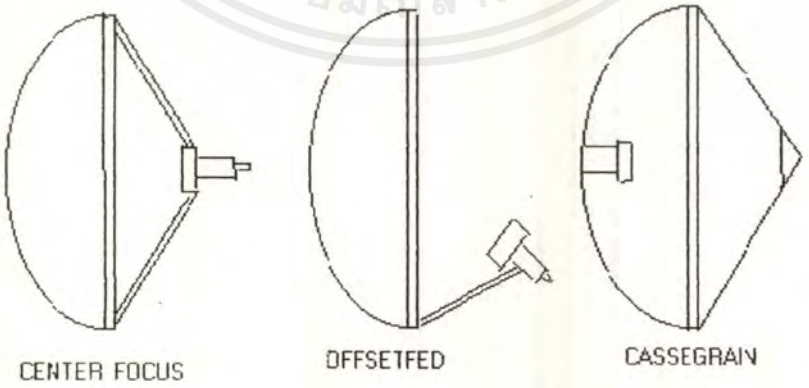
จานรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมในประเทศไทย แบ่งได้ ดังนี้

3.1.1 จานแบบคงที่ (FIXED) แบบจานเดียวรับดาวเทียมได้ดวงเดียว

3.1.2 จานแบบคงที่รับดาวเทียมได้หลายดวง เช่น แบบ DUO, TRIO ปัจจุบันรับได้ถึง 4 ดวง

3. 1.3 จานหมุนหาดาวเทียมได้ (MOVE) ใช้มอเตอร์ขับจาน (ACTUATOR) หมุนหาดาวเทียม

จานรับสัญญาณดาวเทียม (SATELLITE DISH ANTENNA) มีหน้าที่สะท้อนสัญญาณคลื่นความถี่โทรทัศน์ที่ส่งผ่านจากดาวเทียม ไปรวมสัญญาณ (FOCUS) ที่อุปกรณ์ FEED HORN มีลักษณะรูปโค้งพาราโบล่าแบบกระทะทำด้วยเหล็ก , อลูมิเนียม หรือไฟเบอร์กลาส มีทั้งจานรับแบบทึบ (SOLID ANTENNA DISH) แบบจานโปร่ง (MESH ANTENNA DISH) และแบบยากิ (YAKI) จานขนาดใหญ่จะรับสัญญาณภาพได้แรงชัดเจนดี มีเกนการรับที่สูงกว่าจานที่มีขนาดเล็ก และจานที่มีขนาดใหญ่ยังสามารถรับสัญญาณผ่านดาวเทียมได้หลายดวง โดยเฉพาะการติดตั้งจานรับแบบคงที่จานเดียวให้รับได้ 2 ดวงแบบ DUO และแบบ MOVE ที่รับได้หลายดวง และที่สำคัญจานยิ่งใหญ่มากยิ่งดี แต่ยิ่งมีราคาแพงตามไปด้วย ขนาดของจานความถี่ Ku-BAND กว้างประมาณ 40 เซนติเมตร ส่วนขนาดจานความถี่ C-BANDกว้างประมาณ 4-12 ฟุต ดังนั้นผู้ซื้อควรพิจารณาตัดสินใจเลือกขนาดของจานให้เหมาะสมกับฐานะและวัตถุประสงค์ความต้องการที่จะใช้ว่าจะรับดาวเทียมดวงไหน กี่ดวง กี่ช่องระบบอะไร แบบใดและที่สำคัญมีงบประมาณเท่าไรอีกด้วย



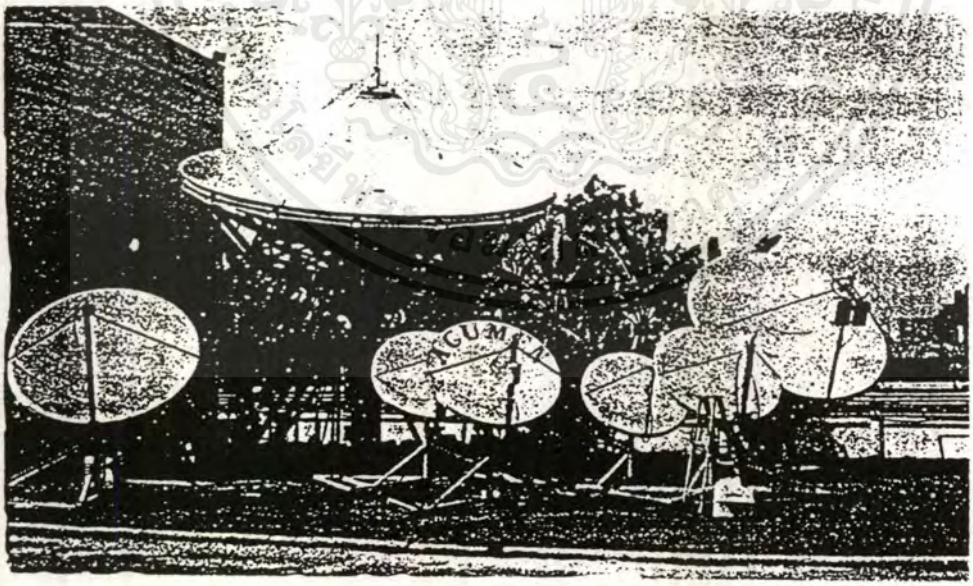
รูปที่ 3.2 การสะท้อนคลื่นจากจานไปยังตัวรวมสัญญาณแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จานแบบทึบ (SOLID ANTENNA DISH) แบบรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม โครงสร้างทำด้วยเหล็ก หรือ อลูมิเนียมจะรับสัญญาณได้ดีและราคาจะถูกกว่าแบบจานโปร่ง เพราะปั๊มจำนวนมาก ๆได้ง่าย ปัจจุบันนิยมใช้แบบไฟเบอร์กลาสที่ฝังตัวนำลวดตาข่ายไว้ภายใน

การติดตั้ง : เหมาะสำหรับติดตั้งบนพื้นล่าง หรือส่วนที่รับน้ำหนักมาก ๆ ได้ไม่นิยมติดที่สูงเนื่องจากต้านลมมีน้ำหนักมากขนย้ายไม่สะดวกน้ำขังก็จะทำให้เป็นสนิมได้ง่ายและยังบดบังทัศนียภาพด้านหลัง

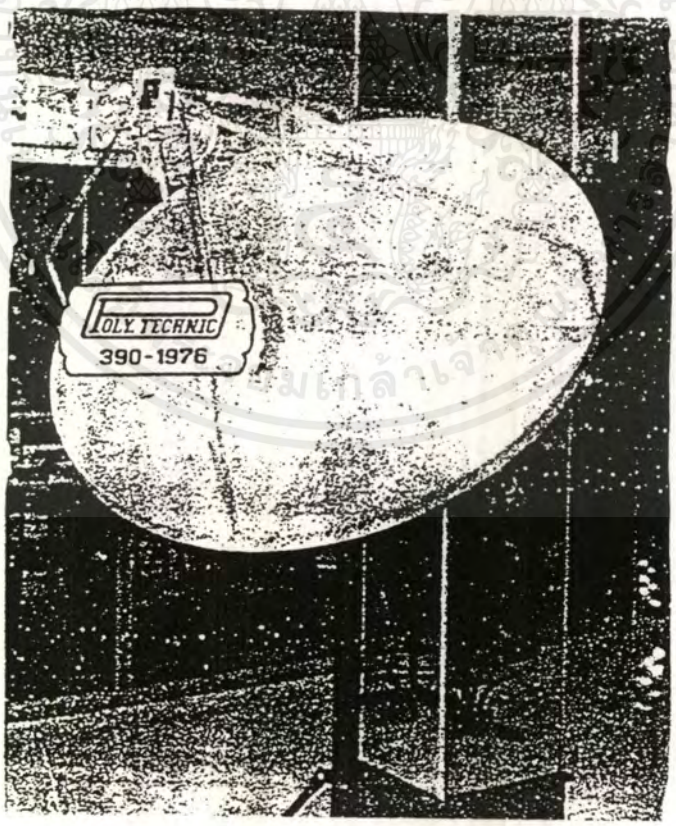
สีที่เคลือบ : นิยมใช้สีเทาหรือดำด้านที่ไม่สะท้อนแสงเพื่อป้องกัน LNBเสียเนื่องจากการรวมแสงเกิดความร้อนจากการสะท้อนของจานสีที่ใช้เป็นสีกันสนิมอย่างดีทนแดดฝน



รูปที่ 3.3 จานรับสัญญาณแบบทึบย่านความถี่ Ku-BAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

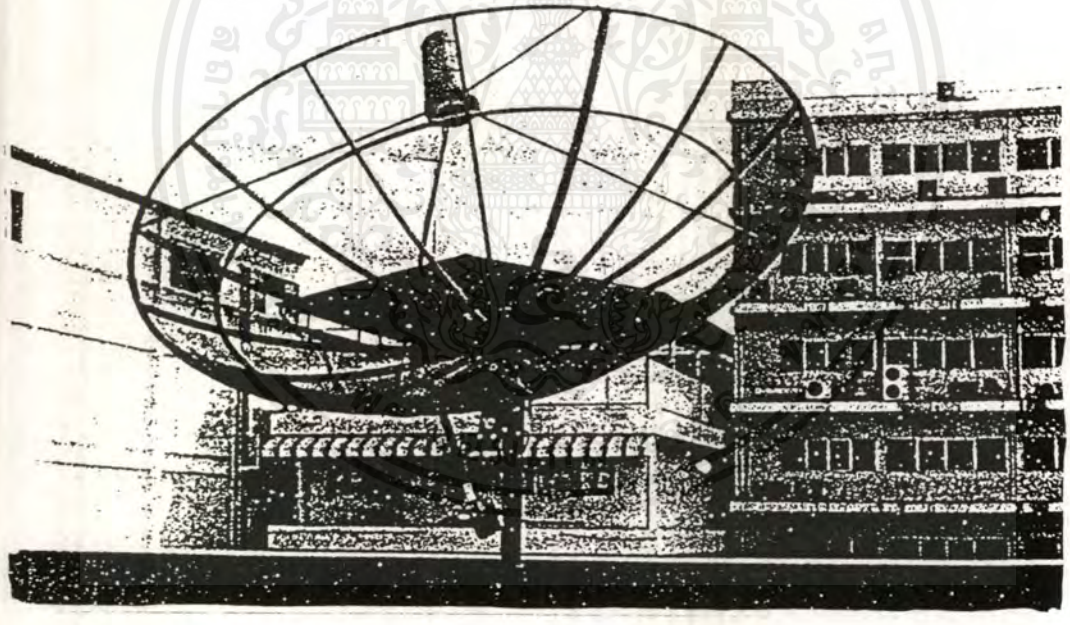
รูปที่ 3.4 จานรับสัญญาณแบบทึบย่านความถี่ C-BAND



รูปที่ 3.5 จานรับสัญญาณแบบทึบทำด้วยไฟเบอร์กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จานแบบโปร่ง (MESH ANTENNA DISH) โครงสร้างทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบสีกันสนิม เป็นแผ่นรูตะแกรงประกอบกันเป็นส่วน ๆ ลมผ่านได้ ขนาดของรูตะแกรงต้องไม่โตกว่าขนาดของความยาวคลื่นส่วนสิบสอง (λ/12) คือ ถ้าเป็นความถี่ย่าน Ku-BAND รูตะแกรงต้องไม่โตเกิน 2 มิลลิเมตร และถ้าเป็นความถี่ย่าน C-BANDรูตะแกรงจะต้องโตไม่เกิน 6 มิลลิเมตรจึงจะสามารถสะท้อนสัญญาณได้ดีสัญญาณไม่รอดรูออกไปได้ จานแบบโปร่งเป็นที่นิยมมากในปัจจุบันอันเนื่องมากจากน้ำหนักเบา ไม่ต้านลม สวยงาม ขนย้ายสะดวกจึงเหมาะสำหรับการติดตั้งบนที่สูง เช่น ดาดฟ้าและยังนิยมใช้ในการติดตั้งจานแบบ MOVE แต่จานแบบโปร่งยังมีข้อเสียคือ การสะท้อนสัญญาณยังสู้แบบจานทึบไม่ได้ อันเนื่องมาจาก การเจาะรูตะแกรงอาจไม่ดีพอผิวจานที่ถูกเจาะรูมาก ๆ จะบอบบางบิดเบี้ยวได้ง่ายทำให้ไม่โค้งเป็นพาราโบลิกและการติดตั้งบนสถานที่สูงๆ ควรคำนึงถึงการป้องกันฟ้าผ่าด้วย

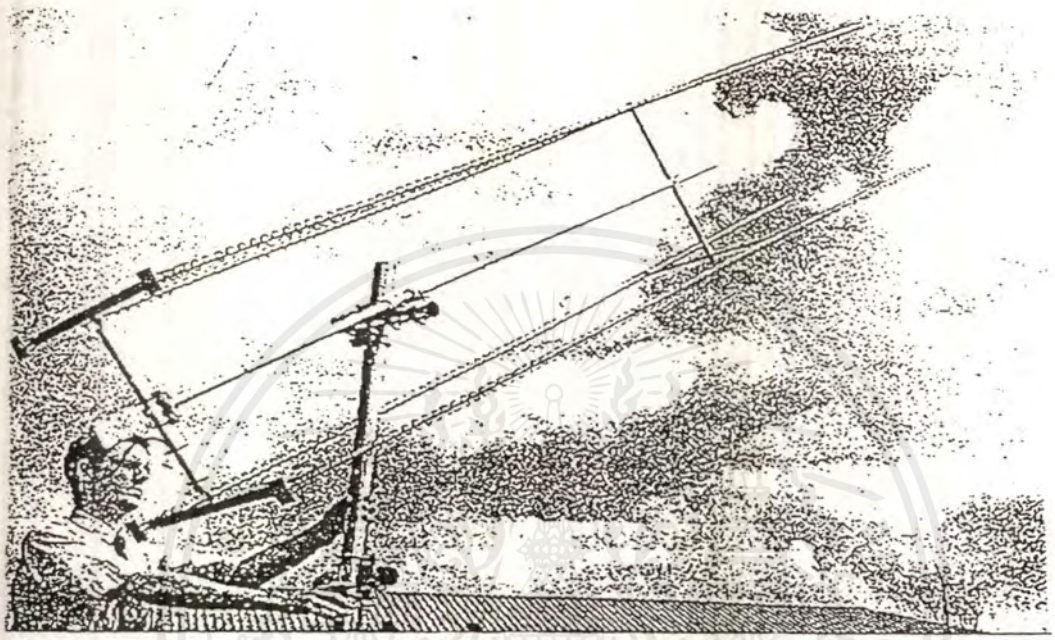


รูปที่ 3.6 จานรับสัญญาณแบบโปร่งเหมาะสำหรับติดตั้งบนสถานที่สูง

สายอากาศแบบยากิ (YAKI ANTENNA) จะมีรูปร่างไม่เหมือนกับสายอากาศโทรทัศน์ย่าน VHF ที่ใช้กันตามบ้านทั่วไป เนื่องจากความถี่ของสัญญาณจากดาวเทียมมีความถี่สูงมากเป็น GHz ทำให้ความยาวคลื่นในการรับสัญญาณเล็กมาก และมีขนาดของสัญญาณที่ส่งมาต่ำทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องเพิ่มจำนวนชิ้นส่วน (ELEMENT) ในการรับเป็นจำนวนมากจึงจะมีอัตราการขยายสูงขึ้นทำให้แกนสายอากาศ (BOOM) มีความยาวมาก สำหรับประเทศไทยยังไม่เป็นที่นิยมใช้กัน



รูปที่ 3.7 สายอากาศแบบ YAKI ที่ใช้รับความถี่ย่าน C-BAND

ที่ยึดจาน (MOUNT)

ที่ยึดจานจะเป็นตัวยึดจานให้อยู่บนหัวเสาและสามารถปรับทิศทางได้ตามความต้องการ ปกติจะเป็นเหล็กแล้วใช้น็อตเป็นตัวล็อคตำแหน่งตามความต้องการ โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1.แบบยึดคงที่ (FIXED MOUNT) จะมีราคาถูกรับมุมเงยได้เพียงอย่างเดียว บางแบบจะมีฐานยึดเป็นวงกลม ส่วนมากจะเป็นจานทึบประกอบและติดตั้งง่าย

2.แบบปรับมุมเงยมุมส่ายได้ (EL/AZ MOUNT) สามารถปรับมุมเงยและมุมส่ายของจานได้เป็นอิสระจากกัน เหมาะสำหรับดาวเทียมดวงเดียว เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน

3.แบบโพล่า (POLAR MOUNT) จะหมุนเป็นส่วนโค้งตามแนวเส้นศูนย์สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รูปที่ 3.8 โครงสร้าง MOUNT

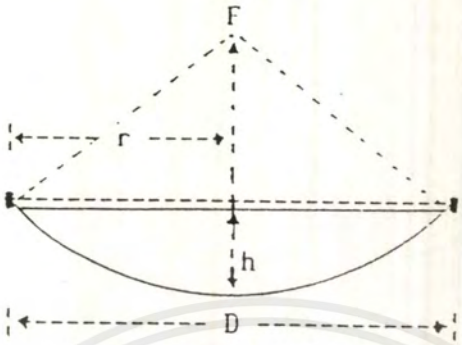
เสาจานรับสัญญาณดาวเทียม เป็นเสาทรงกระบอกที่รับน้ำหนักจานทั้งหมดทำด้วยเหล็กกลวงเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 นิ้ว ยกจานให้สูงขึ้นอีก ประมาณ 1.5-2 เมตร ส่วนหัวเสาจะยึดติดกับเมาท์ที่คอจาน ส่วนฐานจะยึดติดกับพื้นปูน มีแบบฐานสี่เหลี่ยมยึดพุก 4 ตัว แบบฐานสามแฉก หรือแบบฐานวงกลมติดกับจานทึบ บางที่ไม่สามารถติดเสาจานไว้บนดิน หรือบนหลังคาได้ ก็จะใช้แคล้มป์เหล็กยึดติดกับข้างฝา ถ้าติดตั้งบนพื้นดิน ควรทำฐานปูนตอกเสาเข็มขนาดประมาณ 0.6 ลูกบาตรเมตร

การออกแบบจานรับสัญญาณ

พาราโบล่า (PARABOLA) หมายถึง ทางเดินของจุดซึ่งอยู่บนระนาบและห่างจากจุดคงที่ และเส้นตรงที่คงที่เป็นระยะทางที่เท่ากันเสมอ โดยมีสมการเป็น $Y^2 = 4px$ เราสามารถนำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์มาออกแบบจานรับ และหาระยะทางความยาวโฟกัสของจานเพื่อที่จะวางตำแหน่งฟีดฮอร์นให้รับสัญญาณได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34006



รูปที่ 3.9 การหาระยะทางโฟกัสของจานแบบพาราโบล่า

จากสมการหาระยะทางความยาวโฟกัส

$F = r^2/4h$ __**

$= D^2/16h$ __**

โดย F = ทางยาวโฟกัสสำหรับติดตั้งฟีดฮอร์นรวมสัญญาณที่สะท้อนเข้ามาจากจาน

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของจาน นิยมบอกเป็นฟุต

r = รัศมี หรือ ครึ่งหนึ่งของจาน

h = ความสูงหรือความลึกของจานจากท้องจานถึงขอบจานในแนวดิ่ง

ตัวอย่าง จานขนาด 8 ฟุต มีความลึก 1.66 ฟุต จะมีความยาวโฟกัสเท่าใด

$F = D^2/16h$ __**

$= 8^2/(16*1.66)$ _____ ***

= 2.4 ฟุต

ทำเป็นเซ็นติเมตร = 2.4*12*2.54

= 73.152 เซนติเมตร ___***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระยะโฟกัสต่อเส้นผ่าศูนย์กลาง (F/D RATIO)

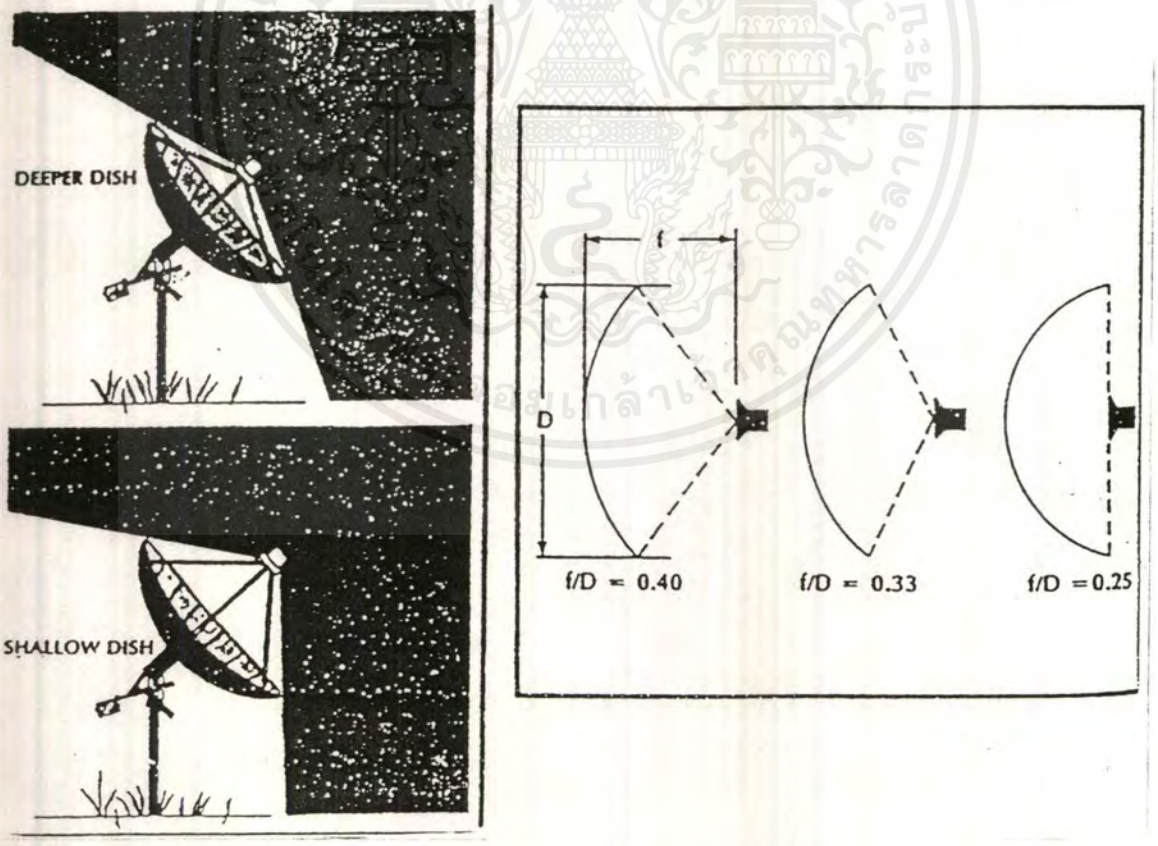
จานตื้นมีค่า h ต่ำจะรับสัญญาณได้ดีกว่าแบบจานลึก แต่ก็มีสัญญาณรบกวนมากตามไปด้วยและตำแหน่งโฟกัสจะอยู่สูงทำให้การติดตั้งฟีดฮอร์นลำบาก โดยค่า F/D จานตื้นนั้นจะมีค่าประมาณ 0.4 และแบบจานลึกมีค่าประมาณ 0.3 หรือเมื่อเราต้องการทราบ ความยาวโฟกัสก็หาได้จาก ค่าของอัตราส่วน คูณด้วยเส้นผ่าศูนย์กลาง

ตัวอย่าง จานรับสัญญาณย่านความถี่ C-BAND 8 ฟุต มีอัตราส่วน F/D 0.3 จะมีขนาดความยาวโฟกัส เท่าใด

F = D*(F/D)

= 8*0.3

ความยาวโฟกัส = 2.4 ฟุต หรือ 73.152CM. ***

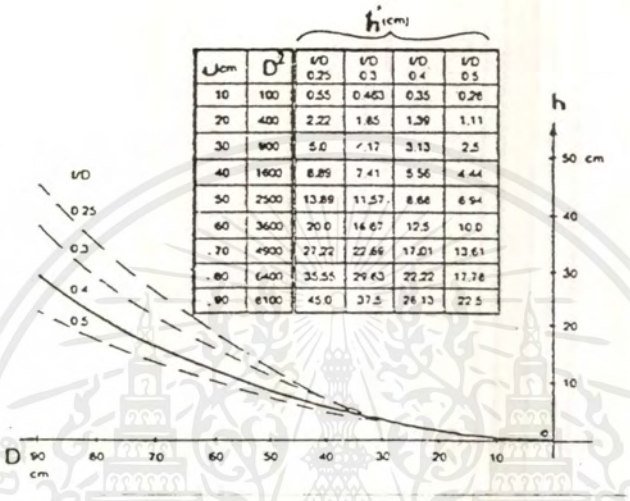


รูปที่ 3.10 การเลือกค่า F/D ในการออกแบบจาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าความสูงหรือความลึกของจาน (h)

$$h = r^2 4F = r^2/[4D^*(F/D)] \quad \text{___***}$$



D cm	D^2	F/D 0.25	F/D 0.3	F/D 0.4	F/D 0.5
10	100	0.55	0.463	0.35	0.28
20	400	2.22	1.85	1.39	1.11
30	900	5.0	4.17	3.13	2.5
40	1600	8.89	7.41	5.56	4.44
50	2500	13.89	11.57	8.68	6.94
60	3600	20.0	16.67	12.5	10.0
70	4900	27.22	22.69	17.01	13.61
80	6400	35.55	29.63	22.22	17.78
90	8100	45.0	37.5	28.13	22.5

รูปที่ 3.11 กราฟการหาค่าความสูงหรือความลึกของจาน

การหาอัตราเกนการขยายสัญญาณ (G)

สูตร : $G = 10 \log [\quad (\pi D/\lambda)^2 \eta]$ -------- dB

โดย π = ความยาวคลื่น (V/f) หน่วยเป็นฟุต

η = ค่าประสิทธิภาพของจาน (EFFICIENCY)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของจาน หน่วยเป็นฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง จานรับสัญญาณดาวเทียมขนาด 8 ฟุต ค่าประสิทธิภาพ (η) 65% รับสัญญาณความถี่ย่าน C-BAND 4 GHz จะมีอัตราเกนการขยายเท่าใด

จาก = V/F

โดย V = 186}000*1760*3/GHZ=0.982

$\therefore$ = 0.982/4

λ = 0.2455

สูตร $G = 10 \log[\quad *0.65*(8/0.2455)^2]$

$= 10 \log 6812.24$

เกน = 38.33 dB ---***

ตารางเกน การขยายรับสัญญาณ (G) ย่านความถี่ C-BAND 3.9 GHz

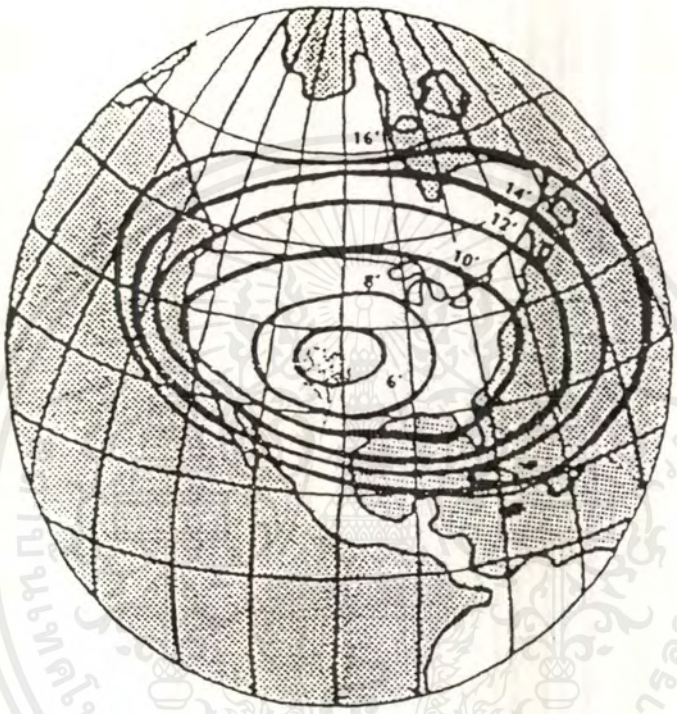
เส้นผ่าศูนย์กลาง	ประสิทธิภาพของสายอากาศ η				
D:(FOOT)	100%	80%	70%	60%	50%
5.0	36.18	35.21	34.63	33.63	33.17
6.0	37.76	36.79	36.21	35.54	34.75
7.0	39.10	38.13	37.55	36.88	36.09
7.5	39.70	38.73	38.15	37.48	36.69
8.0	40.26	39.29	38.71	38.04	37.25
8.5	40.79	39.82	39.24	38.57	37.78
9.0	41.28	39.34	39.73	39.06	38.27
9.5	41.75	40.78	40.20	39.53	38.74
10.0	42.20	41.23	40.65	39.98	39.19
10.5	42.62	41.65	41.07	40.40	39.61
11.0	43.03	42.06	41.48	40.81	40.02
12.0	43.78	42.81	42.23	41.56	40.77

การที่จะออกแบบจานให้มีขนาดใหญ่ หรือเล็กต้องดูการใช้งานว่าอยู่ย่านความถี่ใด โดยความถี่ย่าน C-BAND 4-6 GHz มีความถี่และกำลังส่งต่ำกว่า ย่านความถี่ Ku-BAND 12-14 GHz ดังนั้นจานความถี่ย่าน C-BAND จึงมีขนาดใหญ่กว่าจานความถี่ย่าน Ku-BAND และรวมในประเทศเดียวกัน ขนาดของจานแต่ละจังหวัดยังไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของฟุตปริ้นท์

ฟุตปริ้นท์ (FOOTPRINT) หรือรอยเท้า คือขอบข่ายรัศมี บริเวณพื้นที่ให้บริการในการส่งสัญญาณดาวเทียมว่าต้องการให้ปกคลุมพื้นที่บริเวณใด ดังเช่น กรุงเทพมหานคร เป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางฟุตปริ้นท์ของดาวเทียมไทยคม ก็จะมีความเข้มของสัญญาณแรงมากจะใช้จานเล็กกว่าต่างจังหวัดหรือประเทศเพื่อนบ้านที่มีพื้นที่ห่างไกลออกไป เหมือนกับพื้นที่การส่องไปฉายฉายแสงไปยังวัตถุ แสงที่ส่งไปตรงกลางจะสว่างจ้ามาก ส่วนบริเวณห่างออกไปจะค่อย ๆ มืดลงตามลำดับ



รูปที่ 3.12 ฟุตปริ้นท์สัญญาณดาวเทียมทำให้ขนาดจานแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

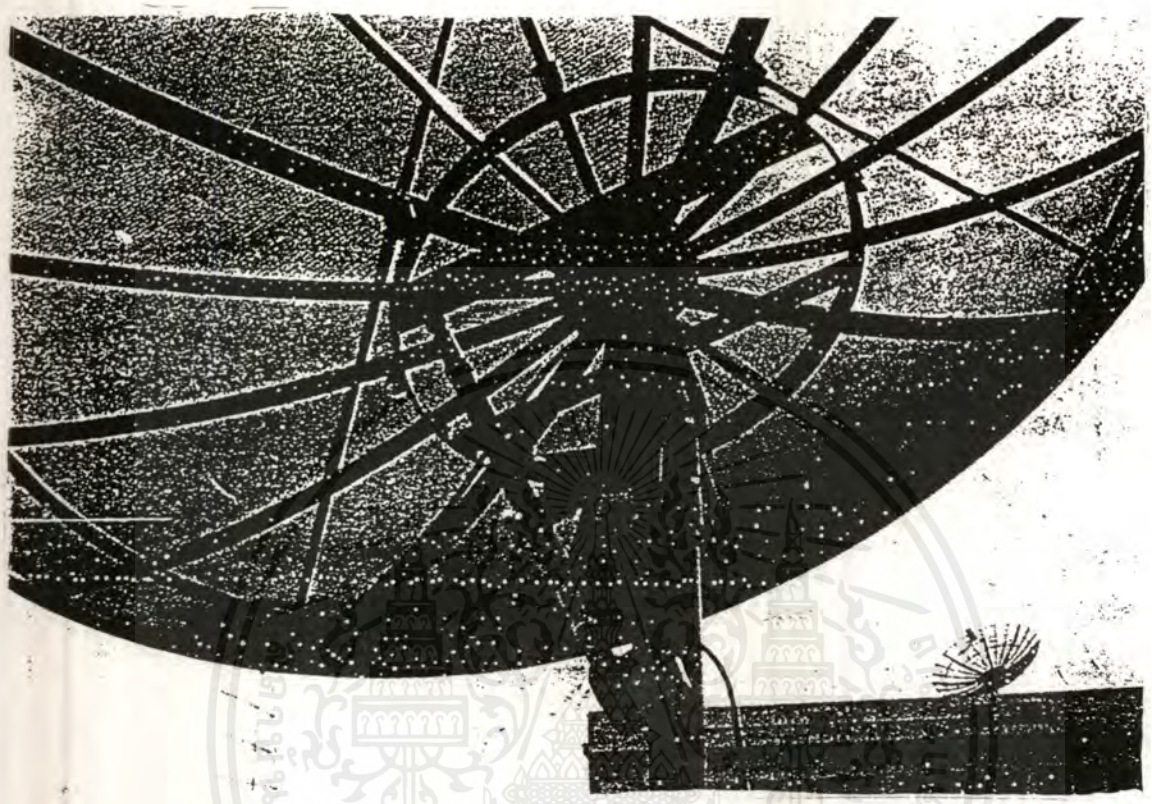
ตัวอย่าง คุณสมบัติจานรับสัญญาณดาวเทียม

DIMETOR	10-FT (3.0 m)
F/D	0.38
FOCAL LENGTH	116.8
ACTUATOR	18" STORKE
BEAM WIDTH	1.7 DEGREES
DISH	ALUMINUIM REFLECTOR
MOUNT	STEEL
MOUNTING POLE	STEEL
WEIGHT WITH MOUNT	73 Kg
GAINT	: 40.3 dBi FOR C-BAND 4.2 GHz
	: 48.2 dBi FOR ku-BAND 4.8 GHz

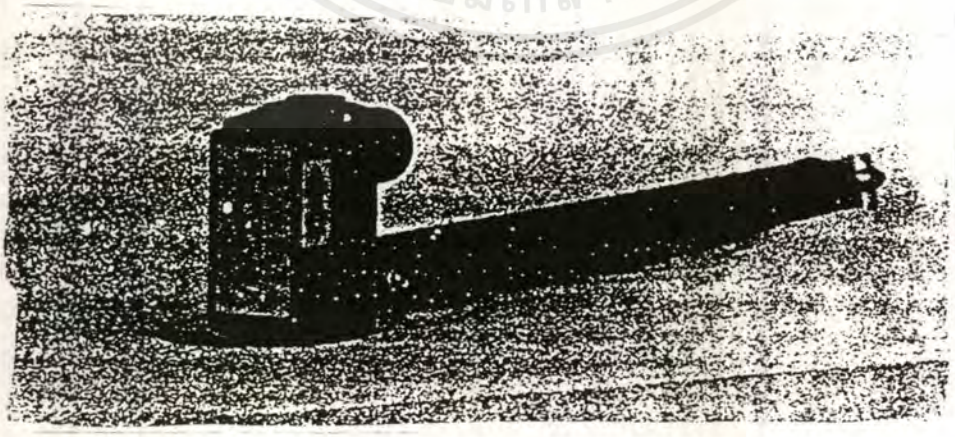
3.2 มอเตอร์ขับจาน (ACTUATOR)

ประเทศไทยเราอยู่สูงกว่าศูนย์สูตร เวลาหันไปหาดาวเทียมที่ตำแหน่งเส้นศูนย์สูตรจึงต้องหันไปทางทิศใต้เสมอ ส่วนจานรับสัญญาณดาวเทียมหลายดวงเคลื่อนที่ได้แบบ MOVE นั้นจะใช้มอเตอร์ขับจาน (ACTUATOR) ติดไว้ที่ก้นจานสำหรับบังคับหน้าจานให้หันจานรับไปทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก จึงต้องให้จานตรงกับตำแหน่งดาวเทียมที่ต้องการได้โดยใช้เครื่องควบคุมตำแหน่ง (POSITIONER) ส่งสัญญาณ PULSE โปรแกรมควบคุมมอเตอร์ให้แขนของ ACTUATOR เคลื่อนที่ชักเข้า-ออก ไปดันจานให้โยกไปทางซ้ายหรือดึงไปทางขวาตามความต้องการ โดยใช้มอเตอร์กระแสตรงรับแรงดัน 30 V. 1A ที่มาจากเครื่องควบคุมตำแหน่งส่งผ่านสายไฟไปเลี้ยง รุ่นใหม่เครื่องควบคุมตำแหน่งจะอยู่ภายในเครื่องรับ(RECEIVER) ทำให้มีขนาดเล็กกระทัดรัดแต่ราคายังแพงอยู่ และยังยุ่งยากในการติดตั้ง เวลาใช้ไปนาน ๆ มุมตำแหน่งอาจจะเคลื่อนหรือมอเตอร์ฝืด จำเป็นต้องเรียกช่างมาปรับแต่งมุมการรับกันอยู่บ่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

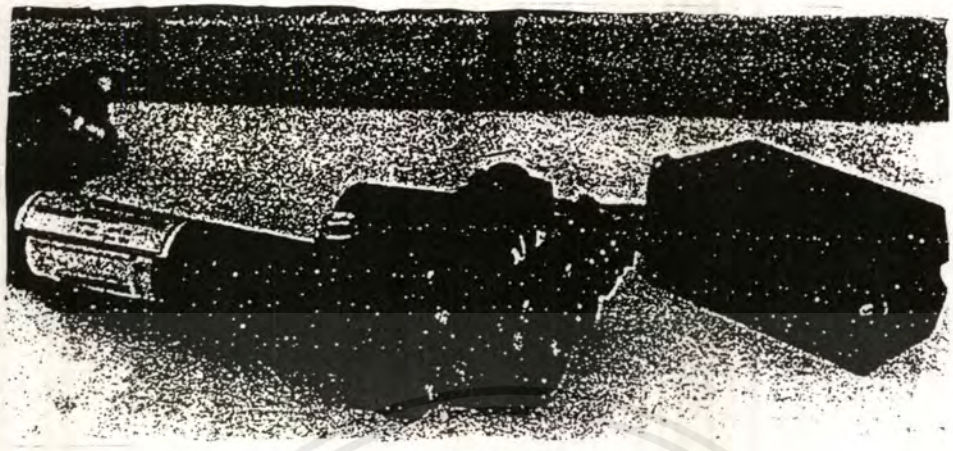


รูปที่ 3.13 มอเตอร์ขับจานที่ใช้กับจานรับแบบ MOVE

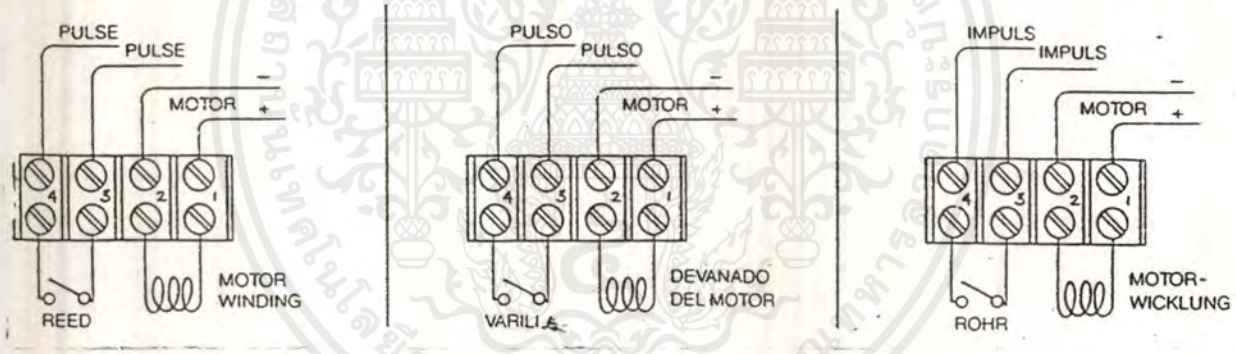


รูปที่ 3.14 มอเตอร์ขับจานแบบแขนซัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 โครงสร้างภายในของ ACTUATOR



รูปที่ 3.16 การต่อขั้วสายที่ ACTUATOR แบบต่าง ๆ

3.3 ตัวรวมสัญญาณ (FEED HORN)

ตัวรวมสัญญาณ (FEED HORN) ทำหน้าที่เป็นตัวรวมสัญญาณที่ได้จากการสะท้อนจากจานรับดาวเทียม ป้อนเข้าไปทางปากฮอร์น และส่งผ่านไปยังท่อนำสัญญาณ เข้าไปยังโพรบสายอากาศทางเข้าของ LNB ซึ่งตัว FEED HORN สามารถขยับให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ เหมือนกับเป็นตัวปรับFOCUS ของสัญญาณให้มีความแรงมากที่สุด โดยตำแหน่งการวางอุปกรณ์ฟีดฮอร์นจะมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วน F/D

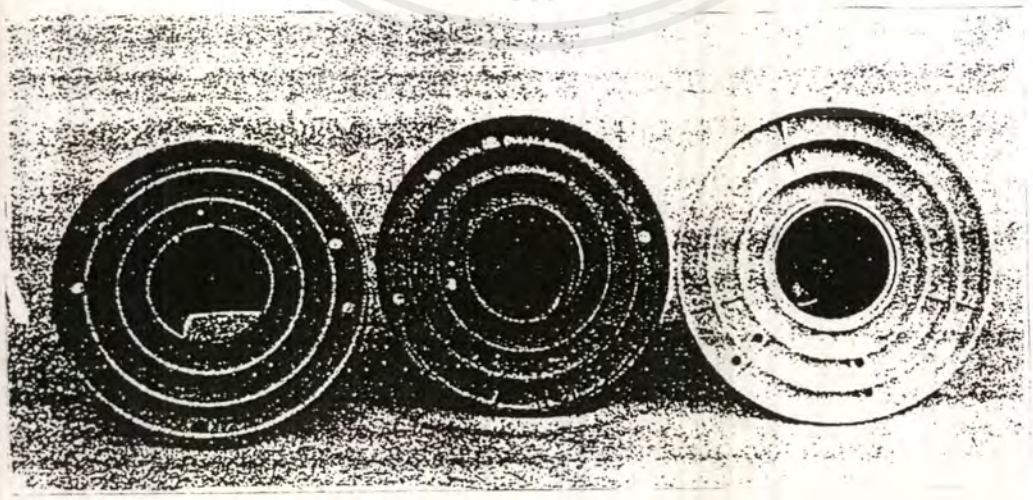
ฟีดฮอร์นยังมีการใช้งานอยู่ด้วยกันหลายแบบ ได้แก่แบบ LINEAR จะรับสัญญาณในแนวแกนตั้งหรือแกนนอน ประเทศไทยเราจะใช้ฟีดฮอร์นแบบนี้รับสัญญาณในแนวแกนตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(VERTICAL) ส่วนแบบรับสัญญาณคลื่นเป็นวงกลม (CIRCULAR) ไม่นิยมใช้ (ซึ่งตอนนี้ อสมท. ช่อง 3 และช่อง 9 ถ่ายทอดสัญญาณดาวเทียมของ INTELSAT VF11 63° E) และแบบ PICK UP ที่ใช้รับทั้งสองอย่าง ยังมีฟีดฮอร์นชนิดพิเศษอีกได้แก่ แบบสองขั้วคลื่น (DUAL FEED) และฟีดฮอร์นแบบสองย่านความถี่ (HYBRID FEEDS) รับทั้ง C-BAND และ Ku-BAND

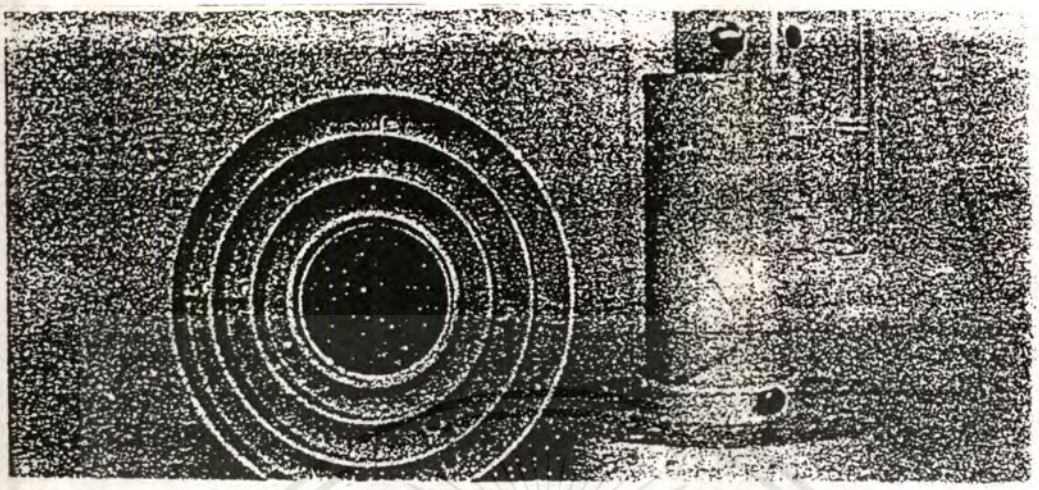
ฟีดฮอร์นแบบ LINEAR ที่นิยมใช้กันจะเป็น SCALAR RING มี 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นเหล็กวงแหวนซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น เพื่อลดการสะท้อนสัญญาณกลับลงไปยังจานอีก ส่วนนี้จะนำไปครอบปากกระบอกท่อนำสัญญาณ (WAVE GUIDE) สามารถขยับขึ้นลง เพื่อเป็นการปรับโฟกัสได้ ที่ปลายท่อนำสัญญาณจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อยึดติดกับLNB ฟีดฮอร์นบางแบบจะมีขั้วโพลาไร (POLARIZATION) ในตัว มีทั้งแบบทางเวอร์ทางฮอร์นสองอันอยู่ในตัวเดียวกันแบบนี้จะรับสัญญาณได้เพิ่มขึ้นอีก และแบบปรับขั้วได้ใช้มอเตอร์ขับในเครื่องรับแบบMOVE (ต่อสายไฟจากเครื่องรับที่ขั้วต่อ 5V. 500mA. ไปยังมอเตอร์ที่ติดอยู่ท้ายฟีดฮอร์น)

แขนที่ใช้ยึดฟีดฮอร์น (FEED HORN) แบบ PRIME FOCUS มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ แบบมีแขนยึดฟีดฮอร์นหลาย ๆ อัน (MULTI ARM) โดยทั่วไปมี 3-4 แขน แต่ละแขนจะต่อรวมกันที่จุดโฟกัส แบบนี้จะมีความแข็งแรงกว่า แบบแขนอันเดียว (BUTTON HOOK) ใช้แขนอันเดียวเป็นท่อเหล็กยาว ที่ยื่นออกมาตรงกลางจาน ที่ปลายแขนจะงอติดวงแหวน (SUPPORT-BRACLET) ไว้ยึดฟีดฮอร์นให้ตรงตำแหน่งโฟกัส อยู่ตรงกลางจานพอดี แบบนี้ถ้าจานใหญ่จะไม่ค่อยแข็งแรง อาจต้องใช้สาย (GUY WIRE) ช่วยขึงกันลมพัดตำแหน่งฟีดฮอร์นเคลื่อน การติดตั้งจานรับสัญญาณผ่านดาวเทียมอาจไม่ต้องใส่ฟีดฮอร์นก็ได้ หากจานรับสัญญาณมีขนาดใหญ่พอหรือสัญญาณดาวเทียมมีความแรงมาก เช่น สัญญาณจากดาวเทียมเอเชียแซท หรือดาวเทียมไทยคม

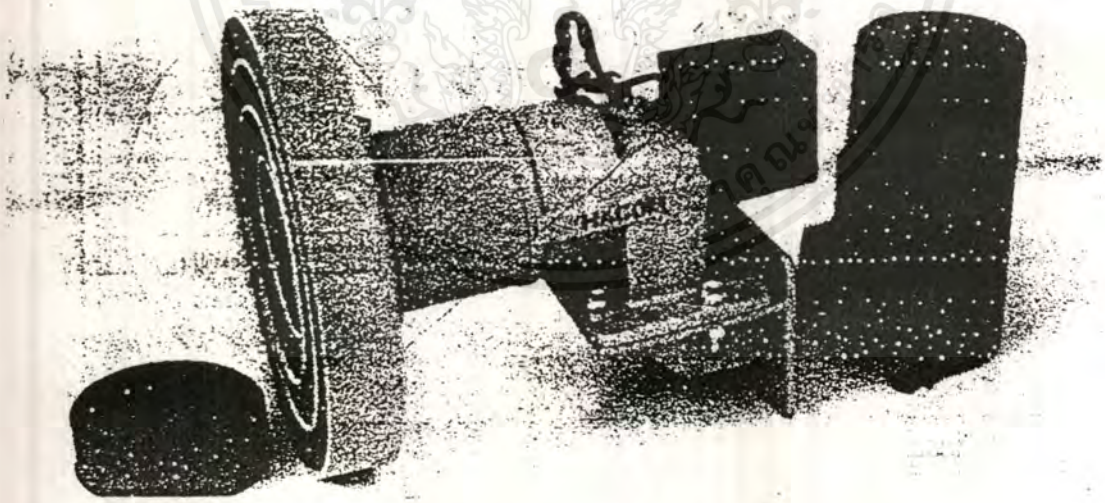


รูปที่ 3.17 ฟีดฮอร์นใช้กับจาน FIXED จะมี SCALAR RING ลดการสะท้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

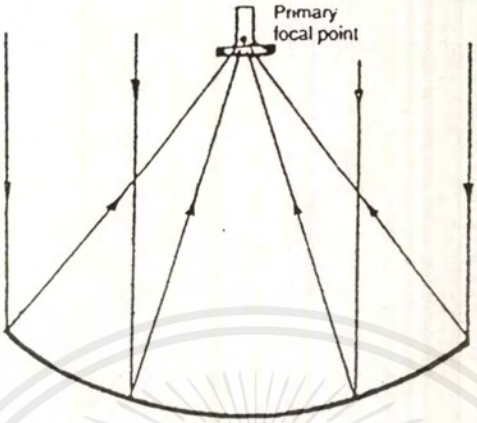


รูปที่ 3.18 ฟีดฮอร์นชนิดมีขั้วโพลาไร ทางเวอร์และทางฮอร์นในตัวเดียวกัน

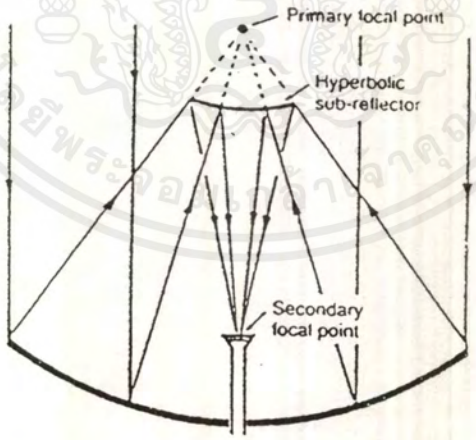


รูปที่ 3.19 ฟีดฮอร์นที่ใช้มอเตอร์ปรับโพลาไรได้ในจานรับแบบ MOVE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

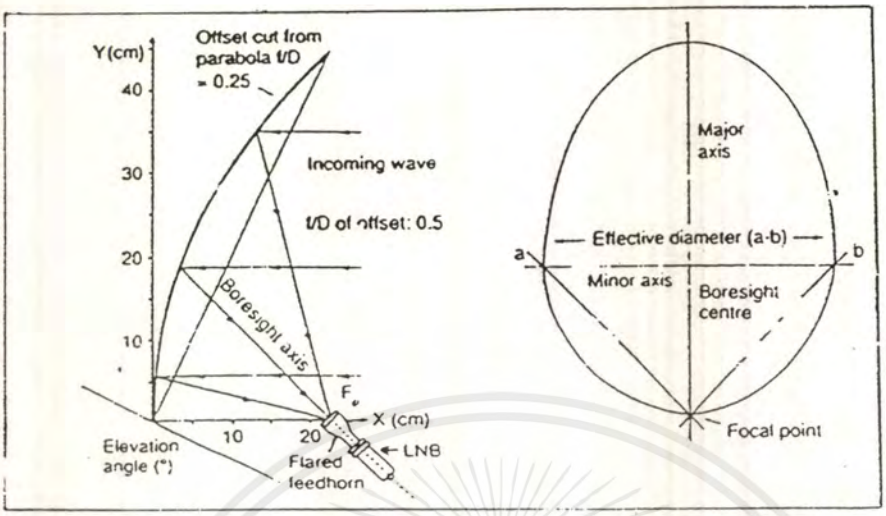


รูปที่ 3.20 การติดตั้งฟีดฮอร์นแบบปฐมภูมิในจานแบบเซ็นเตอร์โฟกัส



รูปที่ 3.21 การติดตั้งฟีดฮอร์นแบบทุติยภูมิในจานเคสซีเกรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 การติดตั้งฟีดฮอร์นในจานรับสัญญาณแบบออฟเซ็ท

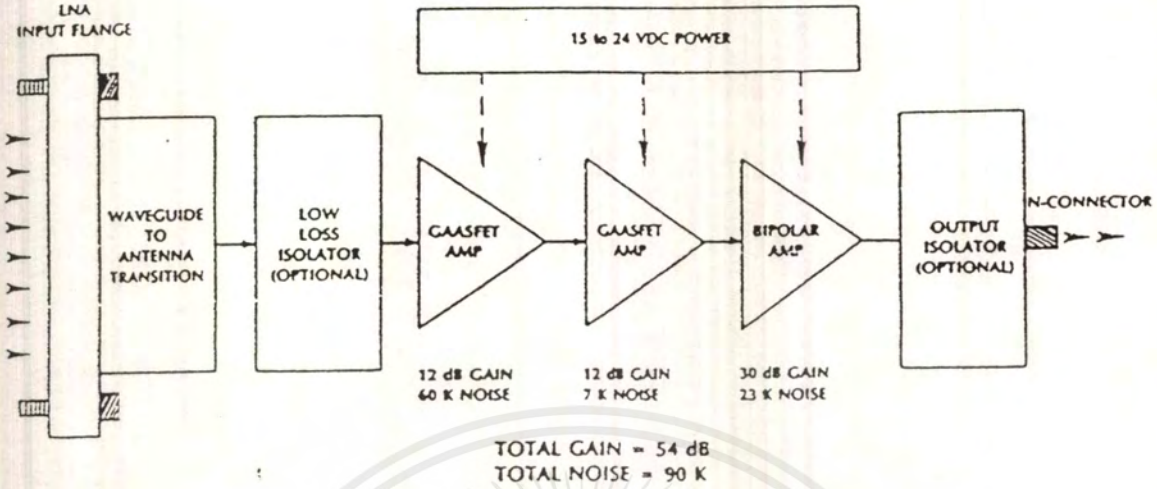
3.4 อุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำ

อุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำ LNB (LOW NOISE BLOCK DOWN CONVERTER) คือภาคขยาย RF. AMP ที่มี LNA อยู่ภายใน ทำหน้าที่รับและขยายสัญญาณที่ได้จากสายอากาศที่มีการรบกวนต่ำ โดยการขยายสัญญาณจากดาวเทียมเฉพาะความถี่ที่เราต้องการ เช่น ความถี่ย่าน C-BAND หรือ Ku-BAND ซึ่งภาคนี้จะมีอัตราการขยายสูงมาก จากนั้นจะส่งผ่านเครื่องแปลงความถี่ให้ต่ำลง (DOWN CONVERTER : D/C) ที่อยู่ในตัวเดียวกันเปลี่ยนความถี่ 3.7-4.2 GHz ย่าน C-BAND ที่รับเข้ามา ให้ลดต่ำลงเหลือความถี่ 950-1,450 MHz หรือ2,050 MHz สัญญาณนี้จะถูกส่งต่อผ่านสายนำสัญญาณไปยังเครื่องรับ

ชนิดของอุปกรณ์ในการรับสัญญาณ

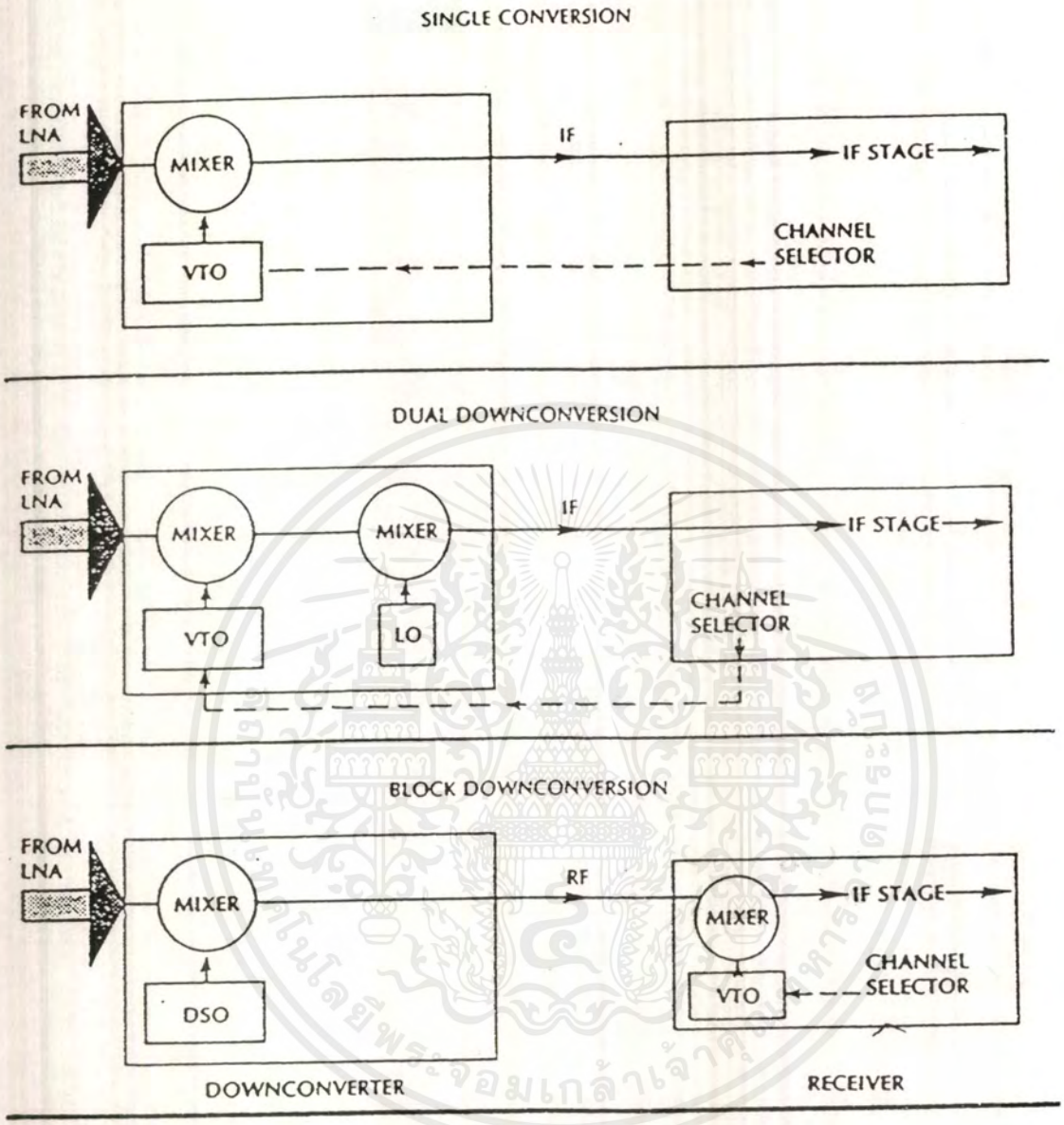
ทำหน้าที่	LNA	LNB	LNC
AMPIFICATION	ใช้	ใช้	ใช้
DOWNCONVERSION	-	ใช้	ใช้
CHANNEL SELECTION	-	-	ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงาน LNA

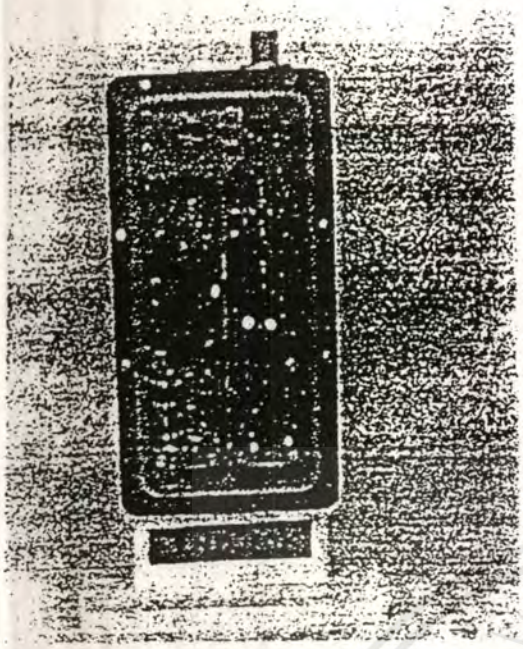
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



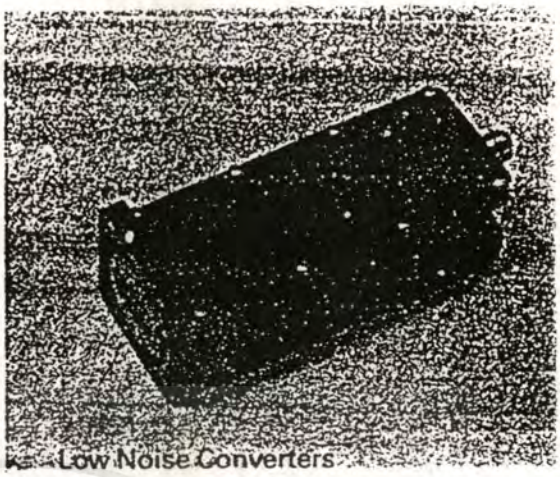
Key: VTO - Voltage Tuned Oscillator
LO - Fixed Local Oscillator
DSO - Fixed Dielectrically Stabilized Oscillator
IF - Typically 70 MHz
RF - Typically 950 to 1450 MHz

รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงาน DOWN CONVERTER

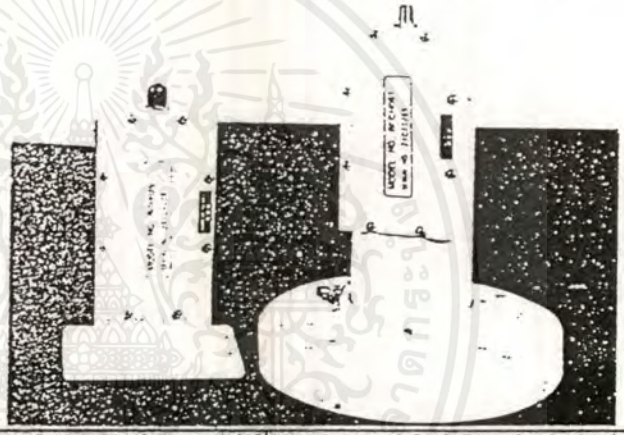
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุปกรณ์ภายในตัว LNB



LNC ความถี่ Ku-BAND



C-Band LNB

Specifications

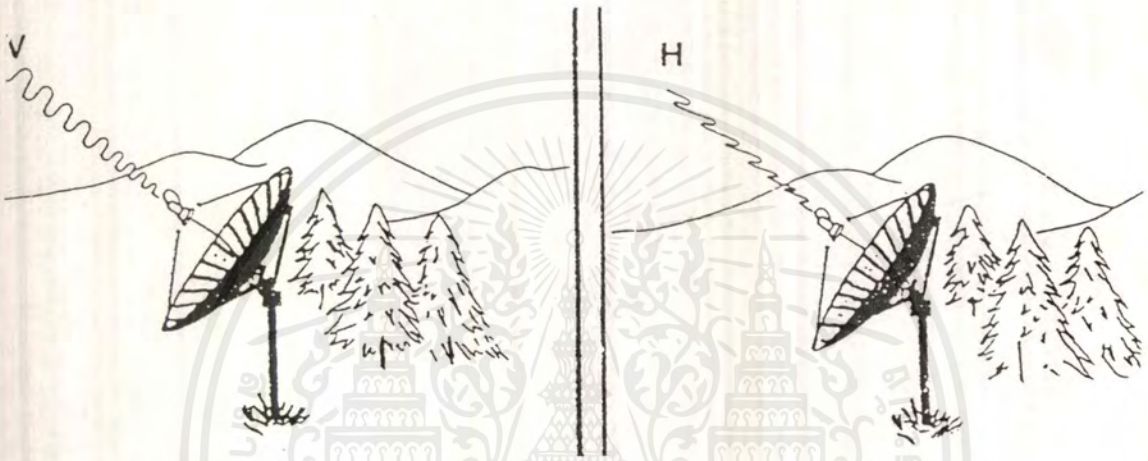
Model No. / Specifications	BFCHO61	BCHO25
Frequency Range	37 4.2 GHz	3.7 4.2 GHZ
Output Frequency Range	950 1450 MHz	950 1450 MHz
LO Frequency	5150 MHz 1.0 MHz (25 C)	5150 MHz (-40 C +60 C)
LO Frequency Stability	2.5 MHz (-40 C +60 C)	2.5 MHz (-40°C~+60°C)
Small Signal Gain	60 dB (Min.)	65 dB (Typ.)
Gain Flatness / Gain Slope	±1dBP-P / 36 MHz 6 dB P-P Over Operating Band	±1 dB P - P /36 MHz 6dB P-P Over Operating Band
Output Impedance	75 Ohm	75 Ohm
Output VSWR	2.5 : 1 (Max.)	2.5 : 1 (Max)
DC Supply	+ 15 v ~ +25 v / 200 mA	+15 V~ +25 V / 200 mA
Input Connector		GIPR - 229 G
Output Connector	Type F Female	Type F Female
Noise Figure	45°K (Max.)	35° K (Max.)
Image Rejection	-45 dB (Max.)	40 dB (Min)
Output Power Level (@ 1 dB Gain Compression Point)	0 dBm (Min.)	0 dBm
Spurious Output	-60 dBm (Max.)	-60 dBm (Max.)
LO Leakage (output)	-25 dBm (Max.)	-25 dBm (Max)
Dimension (mm)	ø 169.2 x 180.6	98.5X69.8X132
Weight	0.96 Kg	

รูปที่ 3.25 คุณสมบัติของ LNB

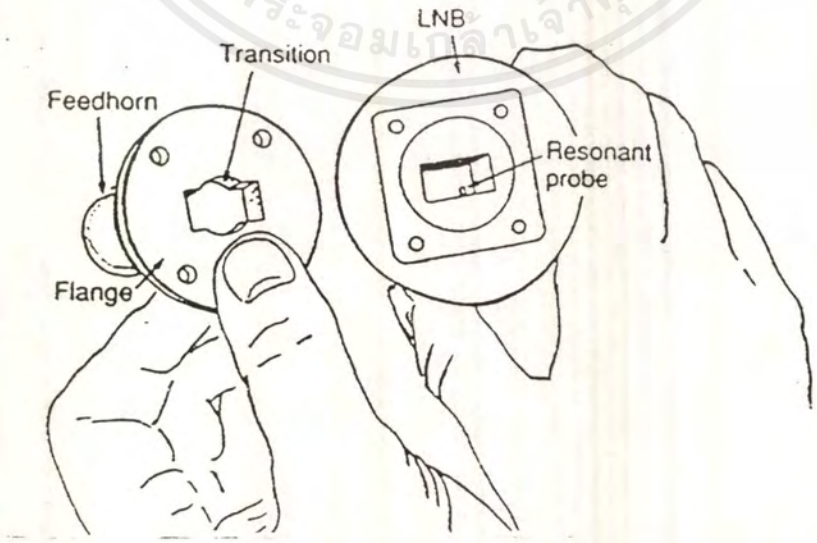
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณโพลาไรเซชั่น (POLARISATION)

สัญญาณคลื่นวิทยุจากดาวเทียม จะส่งขั้วคลื่นสัญญาณแบบ LINEAR คือ มีขั้วคลื่นแนวตั้ง (VERTICAL) หรือขั้วคลื่นแนวนอน(HORIZONTAL) และแบบ CIRCULAR สัญญาณขั้วคลื่นวงกลมดังนั้นจะต้องมีขั้วสายอากาศ (RESONANT PROBE) ที่ LNB หรือที่ FEED HORN มารับสัญญาณให้ตรงกันกับขั้วคลื่นสัญญาณ (POLARRISATION) ของดาวเทียมแต่ละดวง



รูปที่ 3.26 การรับสัญญาณจากดาวเทียมแนวแกนตั้งและแกนนอน



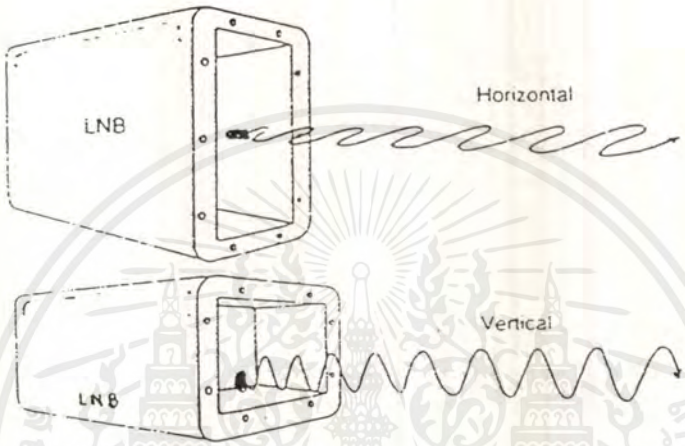
รูปที่ 3.27 ขั้วรับสัญญาณ RESONANT PROBE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

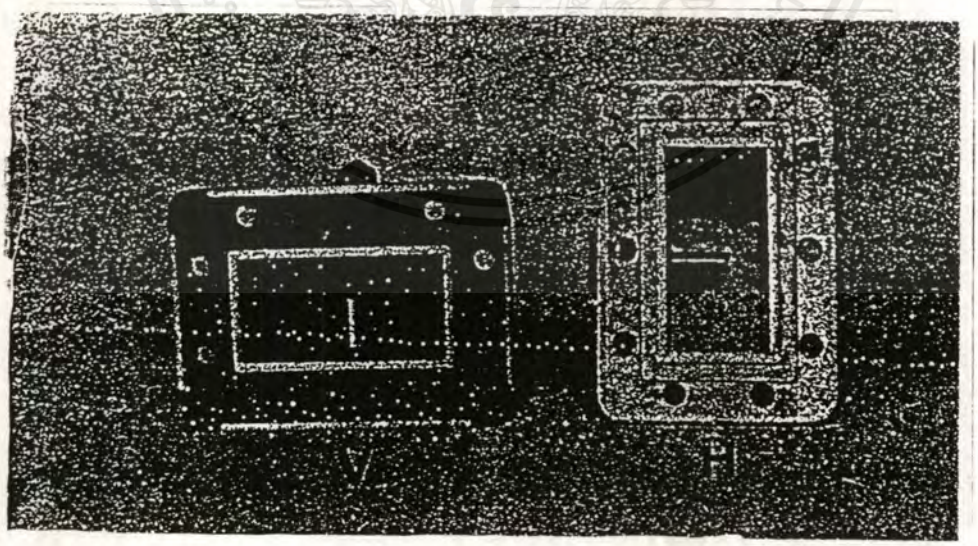
ขนิดขั้วคลื่นสัญญาณจากดาวเทียม

1. แบบ LINEAR POLARIZATION

มีแบบแนวแกนตั้ง (VERTICAL) และแบบแนวแกนนอน (HORIZONTAL) สำหรับประเทศไทยจะใช้ขั้วรับสัญญาณแบบแนวแกนตั้ง (V) รับสัญญาณ



รูปที่ 3.28 การรับสัญญาณจาก LNB ในแนวแกนตั้งและแกนนอน

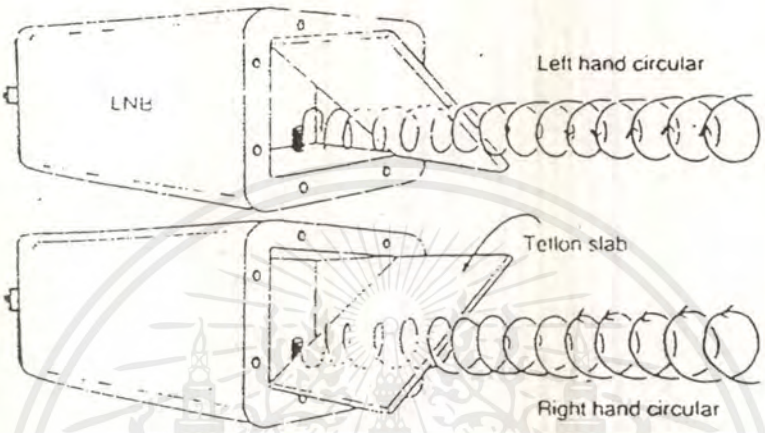


รูปที่ 3.29 LNB สามารถรับสัญญาณในแนวแกนตั้งหรือแนวแกนนอนก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณขั้วคลื่นวงกลม (CIRCULAR POLARIZATION)

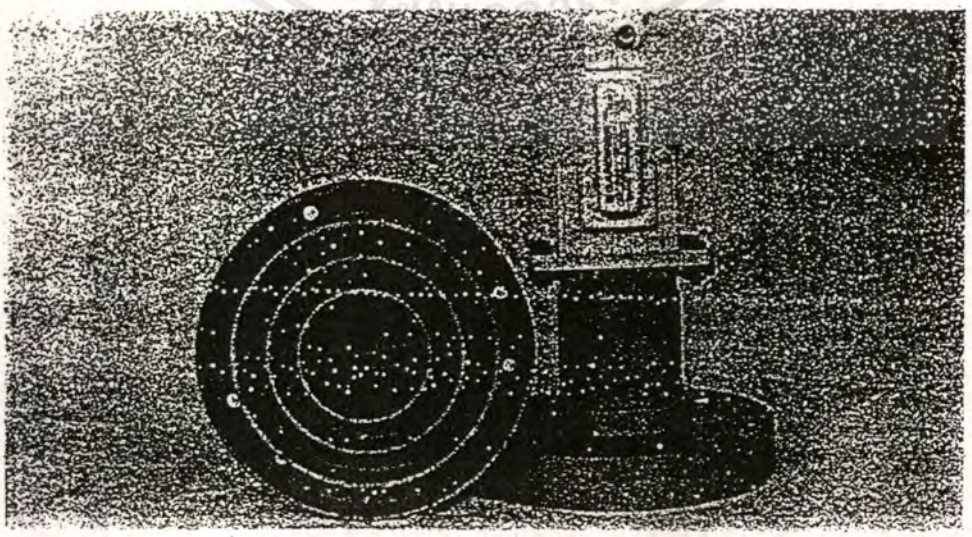
มีแบบคลื่นที่หมุนไปทางซ้ายและหมุนไปทางขวามือ ยังไม่เป็นที่นิยมใช้กันในบ้านเรา



รูปที่ 3.30 สัญญาณขั้วคลื่นแบบวงกลม

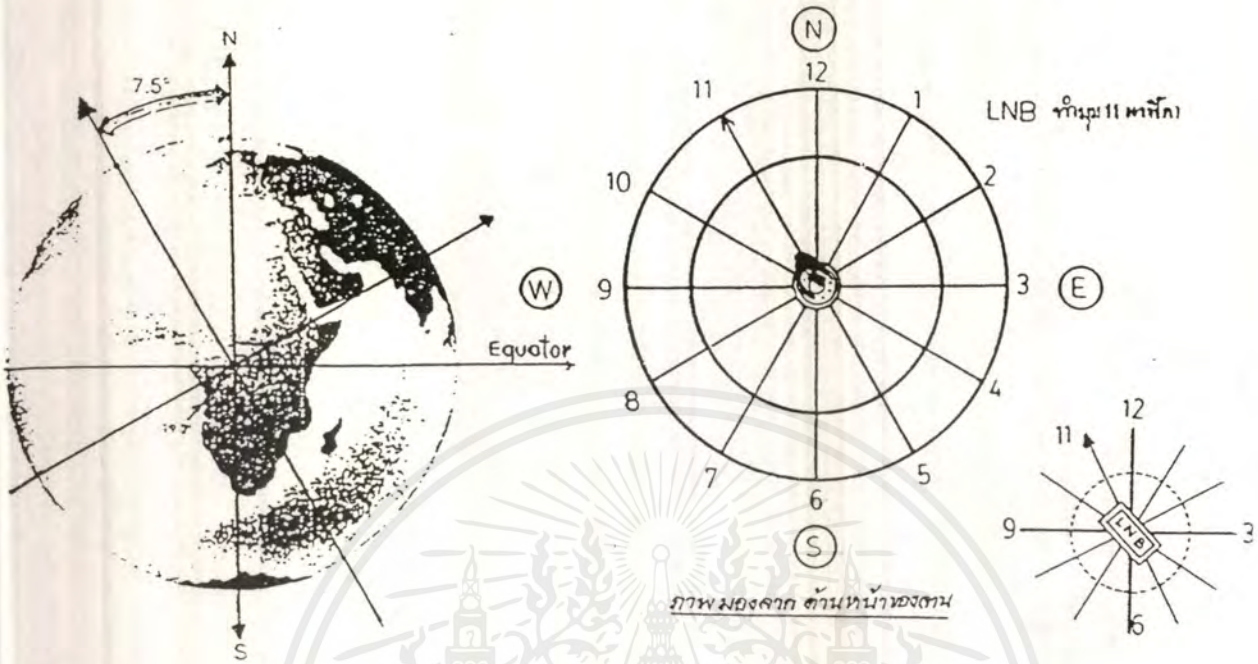
การใช้งาน LNB

การใช้งาน LNB โดยทั่วไปจะนำไปยึดติดกับ ฟีดฮอร์น ดูแล้วเหมือนเป็นชิ้นส่วนเดียวกัน สามารถปรับฟีดฮอร์นให้เลื่อนขึ้นลงได้ และสัญญาณทางออกของ LNB จะต่อด้วยขั้วต่อ F-type

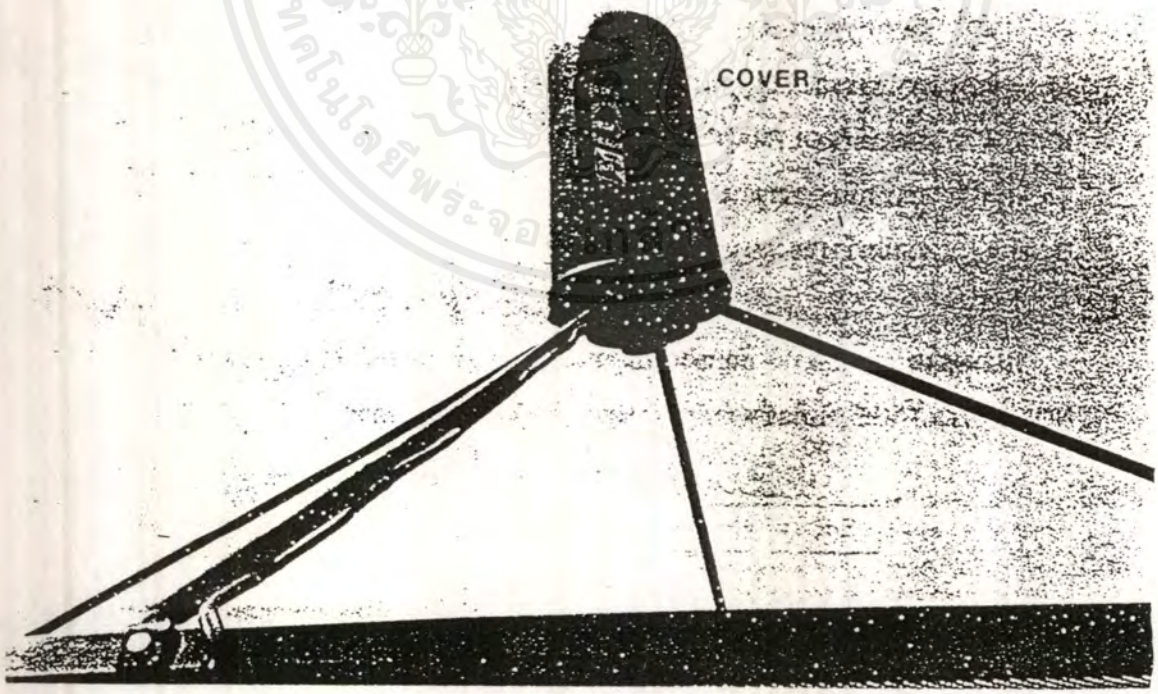


รูปที่ 3.31 การใช้งานจะยึด LNB เข้ากับ FEED HORN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.32 การติดตั้ง LNB ทาง VER ให้เอียงประมาณ 11 นาฬิกา กับหน้าจาน



รูปที่ 3.33 ฝาครอบป้องกัน LNB เสียหาย เนื่องจากแดดและฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้งาน LNB

ควรเลือกการใช้งานว่าดาวเทียมส่งย่านความถี่ใด C-BAND หรือ Ku-BAND โดย LNB จะบอกคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1.จะบอกอัตราขยาย (GAIN) มีหน่วยเป็นเดซิเบล เกนการขยายสูงสุดจะอยู่ในช่วงความถี่กลางโดยทั่วไปจะมีค่า 65 dB. และ LNB แต่ละตัวรุ่นเดียวกัน บริษัทเดียวกัน จะมี GAIN ไม่เท่ากันทุกตัวแต่จะใกล้เคียงกัน ดังนั้นการซื้อแต่ละครั้งควรเลือก GAIN ให้มีค่ามาก ๆ

2.จะบอกค่าสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิ (NOISE TEMPERATURE) มีค่าของ NOISE FIGURE แสดงการสูญเสียทางอุณหภูมิต่อสัญญาณรบกวนที่ความถี่ต่าง ๆกัน มีหน่วยเป็น K (องศาเคลวิน) หรือระดับการรบกวนDEGREE ค่า K ยังเป็นตัวบอกมาตรฐานเปรียบเทียบคุณภาพของ LNB โดย NOISE FIGURE มีค่า K ยิ่งต่ำยิ่งดี จะทำให้การรับสัญญาณสูงขึ้น จานจะมีขนาดเล็กลง ปัจจุบันนิยมใช้ค่า 25-35 K ในการใช้งาน

NOISE TEMPERATURE คือ ค่าเพาเวอร์ของสัญญาณรบกวนที่ขั้วขาออกที่อุณหภูมิ To จะได้

$$No = G*Ni = G\ K\ ToB \quad W\text{-----}***$$

โดย No = เพาเวอร์ของสัญญาณรบกวนที่ขั้วขาออก

G = อัตราการขยายจาก (So/Si)

Ni = เพาเวอร์ของสัญญาณรบกวนที่ขั้วขาเข้า

K = ค่าคงที่ (BOLTMAN'S) $1.38*10^{-23}$ J/°K

To = อุณหภูมิมาตรฐาน 290 °K

B = ความกว้างของแบนด์ หน่วยเป็น Hz

THERMAL NOISE สัญญาณรบกวนที่เกิดจากความร้อนที่อิเล็กตรอนวิ่งชนกัน การหาค่า NOISE VOLTAGE ที่เกิดขึ้นจากตัวต้านทาน (R) ได้จากสมการ

$$En^2 = 4K\ T\ B\ R \quad \text{-------}***$$

โดย En = นอยส์โวลท์เตจ

T = อุณหภูมิขณะวัด °K

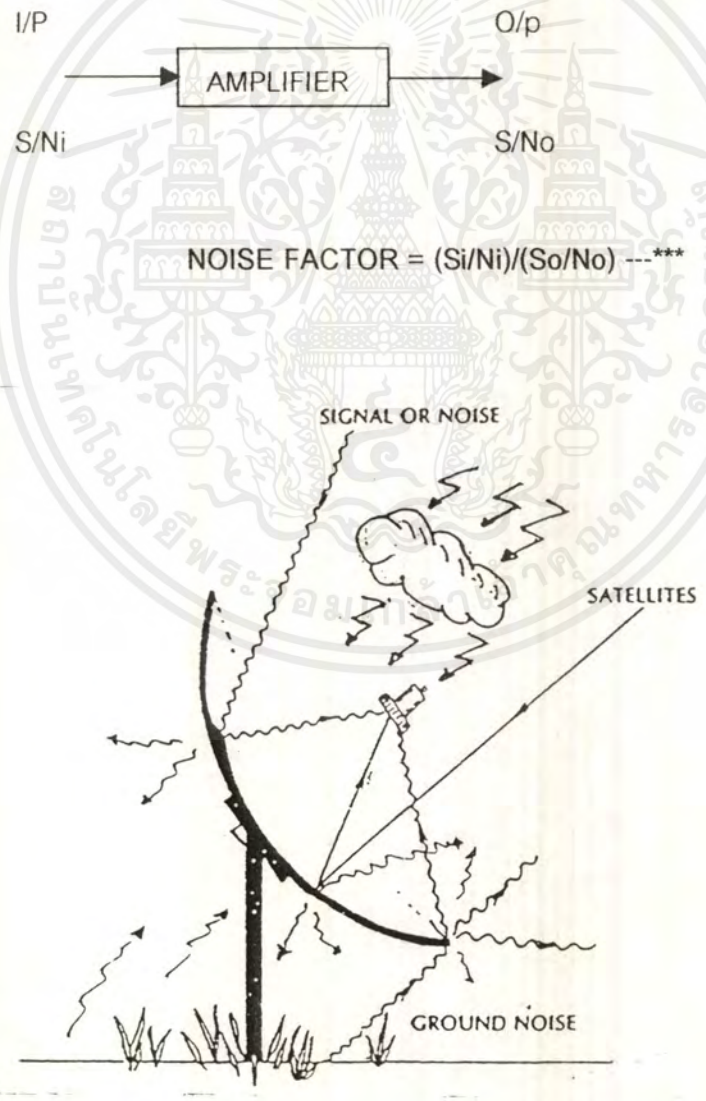
B = ความกว้างของแบนด์ หน่วยเป็น Hz

R = ตัวต้านทาน หน่วยเป็นโอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOISE FIGURE คือ อัตราส่วนระหว่างสัญญาณที่ต้องการ (SIGNAL) ต่อสัญญาณรบกวนซึ่งในการรับสัญญาณที่มีความเข้มของสนามไฟฟ้าต่ำ ๆ NOISE จะเกิดขึ้นที่ขั้วทางเข้าของวงจร และ NOISE จะเกิดจากวงจรขยายถูกขยาย นอยส์ที่เกิดขึ้นในวงจรจะเกิดจากเทอร์มอลนอยส์ ถ้าในระบบมีการรับสัญญาณ (SIGNAL INPUT : Si) แล้วมีการขยายสัญญาณนั้นออกไป (SIGNAL OUTPUT : So) แต่ในขณะเดียวกันก็รับสิ่งรบกวน (NOISE INPUT : Ni) เข้าไปในระบบแล้วขยายออกมาด้วย (NOISE OUTPUT : So) จะได้เป็นสมการ

NOISE FIGURE (FdB) = 10 log[(Si/Ni)/(So/No)] ---------- dB



รูปที่ 3.34 สิ่งรบกวนในการรับสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

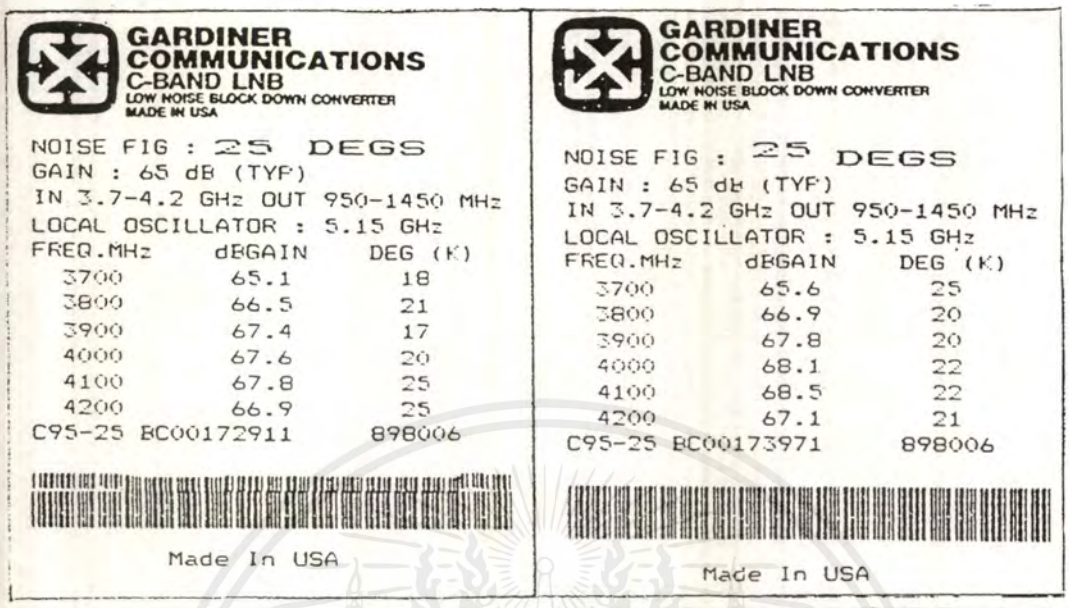
Noise temperature (k)	Noise Figure (dB)
60	0.819
65	0.881
70	0.942
75	1.002
80	1.061
85	1.120
90	1.177
95	1.234
100	1.291
110	1.401
120	1.508

รูปที่ 3.35 การเปรียบเทียบ NOISE TEMPERATURE กับ NOISE FIGURE

การเปรียบเทียบคุณสมบัติ LNB แต่ละตัว

จากสเป็คของ LNB รุ่นเดียวกันย่านความถี่เดียวกัน ค่าอัตราการขยายจะไม่เท่ากัน และค่า NOISE FIGURE จะไม่มีความสัมพันธ์กับความถี่ และ GAIN การขยาย ขึ้นอยู่กับการผลิตแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของLNB

การออกแบบท่อนำสัญญาณ (WAVEGUIDE)

เนื่องด้วยสัญญาณดาวเทียมมีความถี่สูงมากย่านความถี่ไมโครเวฟไม่สามารถใช้สายสัญญาณธรรมดาส่งผ่านสัญญาณความถี่สูงได้ จึงต้องใช้ท่อนำสัญญาณ (WAVEGUIDE) สะท้อนคลื่นความถี่ไปยังวงจร แล้วลดความถี่ให้ต่ำลง (DOWN CONVERTER) จึงจะสามารถส่งผ่านสายสัญญาณได้

ในการออกแบบท่อนำสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะต้องคำนึงถึง พื้นที่หน้าตัดในการรับสัญญาณ โดยคิดจาก ความกว้าง A = $\lambda/2$ และความสูง B = A/2 ในการสะท้อนของคลื่นให้เหมาะสม มิฉะนั้นจะไม่สามารถส่งผ่านสัญญาณความถี่สูงไปได้

ตัวอย่าง ออกแบบท่อ WAVEGUIDE ความถี่ CUT-OFF = 7.87 GHz หาค่าความกว้าง A และความสูง B ตามมาตรฐานของ AMERICAN WR75

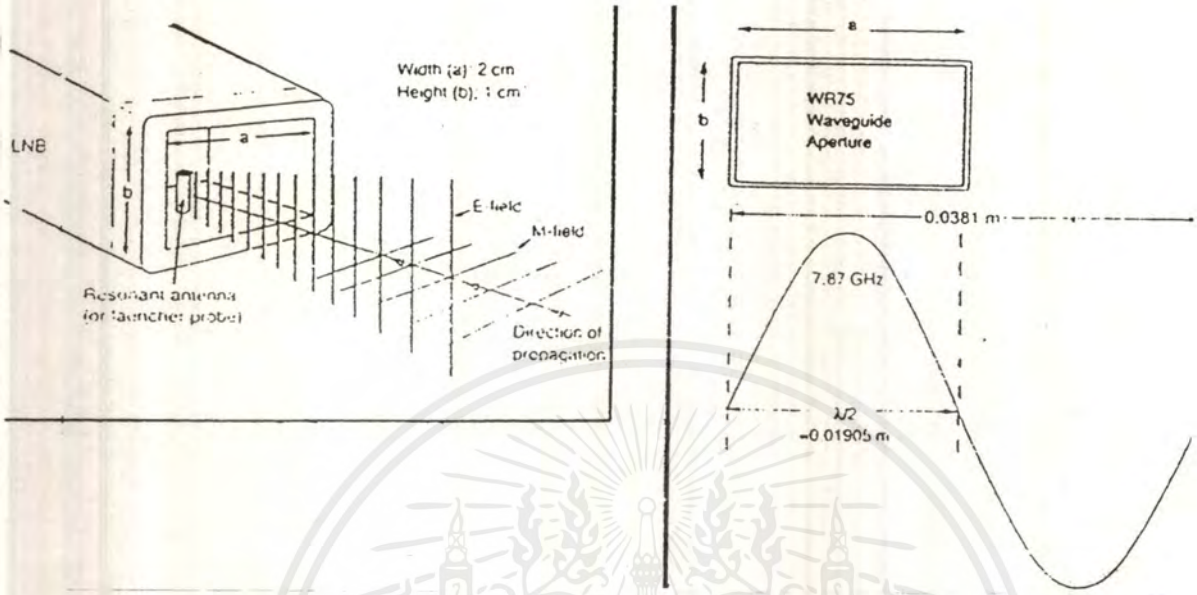
จะได้ความยาวคลื่น = V/F

= (3*108/7.87*109) = 0.0381 m.

ความถี่ CUT-OFF A = 1.905 cm. B = 0.953 cm. --***

ความถี่ใช้งาน จะอยู่ในช่วง 10-15 GHz ย่านความถี่ Ku-band

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.37 การคำนวณพื้นที่หน้าตัด WAVEGUIDE

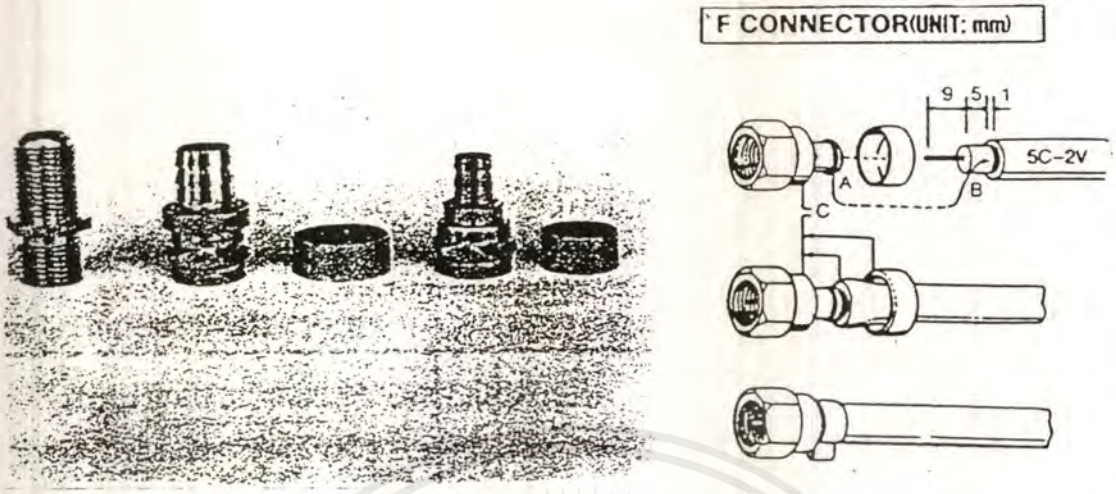
ตัวอย่าง ต้องการออกแบบพื้นที่หน้าตัด WAVEGUIDE ตามมาตรฐาน AMERICAN 229 ย่านความถี่ C-BAND ระหว่าง 3.3-4.9 GHz ที่แลมด้าส่วนสอง ความถี่ CUT-OFF 2.577 GHz *จะได้ความกว้าง A = 5.817 cm. ความสูง B = 2.908 cm. ในการใช้งาน ----------*

3.5 ขั้วต่อและสายนำสัญญาณ

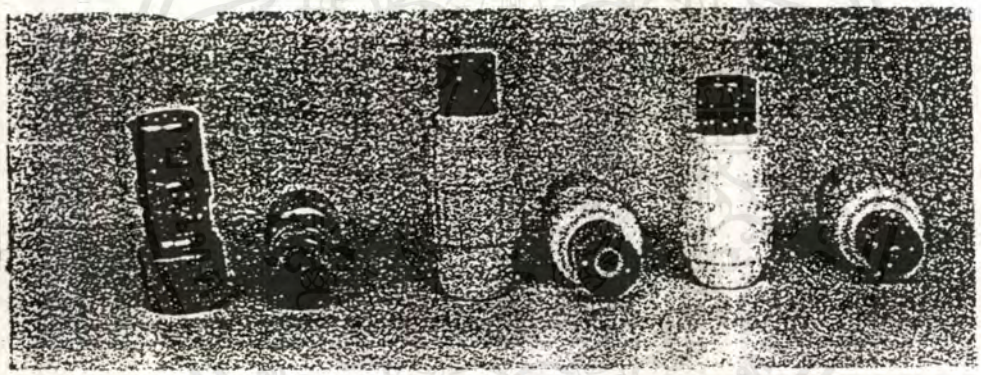
ขั้วต่อ (CONNECTOR)

เนื่องจากคลื่นความถี่ในระบบการรับสัญญาณดาวเทียมย่าน UHF ความถี่สูงมีการสูญเสียง่าย ขั้วต่อและสายนำสัญญาณจึงต้องใช้อย่างดีกว่าเครื่องรับโทรทัศน์ปกติ ปัจจุบันจะนิยมใช้ขั้วต่อสัญญาณดาวเทียมแบบ F-TYPE CONNECTOR เนื่องจากมีเกลียวภายในล็อคจุดต่อ ทำให้ขั้วต่อแน่น มีความแข็งแรงทนทาน และการใช้ง่ายไม่ต้องบัดกรี ส่วนใหญ่จะนิยมต่อใช้งานในช่วงความถี่สูง เช่น จากจุดออกของ LNB มายังทางเข้าของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม หรือต่อเข้ากับจุดต่อของBOOSTER ความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 โครงสร้าง F-TYPE และการต่อใช้งาน



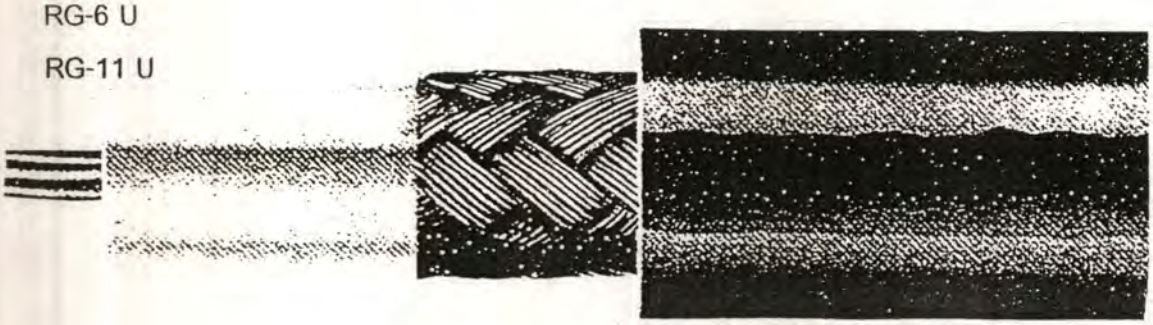
รูปที่ 3.39 ขั้วต่อสายอากาศโทรทัศน์แบบธรรมดา

สายนำสัญญาณ (CABLE FINDER)

RG-59 U

RG-6 U

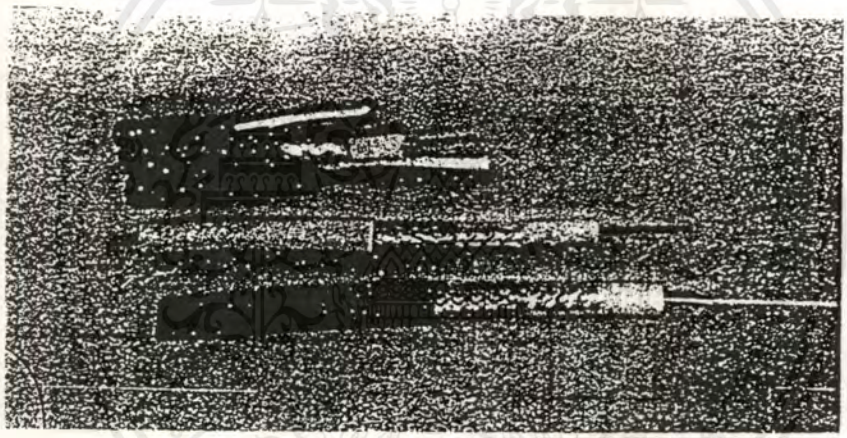
RG-11 U



รูปที่ 3.40 สายนำสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายนำสัญญาณที่ใช้ในการติดตั้งการรับสัญญาณดาวเทียม จะแตกต่างจากสาย COAXIALธรรมดา 75 โอห์ม สีขาวที่ใช้ในการรับสัญญาณจากสายอากาศทีวีโดยสายนำสัญญาณดาวเทียมนี้ จะส่งผ่านความถี่สูงมาก ย่านไมโครเวฟ ทำให้มีการสูญเสียง่ายจึงต้องมีการ SHIELD อย่างดีโดยทั่วไปจะเป็นแบบ DOUBLE SHIELD 75 โอห์ม LOW LOSS (FOAM) มีทั้งแบบเดินภายนอก และภายในอาคาร การเลือกซื้อควรดูที่สเป็คของสายว่า ใช้ความถี่เท่าใด มีการลดทอนสูญเสียสัญญาณกี่ dB. สายชีลด์ถักมีมากหรือเปล่า ทำด้วยเงินหรือทองแดง มีอลูมิเนียมฟร์อยชีลด์ด้วยหรือไม่ และฉนวนที่กั้นระหว่างสายนำสัญญาณด้านใน กับสายชีลด์ทำด้วยอะไร ควรให้มีรูอากาศระบายในฉนวน ฉนวนแบบโฟมจะดีกว่าแบบพลาสติก PE ระยะแรก ใช้ไปนาน ๆ จะไม่ค่อยดี



รูปที่ 3.41 สายนำสัญญาณที่นิยมใช้งาน อิมพิแดนซ์ 75 โอห์ม

สายที่ใช้ได้แก่สาย 5C, RG-11, RG-59 และสาย RG-6, RG-6/U สีดำ จะเป็นสายที่นิยมใช้กันมากที่สุดจะใช้ CODE EX-50, EX-51 ซึ่ง EX-50 จะมีสายชีลด์มากดีกว่า EX-51 ราคาสายประมาณเมตรละ 15 บาท สำหรับการเดินสายนำสัญญาณจาก LNB มายังเครื่องรับไม่ควรยาวเกินกว่า 30 เมตร หากสายมีระยะทางยาวมากที่ปลายสายจะรับสัญญาณความถี่สูงไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Frequency (MHz)	Cable Type RG-59	RG-6	RG-7	RG-11
5	0.52	0.42	0.33	0.26
55	1.76	1.40	1.11	0.89
83	2.16	1.73	1.37	1.11
187	3.28	2.62	2.08	1.69
211	3.49	2.79	2.22	1.80
250	3.81	3.05	2.42	1.97
300	4.18	3.35	2.67	2.18
350	4.53	3.64	2.89	2.36
400	4.86	3.90	3.10	2.54
450	5.17	4.15	3.31	2.71
500	5.46	4.39	3.50	2.87
550	5.74	4.61	3.68	3.02
600	6.01	4.83	3.86	3.17
650	6.26	5.04	4.03	3.31
700	6.51	5.25	4.19	3.45
750	6.75	5.44	4.35	3.58
800	6.99	5.63	4.50	3.71
850	7.22	5.82	4.66	3.84
900	7.44	6.00	4.80	3.96
950	7.65	6.18	4.95	4.08
1000	7.87	6.35	5.09	4.20
1450	9.59	7.77	6.25	5.18

รูปที่ 3.42 การลดทอนสัญญาณของสายต่อ 100 ฟุต ที่ความถี่ต่าง ๆ

Cable Type	Model	Shield Type	Attenuation (dB/100ff) 400MHz	900MHz
RG-6	8228	Foil & Wire	4.5	6.9
RG-6	9248	Foil & Copper Braid	4.5	6.9
RG-11	9230	Foil & Wire	3.2	5.2
RG-11	9292	Foil & Copper Braid	3.2	5.2
RG-59	8241	95% Copper	7.1	10.9
RG-59	9275	Foil & Wire	5.4	8.4

รูปที่ 3.43 การสูญเสียของสายชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coaxial Cables for CATV/MATV/SMATV Systems

MCL MATV & BROADCAST CABLES
FOAM VERSION (75 Ω)

Part No.	Type	Conductor No./mm.	Conductor MTRL.	Dia of Ins. mm.	Ins. MTRL.	Braid Shield	Nom O.D. mm.	Jacket MTRL.
9518	RG-6/U	1/0.94	BC	4.57	CPE	AL-T	6.86	PVC
9951	RG-11/U	1/1.63	BC	7.24	CPE	C	10.29	PE
9952	RG-59/U	1/0.82	CCW	3.71	CPE	C	6.15	PVC

Part No.	Nom Imp Ohms	Nom V.P. %	Nom Cap pF/m	Nominal Attenuation dB/100 m 5MHz	10MHz	50MHz	100MHz	200MHz
9518	75	78	54.8	4.9	6.9	10.2	14.4	22.6
9951	75	78	54.8	3.3	4.9	7.2	12.1	17.1
9952	75	78	54.7	5.9	8.5	12.5	21.0	27.4

Rated temperature : 60 C , 30 V
: 80 C , 30 V
Passes flame - retardant test : VW - 1

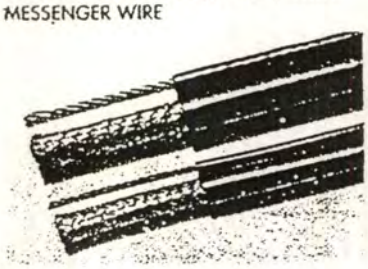
MCL SPECIAL 75 Ω COAXIAL CABLES
UL 1354 ฟ1

Part No.	Type	Conductor No./mm.	Conductor MTRL.	Dia of Ins. mm.	Ins. MTRL.	Braid Shield	Nom O.D. mm.	Jacket MTRL.
9826	RG-11/U	7/0.404	TC	7.24	PE	T	10.3	PVC
9827	RG-11A/U	7/0.404	TC	7.24	PE	T	10.3	NC-PVC

Part No.	Nom Imp Ohms	Nom V.P. %	Nom Cap pF/m	Nominal Attenuation dB/100 m 5MHz	10MHz	50MHz	100MHz	200MHz	400MHz
9826	75	67	67	4.0	20	36	72	110	460
9827	75	67	67	4.0	20	36	72	110	460

Rated temperature : 60 C , 30 V
: 80 C , 30 V
Passes flame - retardant test : UL VW - 1
UL File No. : E126305

MCL COAXIAL CABLE 75 Ω WITH
MESSENGER WIRE



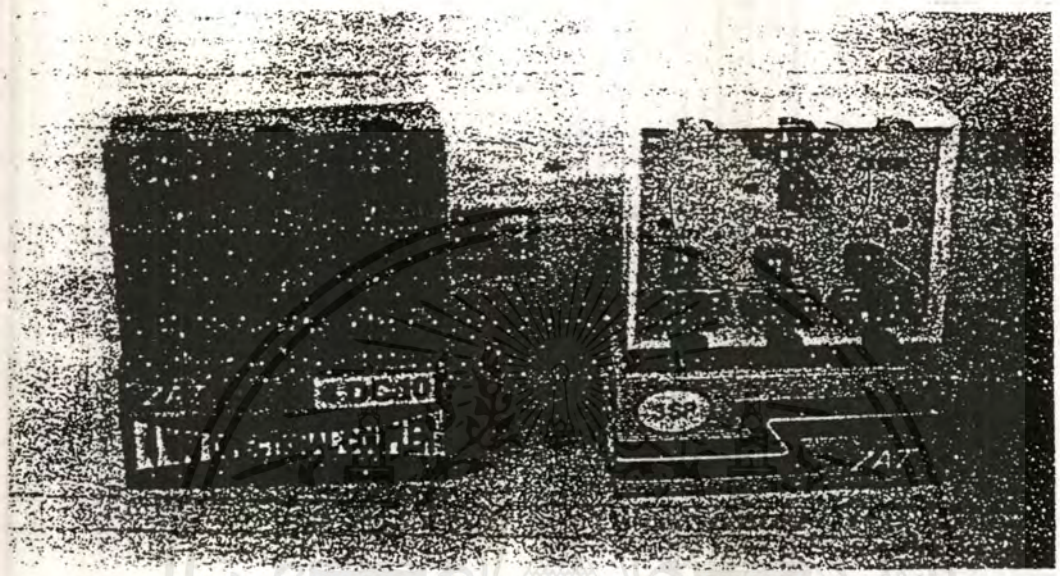
MCL Part No.	Type	Conductor No./mm.	Conductor MTRL.	Dia of Ins. mm.	Ins. MTRL.	Braid Shield	Nom O.D. mm.	Jacket MTRL.
[illegible]	[illegible]	0.80	BC	4.9	PE	C	7.3	PVC
[illegible]	[illegible]	1.30	BC	7.3	PE	C	10.3	PVC
[illegible]	[illegible]	1.50	BC	9.7	PE	C	13.3	PVC

MCL Part No.	Nom Imp ohms	Nom V.P. %	Nom Cap pF/m	Nominal Attenuation dB/100 m 5MHz	10MHz	50MHz	200MHz
[illegible]	75	67	67	0.76	2.5	4.7	12.5
[illegible]	75	67	67	0.49	1.7	3.2	8.9
[illegible]	75	67	67	0.36	1.3	2.2	6.1

รูปที่ 3.44 คุณสมบัติของสายนำสัญญาณชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ตลับแยกสัญญาณ (SPLITTER)



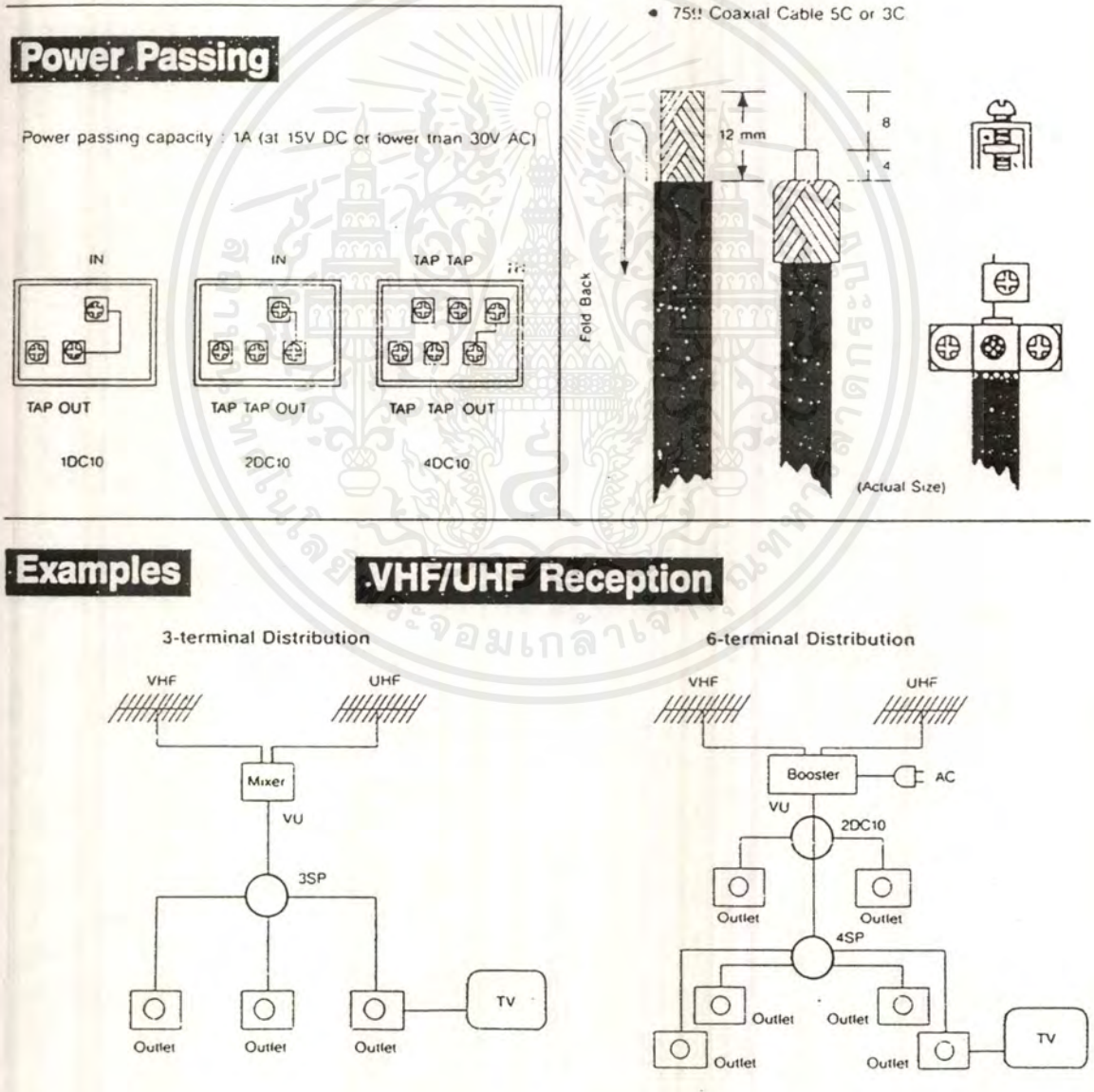
รูปที่ 3.45 ตลับแยกสัญญาณแบบมีต่อตรงและแบบแยก 3 ทาง

การที่เราต้องการแยกสัญญาณไปหลาย ๆ จุดด้วยการพ่วงหรือขนานจุดต่อกันตรง ๆ จะทำให้เกิดการแบ่งสัญญาณ สัญญาณที่ได้จะมีการสูญเสียมาก ดังนั้นตลับแยกสัญญาณจะเป็นตัวช่วยลดการสูญเสียของสัญญาณด้วยการ แมชชิ่ง ฟิลเตอร์ ให้เอาท์พุท อิมพิแดนซ์ที่แยกออกไปยังทีวีแต่ละเครื่องมี อิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม การที่แยกสัญญาณ(TAP) ออกไปมากจุดเกนของสัญญาณทีวี ก็จะตกมากตามไปด้วย แต่ก็ยังประหยัดดีกว่าต้องไปซื้อ สายอากาศเฉพาะเครื่องใดเครื่องหนึ่ง ตลับแยกสายยังมีแบบใช้ภายในและภายนอกอาคาร ภายนอกอาคารต่อด้วยขั้วต่อ F-TYPE เป็นตัวถังแบบเหล็กปิดอุปกรณ์สนิทกันฝนเข้า ราคาจะแพงกว่าที่ใช้ภายในบ้าน และการเลือกใช้ตลับแยกสายควรคำนึงถึงย่านความถี่ในการใช้งานด้วย

การใช้ตลับแยกสัญญาณ เพื่อส่งต่อสัญญาณไปยังทีวีหลาย ๆ เครื่อง ควรเข้าใจคุณสมบัติและการใช้งานก่อน เช่น 2SP หมายถึง 2WAY SPLITTER สัญญาณทีวีเข้า 1 ออก 2 ทางสูญเสียประมาณ 4 dB. ตัวเลขนำหน้า SP จะเป็นตัวบ่งบอกว่าแยกออกกี่ทาง (WAY) ถ้า 4 SP ก็แยก 4 ทาง ยิ่งแยกเข้าทีวีหลาย ๆ จุดสัญญาณย่านความถี่ในการใช้งานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในระบบที่ต้องการแยกจุดจำนวนมาก ๆ เช่น ในระบบ MATV และ CATV จะใช้ตัวแยกสัญญาณ แบบมีต่อสัญญาณตรง (DIRECTIONAL COUPLERS) เข้าช่วยซึ่งจุดต่อตรงเรียกว่าPOWER PASS หรือTAP OUT จะมีการสูญเสียน้อยมาก กว่าทางแยกปกติ เช่น 4DD 10 หมายถึง 4WAY DIRECTIONAL COUPLER แยกออกไปทีวี 4 ทาง สูญเสียจุดละประมาณ 12 dB. มีจุดต่อแยกทางตรง 1 ทาง สูญเสียประมาณ 4 dB. ความถี่การสูญเสียทางย่าน UHF จะมีค่ามากกว่าย่าน VHF หากสัญญาณที่ได้จากตลับแยกสายมีเกนต่ำกว่า 60 dB. จะทำให้ภาพไม่คมชัด จำเป็นต้องใช้เครื่องขยายสัญญาณความถี่สูง(BOOSTER) เข้าช่วย



รูปที่ 3.46 การใช้งานการต่อตลับแยกสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Frequency Range 40 – 860 MHz	
Splitters	
2-way	2SP
3-way	3SP
4-way	4SP

Directional Couplers	
1-way	1DC10
2-way	2DC10
4-way	4DC10

2-way Splitter
2 SP

4-way Directional Coupler
4 DC 10

Specifications

INDOOR SPLITTERS

Type	Model	Impedance (Ω)		Max. Splitting Loss (dB)		Isolation Out-to-Out (dB)		VSWR		Dimensions (mm) H×W×D	Symbol
		IN	OUT	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF		
2-way	2SP	75		3.4	4.3	20 – 40	18 – 35	1.1 – 1.4	1.2 – 1.6	60×85×30	
3-way	3SP			4.8	6.1						
4-way	4SP			6.4	7.5						

INDOOR DIRECTIONAL COUPLERS

Power passing between IN and OUT terminals

Maximum Power Passing Current: 1A (at 15V DC or lower than 30V AC)

Type	Model	Impedance (Ω)			Max Insertion Loss (dB)		Max. Tap Value (dB)		Isolation Tap-to-Out (dB)		Isolation Tap-to-Tap (dB)		VSWR		Dimensions (mm) H×W×D	Symbol
		IN	OUT	TAP	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF		
1-way	1DC10	75			0.8	1.5	10	11	30 - 40	25 - 35	20 - 35	20 - 35	1.1 - 1.4	1.2 - 1.6	60×85×30	
2-way	2DC10				1.5	2.5	11	12								
4-way	4DC10				3.5	4.5	11	12								

รูปที่ 3.47 คุณสมบัติและการใช้งานตลับแยกสายแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1DC10 ZAT	กล่องแยกสัญญาณ 1 ชุด	RECEIVER DRAKE 4-4	DRAKE 4-4 UHF	เปลี่ยนสัญญาณจากที่ 81 ช่
2DC10 ZAT	กล่องแยกสัญญาณ 2 ชุด	COMBINER ZAT	COMBINER ZAT	รวมสัญญาณ UHF & UHF
2SP ZAT	กล่องแยกสัญญาณ 2 ชุด ชุดหัว 10 แบบ	BOOSTER ZAT	U & V BOOSTER ZAT No WA 60/321 N	ขยายสัญญาณจากชุด เป็น
3SP ZAT	กล่องแยกสัญญาณ 3 ชุด ชุดหัว 10 แบบ	UHF ANT DISH POLY ZAT	ANT DISH POLY ZAT	รับสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเ
4SP ZAT	กล่องแยกสัญญาณ 4 ชุด ชุดหัว 10 แบบ		ANTENA	สายอากาศรับสัญญาณโทรท
2SP CS ZAT	กล่องแยกสัญญาณ 2 ชุด ใช้สำหรับย่านความถี่ สูง UHF	POLY TOWER	POLY TOWER ANTENA	เสาสำหรับติดตั้งสายอากาศ เพื่อ
4SP CS ZAT	กล่องแยกสัญญาณ 4 ชุด ใช้สำหรับย่านความถี่ สูง UHF	POLY TECHNIC	POLY ANT DISH, TOWER and H.N.	สัญลักษณ์ที่แสดง อุปกร
6SP CS ZAT	กล่องแยกสัญญาณ 6 ชุด ใช้สำหรับย่านความถี่ สูง UHF	MAIN A-1 → TO HN TO MAIN A-1 ← HN	MAIN A-1 to HN	สายนำสัญญาณ จากชุด H

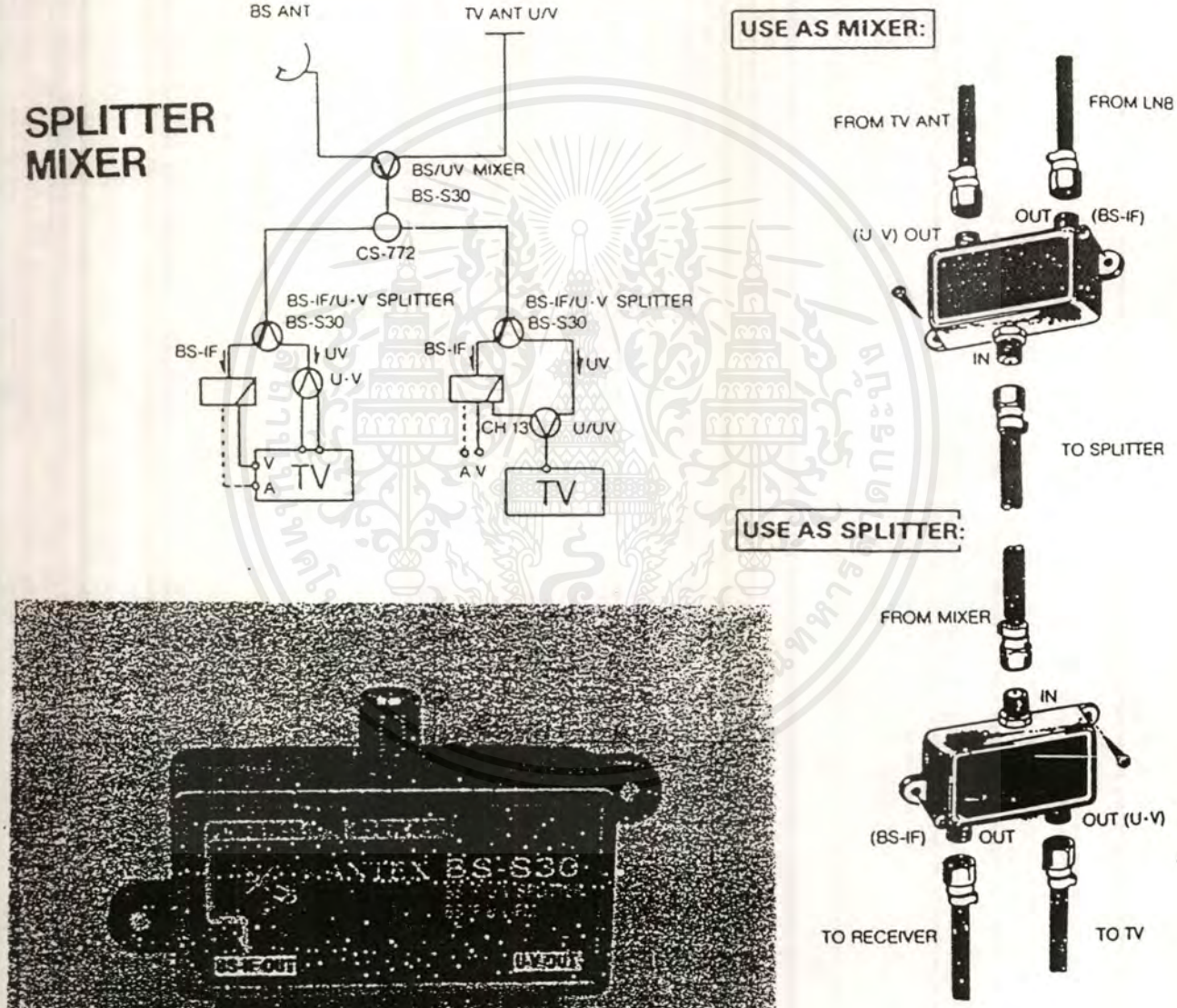
รูปที่ 3.48 สัญญลักษณ์ประกอบผังสัญญาณ

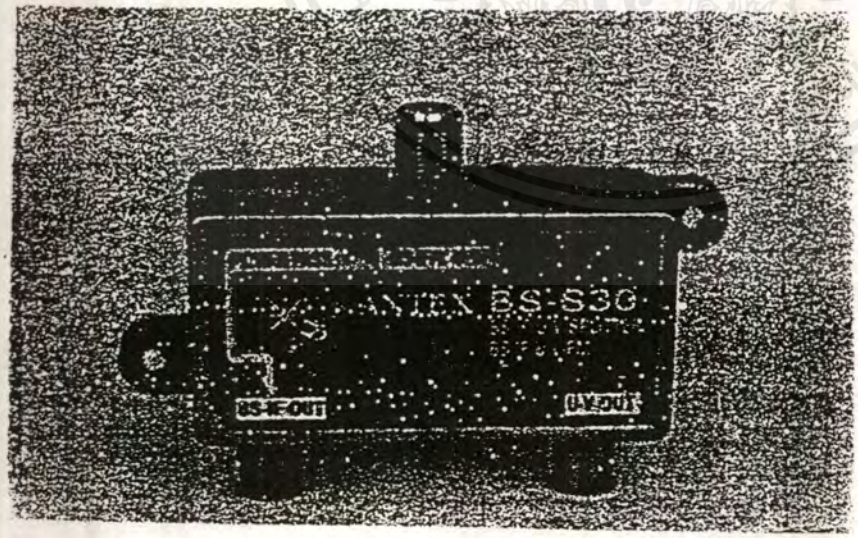
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆SPECIFICATIONS: VHF (FM·····88~108MHz, TV·····55~222MHz) UHF (470~890MHz) BS-IF (950~1750MHz)

MODEL	IMPEDENCE (Ω)		V.S.W.R			I.L. (dB)			ISOLATION (dB)		
			VHF	UHF	BS-IF	VHF	UHF	BS-IF	VHF	UHF	BS-IF
BS-S30	75	75	1.5	1.5	1.5	0.5	0.5	0.8	25	25	25

◆EXAMPLES:





รูปที่ 3.49 คุณสมบัติและการใช้งาน SPILTTER MIXER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VHF & UHF BOOSTER

Euroean Standard Ch 2-12 & Ch 21-57

ZW48

UHF BOOSTER

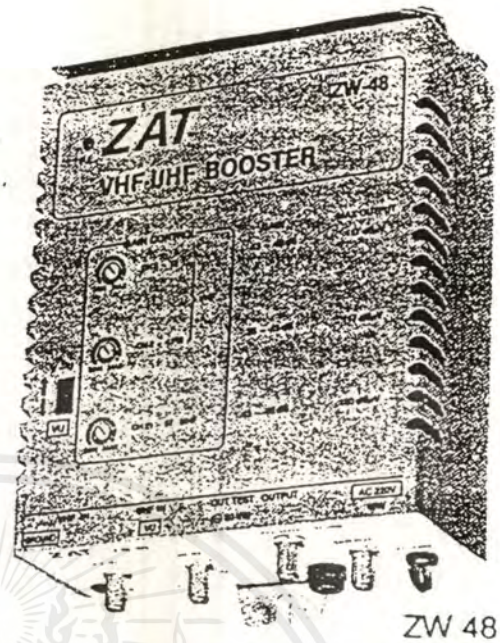
European Stadard Ch 21-57

ZU48

VHF BOOSTER

European Standard Ch 2-12

ZV48



ZW 48

Specifications

Items	ZW 48			ZU 48		ZV 48		
	VHF		UHF	VHF	UHF	VHF		UHF
	Low	High				Low	High	
Reception Channels (Frequency Range)	Ch 2~4·FM (47~108 MHz)	Ch 5~12 (174~230 MHz)	Ch 21~57 (470~766 MHz)	Ch 2~12 (47~230 MHz)	Ch 21~57 (470~766 MHz)	Ch 2~4·FM (47~108 MHz)	Ch 5~12 (174~230 MHz)	Ch 21~57 (470~766 MHz)
Gain	38~43dB	43~48 dB	43~48 dB		43~48 dB	38~43 dB	43~48 dB	
Gain Control Range	⊖ 20 dB	⊖ 20 dB	⊖ 15 dB		⊖ 15 dB	⊖ 20 dB	⊖ 20 dB	
Operating Input Level	46 ~ 90 dB μV		46 ~ 90 dB μV	—	46 ~ 90 dB μV	46 ~ 90 dB μV		—
Maximum Output Level	117 dB μV	117 dB μV	120 dB μV		120dB μV	117 dB μV	117 dB μV	
Noise Figure	4 ~ 8 dB				4 ~ 8 dB	4 ~ 8 dB		
Insertion Loss	—		—	0.5~1.5 dB	—		—	1~2 dB
Hum Modulation	Less than ⊖ 50 dB				Less than ⊖ 50 dB	Less than ⊖ 50 dB		
Cross Modulation	Less than ⊖ 46 dB		Less than ⊖ 46 dB		Less than ⊖ 46 dB	Less than ⊖ 46 dB		
VSWR	1.1~2.5			1.1~2.5		1.1~2.5		
Input Impedance	75 Ω		75 Ω	75 Ω	75 Ω	75 Ω		75 Ω
Output Impedance	75 Ω			75 Ω		75 Ω		
Output Test Point	⊖ 20 dB			⊖ 20 dB		⊖ 20 dB		
Power Requirements	16 W			9 W		9 W		
Dimensions	210 (H) x 170 (W) x 70 (D) mm							
Weight	2.3 kg			1.9 kg		1.9 kg		
Symbol				—▷—				

รูปที่ 3.50 คุณสมบัติการใช้งานของ BOOSTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Receiver)

ทำหน้าที่รับสัญญาณเข้ามาแล้วเปลี่ยนความถี่ IF. 950-1,450 MHz ให้เป็นความถี่ของ VIDEO และ AUDIO ด้วยการควบคุมการเลือกช่องที่ภาคออสซิลเลเตอร์ สัญญาณภาพและเสียงที่ถูกดีเทคเตอร์ออกมาจะนำไปขยายส่งเข้าจุดต่อเอาท์พุท อีกส่วนหนึ่งเข้าภาค RF. CONVERTER แปลงสัญญาณภาพและเสียง ให้กลับเป็นคลื่นวิทยุ RF. ความถี่ช่องโทรทัศน์ย่าน UHF. ประมาณช่องที่ 30 – 45 เครื่องรับรุ่นใหม่จะเป็นระบบดิจิตอล ควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล บอกค่าความถี่เป็นตัวอักษรหน้าจอ ปัจจุบันแสดงผลเป็นภาษาไทย สามารถรับสัญญาณเสียงได้หลายภาษา มีทั้งระบบสเตริโอ และระบบโมโน มีจำนวนช่องตั้งโปรแกรมต่าง ๆ ได้มากมาย มีทั้งแบบรับสัญญาณจากดาวเทียมดวงเดียว และแบบรับสัญญาณดาวเทียมได้ 2,3,4 ดวง และแบบรับดาวเทียมได้หลายดวง (MOVE) ซึ่งจะมีอุปกรณ์ควบคุมตำแหน่งจาน อยู่ภายในเครื่องรับ

3.8 เครื่องรับโทรทัศน์ (TELEVISION)

ควรเป็นเครื่องรับโทรทัศน์สีที่รับความถี่ย่านUHF. ได้มีจำนวนช่องรับหลายช่องถ้าเป็นหลายระบบ (MULTI SYSTEM) คือระบบ NTSC SECAM PAL จะดีเพราะบางรายการอย่างเช่นของพม่าส่งสัญญาณภาพในระบบ NTSC ซึ่งเครื่องรับระบบPAL ที่ใช้ในประเทศไทยจะรับไม่ได้

3.9 เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม (SAT.LEVEL METER)

เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม ทำหน้าที่วัดระดับสัญญาณที่ถูกส่งตรงจากดาวเทียม (Satellite) สู่พื้นโลก ในการติดตั้งจานสายอากาศที่พื้นโลกการที่บนท้องฟ้าประกอบด้วยดาวเทียมจำนวนมาก ดังนั้น เมื่อเราติดตั้งจานสายอากาศเราต้องเลือกรับสัญญาณจากดาวเทียมดวงใดดวงหนึ่งเท่านั้น ซึ่งการปรับมุมของจานสายอากาศนั้น อาจอาศัยได้จากตารางคู่มือ หรือจากสูตร ดังนี้

$$\text{มุมเงย} = \tan^{-1}\left[\frac{\cos\theta\cos\phi - \left[\frac{R}{R+H}\right]}{1-\cos^2\theta\cos^2\phi}\right]$$

$$\text{มุมกวาด} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\phi}{\sin\theta}\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

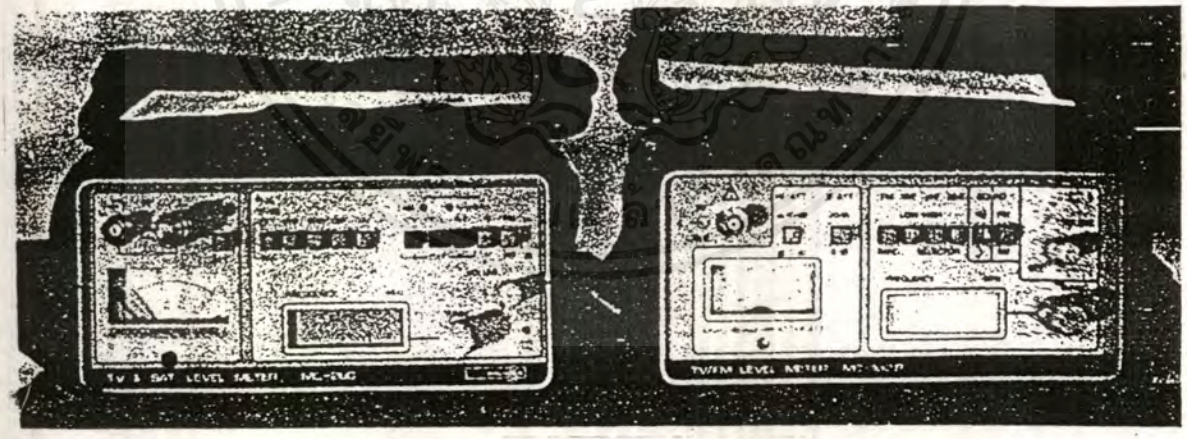
โดยที่ θ = ตำแหน่งเส้นรุ้งของสถานี

ϕ = ตำแหน่งเส้ยแวงของดาวเทียมลบด้วยตำแหน่งเส้นแวงของสถานี

R = รัศมีของโลก 6,370 กม.

H = ความสูงของวงโคจร 35,680 กม.

แล้วทำการปรับ จานสายอากาศให้ตรงกับมุมหวาดและมุมเงยตามที่เราหามาได้จากตารางหรือจากคำนวณ แต่ในความเป็นจริงเมื่อเราปรับตำแหน่งของจานรับสายอากาศตรงกับดาวเทียมที่เราต้องการจะรับสัญญาณอย่างถูกต้องแล้ว บางครั้งสัญญาณที่ได้จะไม่ใช่สัญญาณที่รับได้แรงที่สุด ดังนั้น กรณีที่ต้องการปรับตำแหน่งของจานรับสายอากาศนั้น ต้องใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า "เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม" มาช่วยเพื่อให้จานสายอากาศที่รับสัญญาณที่ส่งตรงจากดาวเทียมที่เราเลือกรับแล้วให้มีความแรงที่สุด ก็จะได้ภาพปรากฏบนจอภาพอย่างชัดเจน ซึ่งบางครั้งอาจจะสงสัยว่าทำไมเราไม่ดูจากภาพที่ปรากฏบนจอภาพโดยตรงเลย จะเห็นว่าในกรณีติดตั้งจานสายอากาศบนพื้นที่สูง ๆ นั้นการที่จะนำโทรทัศน์และเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมขึ้นไปด้วยจะทำให้ลำบาก ดังนั้นจึงใช่เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียมนี้แทนจะสะดวกกว่ามาก



รูปที่ 3.51 มิเตอร์วัดระดับความเข้มของสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อดาวเทียม	ตำแหน่ง °E	มุมส่าย AZ	มุมเงย EL	90°- EL
GORIZONT 140	140	106.07	42.13	47.87
PALAPA B4	118	126.98	64.11	25.89
CHINASAT-5	115	131.60	66.30	23.70
PALAPA B2P	113	136.96	68.32	21.68
CHINASAT-DF H2 -A2	110.5	144.82	70.46	19.54
PALAPA B1 (B2R)	108	150.99	71.67	18.33
ASIASAT 1 **	105.5	159.77	72.84	17.15
INDIA	93.5	207.35	71.94	18.06
GORIZONT 2	90	217.98	69.79	20.21
CHINASAT DF H2-A1	87.5	224.20	67.93	22.07
GORIZONT 3	80	237.59	61.34	28.66
THAICOM 1 ¨	78.5	239.60	59.90	30.10
INTELSAT V-F7	66	250.94	47.31	42.69
INTELSAT VF11	63	252.81	44.21	45.79

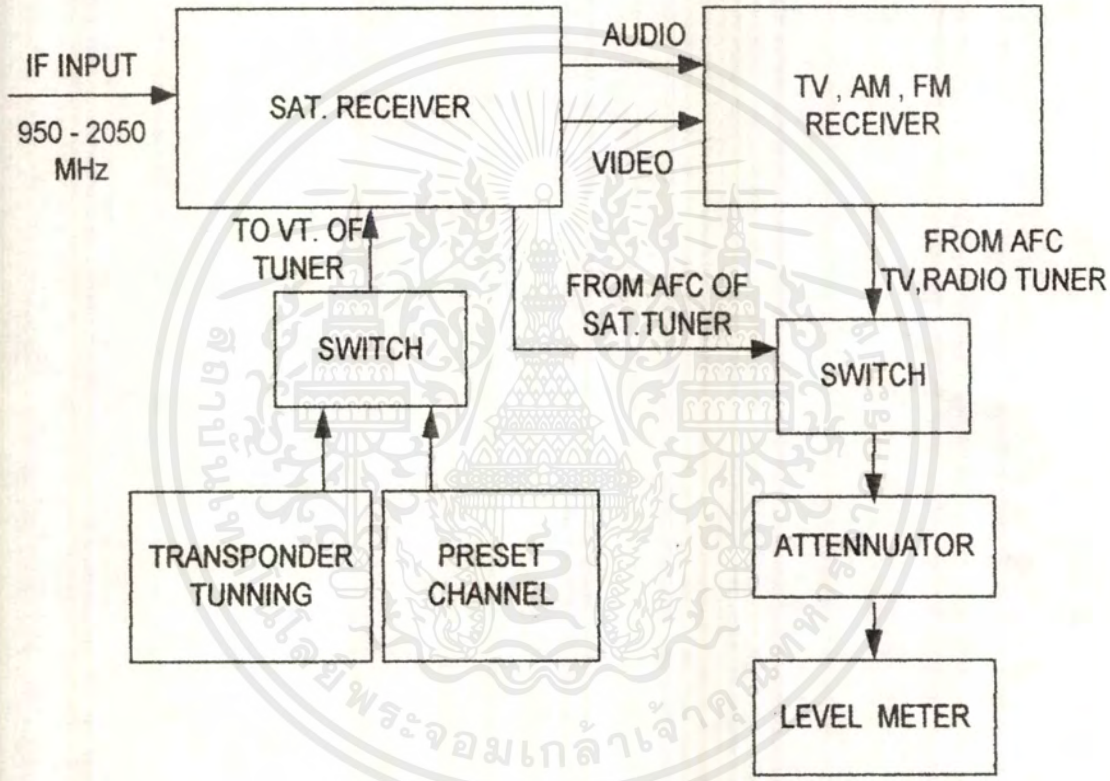
ตารางแสดงตำแหน่งของดาวเทียมและมุมมองดาวเทียมที่รับได้ในกรุงเทพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
หลักการทำงานและการทดลอง

หลักการทำงาน

พิจารณาจากบล็อกไดอะแกรมของเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม ตามรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราทำการปรับทิศทางการหันของจานรับสัญญาณดาวเทียมตรงกับตำแหน่งของดาวเทียมที่เราต้องการรับได้แล้ว สัญญาณที่รับได้จะกระทบผิวของจานรับสัญญาณดาวเทียมไปรวมกันที่ FEED HORN จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งเข้าไปใน LNB ซึ่ง LNB จะแปลงความถี่ของสัญญาณที่รับได้จากดาวเทียมในย่าน C-BANDและKU-BAND (แต่ในที่นี้รับได้เฉพาะC-BAND) ให้เป็นความถี่ IF มีช่วงความถี่ในกรณีของ C-BAND จะมีความถี่ IF เท่ากับ 950 – 1,450 MHz ในกรณีของ KU-BAND จะมีความถี่ IF เท่ากับ 950 – 2,050 MHz จากนั้นสัญญาณ IF จะถูกเข้าไปในภาคจูนเนอร์ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งภายในวงจรจูนนอร์จะมีวงจร AFC (AUTOMATIC FREQUENCY CONTROL) ซึ่งสัญญาณที่ได้จากวงจร AFC นี้จะแสดงถึงให้ทราบถึงระดับความเข้มของสัญญาณดาวเทียมของแต่ละช่องสัญญาณ ซึ่งระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้จากดาวเทียมในแต่ละช่องสัญญาณจะมีความเข้มของสัญญาณไม่เท่ากัน ดังนั้นในโครงงานนี้จึงใช้สัญญาณที่ได้จากวงจร AFC ที่อยู่ภายในจูนเนอร์ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมและจูนเนอร์ของ TELEVISION มาขับ LEVEL METER

ในกรณีที่สัญญาณรับเข้ามาได้มีระดับสัญญาณสูง (เข็ม LEVEL METER ตีเต็มเสกล) เราสามารถลดทอนสัญญาณได้โดยการปรับสวิทช์ ATTENNUATOR ซึ่งจะลดสัญญาณ 20dBμV ส่วน TV MONITOR จะแสดงสัญญาณภาพรายการของแต่ละช่องสัญญาณซึ่งจะใช้โทรทัศน์สีธรรมดา ในการปรับเปลี่ยนช่องสัญญาณของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเราทำได้โดยการปรับแบบ PRESET CHANNEL ซึ่งจะเปลี่ยนช่องสัญญาณโดย UP และ DOWN จาก ch. 1 ถึง ch. 16 หรือปรับแบบ TRANSPONDER TUNNING โดยการสับสวิทช์การปรับแบบ TRANSPONDER TUNNING จะปรับโดยการหมุนหาช่วงความถี่ของช่องสัญญาณแต่ละช่องสัญญาณ เช่น สมมติเลือกรับสัญญาณจากดาวเทียม PALAPA B4 เมื่อปรับตำแหน่งและทิศทางของจานรับสัญญาณดาวเทียมได้แล้ว เราทำการปรับเลือกช่องสัญญาณต่างๆได้ โดยการหมุน TRANSPONDER TUNNING ขอยกตัวอย่างสมมติต้องการจะดู MTV เราก็ปรับ TRANSPONDER TUNNING ไปที่ความถี่เท่ากับ 1,040 MHz เราก็จะได้สัญญาณภาพของช่องสัญญาณ MTV นี้ โดยที่ LEVEL METER ก็จะแสดงถึงระดับความเข้มของสัญญาณในหน่วย dBμV ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร Automatic Frequency control (AFC)

จากตัวจูนเนอร์ภายในจะประกอบด้วยวงจร AFC ซึ่งหลักการทำงานของวงจร AFC นี้ ก็คือใช้วาแรกเตอร์เป็นส่วนหนึ่งในวงจรแทงค์ของโลคอลออสซิลเลเตอร์ค่าความจุของวาแรกเตอร์จะควบคุมโดยการไบแอสจากแรงดันคลาดเคลื่อน เนื่องจากการที่ออสซิลเลเตอร์มีความถี่เลื่อนไป แรงดันคลาดเคลื่อนนี้ต่อมาจาก output ของวงจรดิสครีมิเนเตอร์ (หรือวงจรเรโชดีเทกเตอร์) เมื่อออสซิลเลเตอร์มีความถี่ถูกต้อง output จากดิสครีมิเนเตอร์จะเป็นศูนย์ เมื่อความถี่ของออสซิลเลเตอร์เลื่อนสูงขึ้นหรือต่ำลง แรงดันคลาดเคลื่อนจะมีค่าเป็นบวกหรือลบ การเป็นบวกหรือลบนี้จะแสดงความคลาดเคลื่อนทางความถี่ของออสซิลเลเตอร์ว่ามาก หรือน้อย

LEVEL METER และ ATTENUATOR

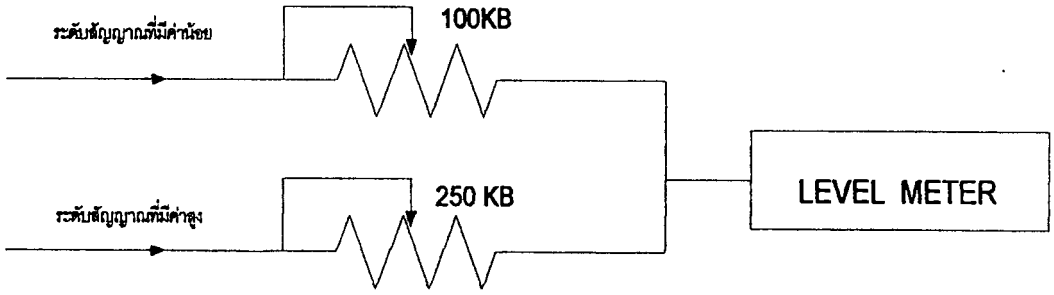
ในโครงงานนี้จะใช้ LEVEL METER เป็นชนิด VU METER ซึ่งใช้วัดความแรงของสัญญาณ โดยจะเปลี่ยนสเกลของหน้าปัดของ VU METER ใหม่ใช้สเกลเป็น dBγV ซึ่ง จากหน่วยของ Volt ทำเป็น dB μ V คือ

$$(V)\ dB\,\mu V = 20 \log_{10} \left[\frac{V_1\ (volt)}{10^{-6}\ (volt)} \right]$$

โดยที่ V_1 คือ ค่าแรงดันที่ทำการวัด มีหน่วยเป็น volt

จากบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าสัญญาณที่ป้อนให้กับภาค ATTENUATOR คือสัญญาณที่ได้จากวงจร AFC ซึ่งเมื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมที่ภาคจูนเนอร์ สัญญาณในแต่ละช่องที่รับจะมีความถี่ไม่เท่ากัน (ความแรงของสัญญาณไม่เท่ากัน) จากที่อธิบายการทำงานของวงจร AFC มาแล้ว เราจึงนำสัญญาณที่ได้จากวงจร AFC มาต่อเข้าที่ภาค ATTENUATOR ซึ่งจะใช้รีซีสเตอร์เกือกม้าเพื่อเวลารับสัญญาณที่แรง ๆ เข็มขนหน้าปัดของ LEVEL METER อาจตีสุดสเกล ดังนั้น เราจึงมีภาค ATTENUATOR เป็นตัวลดทอนสัญญาณนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



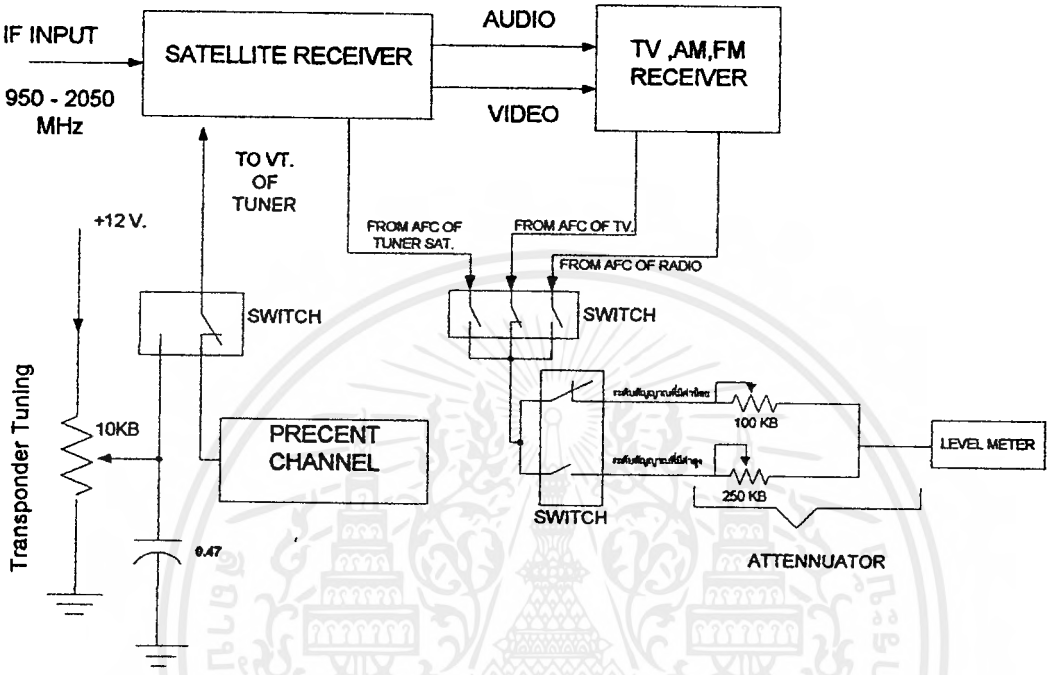
รูปที่ 4.2 แสดงวงจร ATTENNUATER ที่ทำหน้าที่เป็นตัวลดทอนสัญญาณ

TRANSPONDER TUNNING

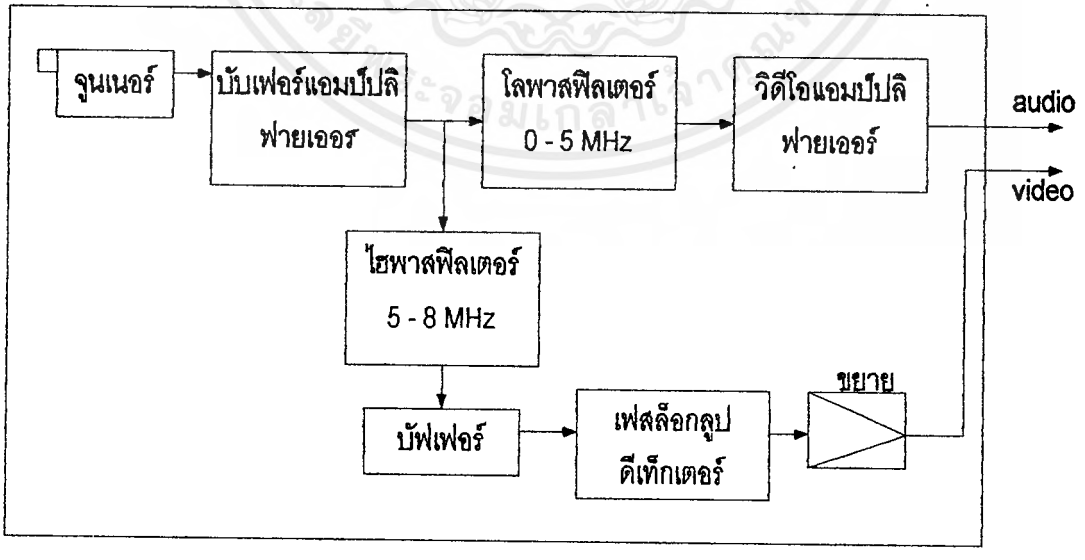
เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟผ่านโพแทนซิโอมิเตอร์ เข้าไปยัง VCO (VOLTAGE CONTROL OSCILLATOR) ซึ่งอยู่ภายใน TUNNER ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งVCO ก็คือวงจรกำเนิดความถี่ที่ควบคุมด้วยแรงดันนั่นเอง โดยจะทำการผลิตความถี่เข้าไปบีตกับความถี่ช่องต่างๆ ในระหว่าง 950 – 2,050 MHz โดยจะผลิตความถี่สูงต่ำได้ตามค่าแรงดันไฟส่งความถี่ที่ผลิตได้นี้ไปบีตเข้ากับความถี่ที่มาจาก LNB เพื่อที่จะทำให้เกิดเป็นความถี่ IF 479.5 MHz จะได้เป็นความถี่ เบสแบนด์ ดังนั้นไม่ว่าความถี่สถานีไหนหรือทรานส์สปอนเดอร์ ได้ส่งเข้ามาวงจรออสซิลเลเตอร์จะผลิตความถี่ขึ้นมาสูงกว่าทรานส์สปอนเดอร์หรือช่องสัญญาณที่รับเข้ามาอยู่ 479.5 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการต่อวงจรทรานส์สปอนเดอร์ จูนนิ่งและ ATTENNUATOR



รูปที่ 4.3 แสดงการต่อวงจรทรานส์สปอนเดอร์ จูนนิ่งและ ATTENNUATOR

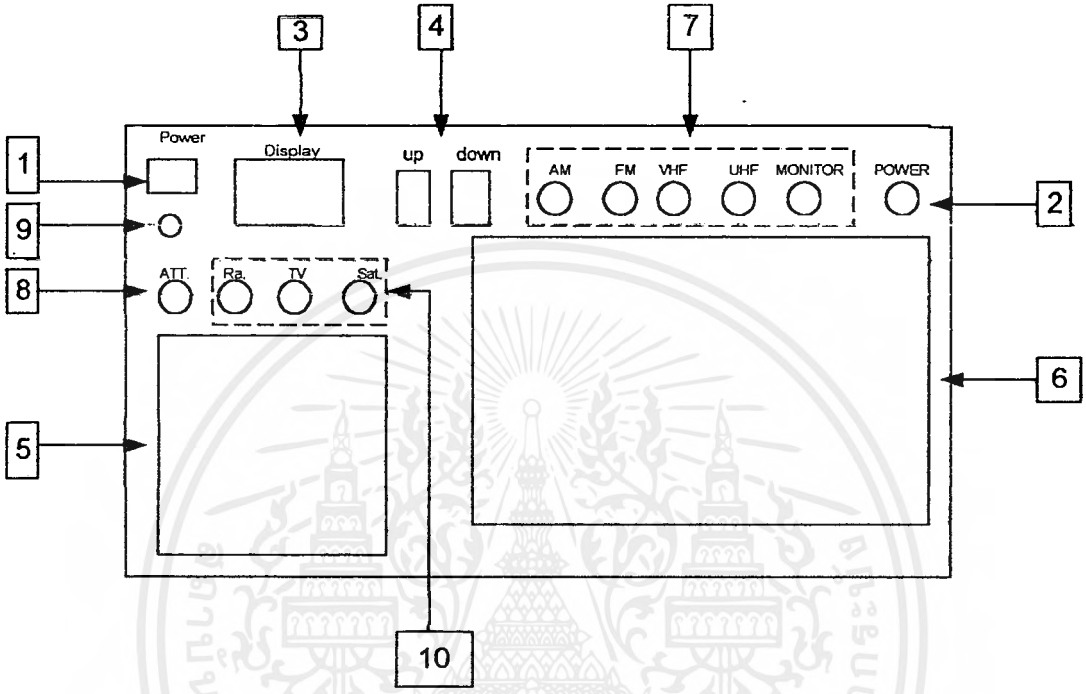


รูปที่ 4.4 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบต่าง ๆของโครงงาน

ภาพด้านหน้า



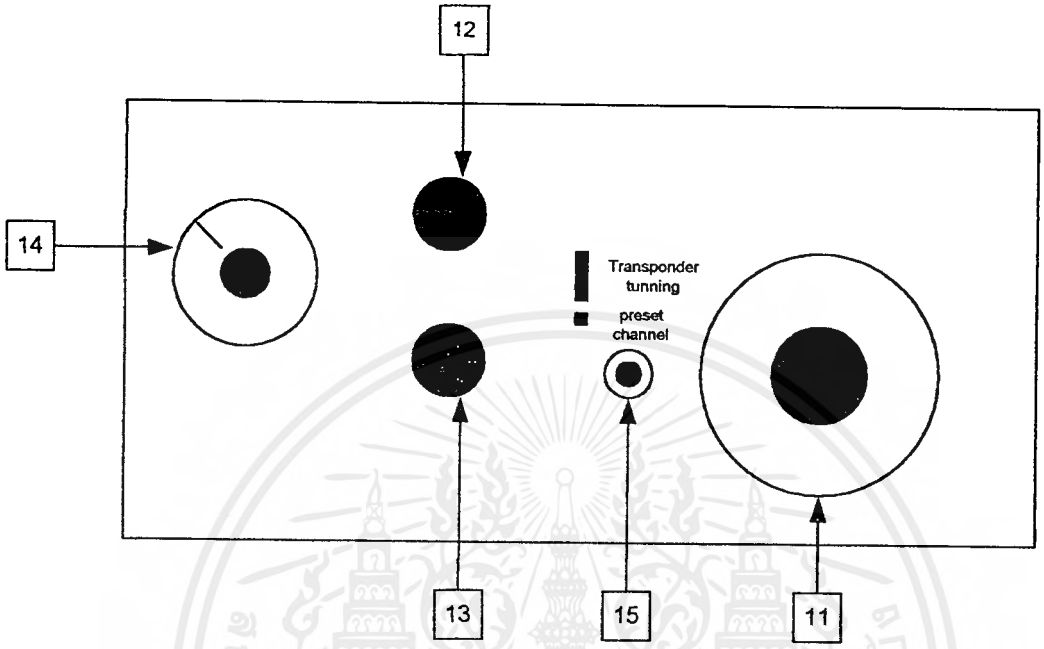
อธิบายรายละเอียด

หมายเลข

1. สวิทช์เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม
2. สวิทช์ TV MONITOR
3. DISPLAY CHANNEL
4. UP & DOWN CHANNEL
5. LEVEL METER
6. TV MONITOR
7. CHANNEL RADIO AND TV MONITOR
8. ATTENNUATOR
9. DISPLAY POWER เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม
10. SWITCH OF ATTENNUATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพด้านข้าง



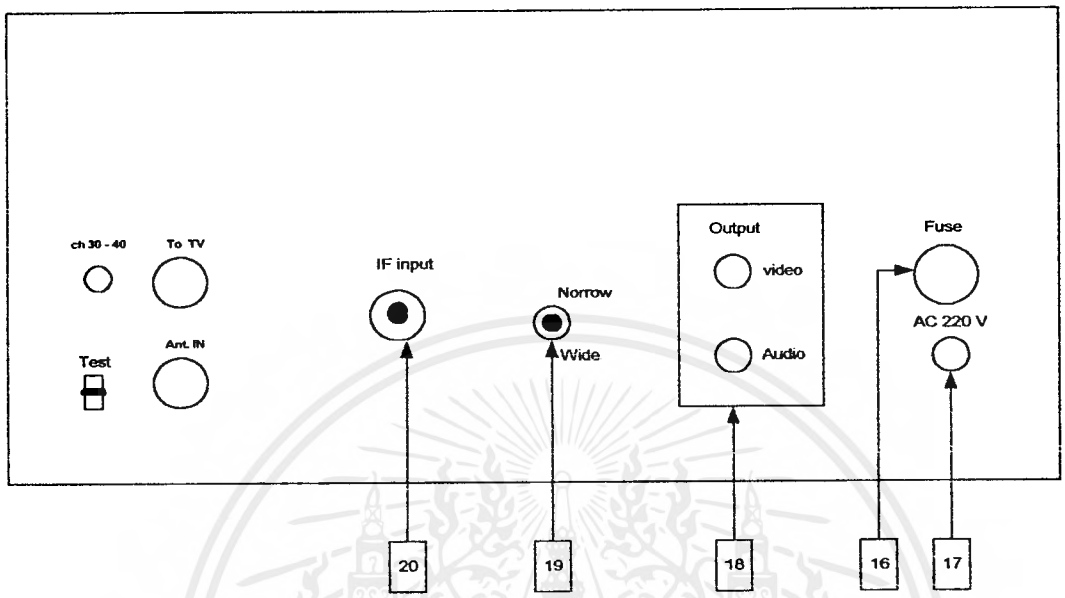
อธิบายรายละเอียด

หมายเลข

11. SPEAKER
12. TRANSPONDER TUNNING
13. VOLUME
14. TUNNER OF RADIO & TV MONITOR
15. SWITCH SELECT TRANSPONDER TUNNING OR PRESET CHANNEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพด้านหลัง



อธิบายรายละเอียด

หมายเลข

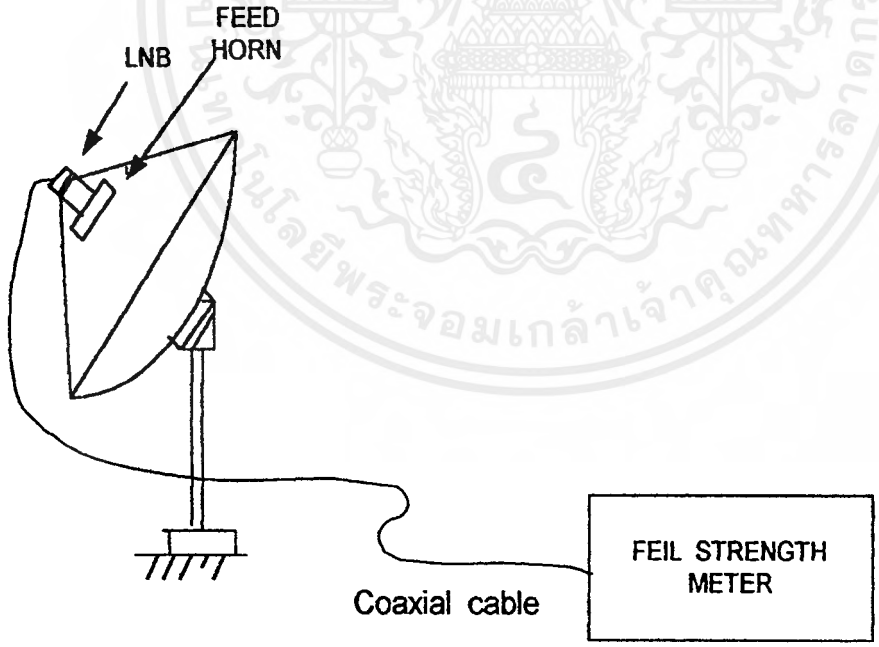
16. กระปุกฟิวส์ (FUSE) สามารถถอดเปลี่ยนได้
17. สายป้อนไฟให้กับ SAT. RECEIVER และ TV MONITOR
18. ขั้ว OUTPUT ต่อสายไปยัง TV ที่มีช่อง VIDEO เสียง
19. ปุ่มปรับ WIDTH คือมี 2 แบบ NORROW และ WIDE
20. ขั้ว INPUT ต่อสาย Coaxial cable ที่มาจาก LNB เพื่อรับสัญญาณภาพและเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการใช้เครื่อง

เมื่อทำการต่ออุปกรณ์ในการรับสัญญาณดาวเทียมเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการON SWITCH POWER เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (หมายเลข 1) หลังจากนั้นON SWITCH POWER TV MONITOR (หมายเลข 2) หากจะทำการวัดสัญญาณดาวเทียม สถานีที่เราต้องการวัดสัญญาณ ก็กดปุ่ม MONITOR (หมายเลข 7) เพื่อรับสัญญาณภาพของสถานีนั้น หลังจากนั้นหากจะดูความเข้มของสัญญาณก็กดปุ่ม SATELLITE (หมายเลข 10) โดยจะแสดงเป็นระบบ ANALOG คือ เข็มมิเตอร์นั่นเอง ถ้าสัญญาณสถานีมีการส่งสัญญาณแรงเข็มตีเต็มสเกล เราสามารถ ON SWITCH ATTENNUATOR (หมายเลข 8) เพื่อลดทอนสัญญาณลง 20 dBμV หลังจากนั้นปรับหมุน TUNNER (หมายเลข 12) เพื่อหาความถี่ของเครื่องรับให้ตรงกับความถี่ของสถานีส่ง ค่อยๆปรับ เมื่อความถี่ของรับสัญญาณดาวเทียมมีค่าตรงกับความถี่ของสถานีส่งเราก็จะได้สัญญาณที่แรงโดยดูจาก LEVEL METER หรือดูจาก TV MONITOR ก็ได้

ส่วนปุ่ม AM,FM,VHF,UHF ก็ทำการวัดความเข้มของสัญญาณได้เหมือนกับสัญญาณที่รับได้จากดาวเทียม



รูปที่ 4.5 แสดงวิธีการต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต้องมีการกำหนดมุมมองก่อน เมื่อจะทำการติดตั้งจานสายอากาศเราจะต้องหาข้อมูลที่เราจะรับช่องสถานีนั้นเช่น มุมกวาด (AZIMUTH) , มุมเงย (ELUVATION) ,ความถี่ที่จะรับ
2. ต่ออุปกรณ์ต่างๆให้ครบตามรูปที่ 4.2 พร้อมที่จะวัดความเข้มของสัญญาณดาวเทียมแล้วตรวจเช็คให้ถูกต้อง
3. ใช้เข็มทิศหามุมกวาดอย่างคร่าวๆ แล้วใช้เครื่องมือวัดมุมเงยหามุมเงยอย่างคร่าวๆ
4. ON SWITCH เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมพร้อมกับ ON SWITCH TV MONITOR กดปุ่ม MONITOR เพื่อรับสัญญาณภาพจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม หลังจากนั้น จูนความถี่ให้ตรงกับข้อมูลที่หามาอาจจะสังเกตุที่จอแสดงผลว่ามีภาพชัดเจนหรือไม่พร้อมกับสังเกตุที่ LEVEL METER ว่ามีสัญญาณแรงสูงสุดหรือไม่ ถ้า LEVEL METER ตีเต็มเสกลเราก็ ON SWITCH ATTENNUATOR เพื่อให้สัญญาณลดทอนลง 20 dB μ V
5. ถ้าหากสัญญาณภาพและเสียงไม่คมชัด เราอาจสามารถหมุนจานรับส่ายไปมาเล็กน้อยสังเกตที่ LEVEL METER ว่ามีสัญญาณแรงหรือยัง หรืออาจจะปรับแต่งที่ TUNNER หาความถี่ (TRANSPONDER TUNNING) อย่างช้าๆ สังเกตที่ LEVEL METER และสัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความถี่ช่องรายการและโพลาไรซ์ของดาวเทียมดวงต่างๆ

ดาวเทียม	ช่อง	รายการ	ความถี่ภาพ	ขั้ว	ความถี่เสียง A/B	ระบบ	ภาษา	หมายเหตุ
PALAPA B4	1	BBTV ช่อง7สี	1330	V	MONO 6.6	PAL	ไทย	
118 °E	2	EMTV	1250	V	MONO 6.2	PAL	อังกฤษ	สัญญาณอ่อน
	3	TV3	1330	V	MONO 6.6	PAL	มาเลเซีย	เข้ารหัสบางเวลา
	4	CFI	1290	V	MONO 6.6	PAL	ฝรั่งเศษ	
	5	TV1	1250	V	MONO 6.8	PAL	มาเลเซีย	เข้ารหัสบางเวลา
	6	CNN	1170	V	MONO 6.6	PAL	อังกฤษ	
	7	AN-TEVE	1130	V	MONO 6.8	PAL	อินโดนีเซีย	
	8	TV4	1085	V	MONO 6.8	PAL	อินโดนีเซีย	
PALAPA B2P	9	GOLDNETWORK	0970	V	MONO 6.8	PA/NT	อังกฤษ	
113 °E	10	RCTI	1350	H	MONO 6.6	PAL	อินโดนีเซีย	เข้ารหัสบางเวลา
	11	ATVI	1270	H	MONO 6.8	PAL	อังกฤษ	
	12	ABN	1230	H	MOONO 6.8	PAL	อังกฤษ	
	13	GMA	1120	H	MONO 6.8	NTSC	ฟิลิปปินส์	ส่งบางเวลา
	14	PTV4	1100	H	MONO 6.8	NTSC	ฟิลิปปินส์	สัญญาณอ่อน
	15	TPI	1070	H	MONO 6.8	PAL	อินโดนีเซีย	
	16	SCTV	1030	H	MONO 6.8	PAL	อินโดนีเซีย	
CHINASAT-2	17	CETV-1	1300	H	MONO 6.6	PAL	จีน	
110.5 °E	18	CETV-2	1220	H	MONO 6.6	PAL	จีน	
PALAPA B2R 108E	19	TVRI	1150	H	MONO 6.6	PAL	อินโดนีเซีย	
	20	PRIME SPORT	1290	V	ST 6.30/6.48	PAL	อังกฤษ	
	21	CHANNEL V	1250	V	ST 6.30/6.48	PAL	อังกฤษ	
	22	BBC	1210	V	ST 6.30/6.48	PAL	อังกฤษ	
ASIASAT	23	STAR PLUS	1130	V	ST 6.30/6.48	PAL	อังกฤษ	
105.5 °E	24	STAR MANDAR	1090	V	ST 6.30/6.48	PAL	จีน	
	25	ZEE TV	1170	V	MONO 6.6	PAL	อินเดีย	ส่งบางเวลา
	26	PTV 2	1050	V	MONO 6.6	PAL	ปากีสถาน	ส่งบางเวลา
	27	MYANMAR	1010	V	MONO 6.6	NTSC	พม่า	ส่งบางเวลา
	28	STARTV PAL7	0970	V	ST 6.30/6.48	PAL	อังกฤษ	ส่งบางเวลา
STATION21 103°E	29	JAIN	1275	RH	MONO 7.5	PAL	อินเดีย	
STATION 6 90°E	30	DUB'L II	1475	RH	MONO 7.0	SECAM	รัสเซีย	สัญญาณอ่อน
	31	ORBITA-II	1275	RH	MONO 7.5	SECAM	รัสเซีย	
	32	VTV	1190	V	MONO 7.5	PAL	เวียดนาม	
THAICOM	33	ARMY ช่อง5	1390	V	MONO 6.6	PAL	ไทย	
87.5 °E	34	NBT ช่อง11	1030	V	MONO 6.8	PAL	ไทย	

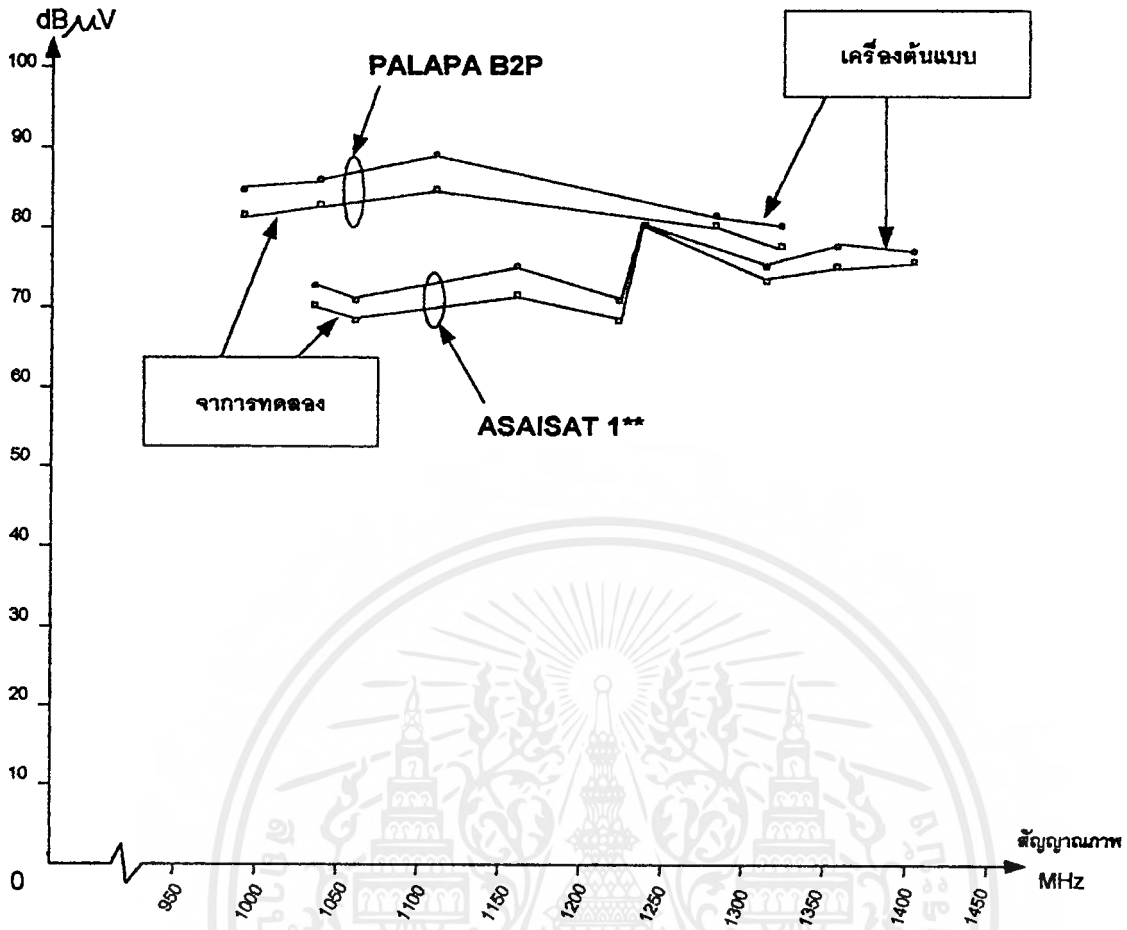
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองรับสัญญาณดาวเทียมพบว่าสัญญาณภาพไม่คมชัดเท่าไรนัก และจากการทดลองรับสัญญาณ 2 ดาวเทียมคือ PALAPA B2P และ ASIASAT 1 ** โดยผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ชื่อดาวเทียม	สัญญาณภาพ (MHz)	สัญญาณเสียง (MHz)	dB μV	
			ต้นแบบ	โครงงาน
PALAPA B2P				
TV 5	995	645/663	85	82
MTV	1040	680	86	83
CNBC	1115	680	89	85
CHAINA	1283	680	81	80
TVRV	1322	680	80	78
ASIASAT 1**				
CCTV-4	1042	620	74	70
PTV WOLRD	1058	660	72	68
ZEE TV	1164	680	75	71
ZEE NEWS	1212	680	72	68
CHAINNA	1238	620	78	78
CH. V.	1318	620	75	72
STAR SPORT	1355	620	78	75
CETV	1402	660	77	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความเข้มสัญญาณดาวเทียม
ของเครื่องต้นแบบกับโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองแล้ว จะสังเกตเห็นว่ากราฟของเครื่องต้นแบบกับเครื่องที่สร้างขึ้นเอง พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันพอสมควร ซึ่งค่าที่ทำให้เกิดค่าผิดพลาดนี้อาจเกิดจาก Noise ต่างๆหรือเกิดจากค่าความต้านทานภายในขดลวดของเข็มมิเตอร์ที่ทำให้ค่าที่อ่านได้มีค่าผิดเพี้ยนไปเล็กน้อย แต่ก็มีบางค่าที่มีค่าตรงกับเครื่องต้นแบบ ปัญหาที่ต้องปรับปรุงให้สมบูณร์คือสัญญาณภาพไม่ค่อยคมชัดพร้อมกับเสียง สัญญาณค่อนค้างอ่อน

การนำไปใช้งาน

เนื่องจากเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียมที่สร้างขึ้นมานี้ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนใหญ่ๆได้แก่ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (SATELLITE RECEIVER), จอแสดงผล (TV. MONITOR) ,เข็มวัดความเข้มของสัญญาณ (LEVEL METER) ซึ่งประกอบรวมเป็นเครื่องเดียวกัน ซึ่งจะแตกต่างจากเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียมโดยทั่วไปที่จะต้องมีอุปกรณ์มาต่อร่วมมากมายในการรับสัญญารดาวเทียมสักดวง ดังนั้นการนำไปใช้งานจึงสะดวกและง่ายแก่การเคลื่อนย้ายไปในที่ต่างๆ

ข้อดี : ในกรณีที่มีจานรับสัญญาณอยู่บนดาดฟ้า หรือที่ตึกสูงๆ โครงงานนี้จะได้เปรียบมากซึ่งจะขนย้ายสะดวก และยังง่ายต่อการต่อวงจรอีกด้วย และข้อดีอีกประการคือราคาถูกกว่าที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิจารณ์และบทสรุป

จากการทดลองเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจะรับได้ในย่าน C-BAND โดยที่ LEVEL METER ที่สร้างขึ้นมานี้จะวัดค่าออกมาได้ใกล้เคียงกับเครื่องต้นแบบ ส่วนการใช้งานจะใช้งานได้สะดวกและง่ายดาย ซึ่งในการทดลองโครงงานนี้จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์อื่นร่วมในการรับสัญญาณดาวเทียม จึงจำเป็นที่จะต้องระมัดระวังอุปกรณ์ทุกส่วนในส่วนต่างๆอย่างละเอียด ซึ่งจะส่งผลต่อการรับสัญญาณ แต่สัญญาณที่รับได้ไม่ค่อยคมชัดอันเนื่องมาจาก สัญญาณรบกวนในส่วนต่างๆรวมกันส่งผลให้สัญญาณภาพและเสียงไม่คมชัด จึงต้องมีการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

ปัญหาในการทดลอง

ในการทดลองหลังจากประกอบเครื่องลงกล่องแล้วจะเกิดปัญหาที่เกิดจากอะแดปเตอร์ของจอแสดงผล (TV MONITOR) ซึ่งเกิดจากการที่ถอดกล่องของอะแดปเตอร์ออกถึงจะลงกล่องได้ ซึ่งส่งผลให้เกิดสนามแม่เหล็กไปรบกวนจอแสดงผลจึงทำให้ภาพไม่คมชัด

ปัญหาอีกประการที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้คือ ภูมิอากาศในการรับสัญญาณดาวเทียมในสภาวะอากาศที่แปรปวนเช่น ท้องฟ้ามืดมัว เมฆ ฝน ทำให้การรับสัญญาณดาวเทียมรับได้ลำบาก จึงต้องรอคอยให้ท้องฟ้าแจ่มใสอยู่ในสภาวะปกติ

ในการลงอุปกรณ์ทุขิ้นส่วนมีความยากลำบากทำให้เกิดการข๊อตกัน จำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมาก

สรุป

ในการจัดทำเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียมในครั้งนี้ มีอุปสรรค และข้อจำกัดในการทำอยู่มากทั้งในเรื่องอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ที่นำมาใช้เพื่อประกอบเป็นเครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียม เนื่องจากบางครั้งเครื่องมือต่าง ๆ ซื้อมาแล้วใช้ไม่ได้ หรือได้รับความเสียหายเนื่องจากการทดลอง ดังนั้น เครื่องวัดความเข้มสัญญาณดาวเทียมที่คณะผู้จัดทำทำขึ้นมานี้สามารถใช้ได้ในทางปฏิบัติจริง แต่อาจไม่มีคุณสมบัติของตัวเครื่องที่ทันสมัยเหมือนที่มีจำหน่ายโดยทั่ว ๆ ไป ทั้งนี้เนื่องจากคณะผู้จัดทำจะเน้นทางด้านราคา ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้จริงแต่ราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. มาร์ก ลอง และ เจฟฟรี คีทติ้ง. โลกของการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม. แปลโดย รังสรรค์ วงศ์สรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิพม์นิตยสารซีคิว, 2536
2. สมพร ธีระโรจนพงษ์ และ สมนึก ธัญญาวินิชกุล. เทคโนโลยีการสื่อสาร เทคนิคการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: 2537
3. ร.ต.อ. สุชาติ กังวาลจิตต์ . หลักการทำงานเครื่องรับส่งวิทยุและระบบสื่อสาร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2532
4. บุญชัด เนติศักด์. ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM/FM. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2540
5. ยืน ภู่วรวรรณ. ทฤษฎีและการใช้งานอิเลคทรอนิคส์ เล่ม 1,2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2534
6. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2538
7. ดร.โคทม อารียา. วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร:
8. มนต์ชัย กุลกวีชุณห์. เทคนิคการทำงานและการตรวจซ่อมเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม . อิเล็กทรอนิกส์แฮนด์บุ๊ค. ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2537. 18 - 29.
9. จารุพงศ์ จีนาพันธ์. สร้างเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมใช้เองกันดีกว่า. อิเล็กทรอนิกส์แฮนด์บุ๊ค. ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2537. 52 - 60.
10. สมคิด วิริยประสิทธิชัย, อรรถพล มณีโชติ และ ธนารัตน์ ภมรรัชตพงษ์. ความรู้เบื้องต้นทางอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความร่วมมือจากสมาชิกในกลุ่มและได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาทางด้านข้อมูลตลอดจนแนวคิดต่างๆเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ทำให้คำแนะนำรายละเอียดและขอบเขตของโครงงาน ตลอดจนให้ความเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำโครงงานครั้งนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรลาภ แสงอรุณ ที่ให้ความกรุณาเอื้อเฟื้อเครื่องมือวัดและช่วยวัดผลการทดลองตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ที่จะลืมมิได้คือ บิดา มารดา พี่ น้อง และ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจเสมอมาจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นาย กาญจน์ ตระกูลชีวพานิตต์
นาย ปกรณ์ ภูมิศิริสวัสดิ์
นาย สำราญฤทธิ์ สุลำนาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

APPENDIX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำศัพท์

Analog :	สัญญาณไฟฟ้าที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นอย่างต่อเนื่อง เช่น สัญญาณเสียง เป็นต้น
Aperture :	พื้นที่ช่องเปิดด้านหน้าของจานรับสัญญาณแบบพาลาโบลิก (ไม่ใช่พื้นที่บนผิวของจานรับสัญญาณ) ทำหน้าที่รับสัญญาณไมโครเวฟ
Attenuation :	การวัดอัตราสูญเสียของสัญญาณในขณะที่มีการส่งผ่านตัวกลางใด ๆ มีหน่วยเป็นเดซิเบล หรือเดซิเบลต่อหนึ่งหน่วยความยาว การส่งสัญญาณลงมาจากดาวเทียมนั้นใช้ความถี่ที่ปลายย่านของความถี่ไมโครเวฟซึ่งเป็นความถี่ที่สูงมาก และเกิดการสูญเสียเป็นอย่างมาก ปริมาณการสูญเสียของสัญญาณส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการที่สัญญาณต้องเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศและเมฆฝน
AZ :	Azimuth Angle มุมกวาดของจานรับสัญญาณที่เคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก หรือในทางกลับกัน
Band :	หน่วยที่ใช้สำหรับกำหนดความถี่หรือย่านความถี่ในสเปคตรัมของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
Bandwidth :	ช่วงความถี่ของคลื่นที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์จำนวนหนึ่งช่องหรือใช้ในการส่งสัญญาณอื่น ๆ โดยไม่ทำให้สัญญาณที่ส่งเข้าไปนั้นขาดความสมบูรณ์ในขณะที่รับออกมา
Baseband :	ย่านความถี่ที่บรรจุเอาข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ก่อนที่จะทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์ หรือหลังจากการดีมอดูเลตแล้ว
BDC :	Block Downconverter หรือ Block Downconversion กล่องวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนความถี่ไมโครเวฟที่ส่งลงมาจากดาวเทียมให้ต่ำลง โดยเปลี่ยนเป็นความถี่ไอเอฟสำหรับปรับหา และแยกออกเป็นสัญญาณภาพและเสียงตามต้องการ
Bit :	เลขฐานสอง เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของข้อมูลที่เป็นระบบดิจิตอล
Bit Rate :	อัตราความเร็วของการส่งสัญญาณระบบดิจิตอลมีหน่วยวัดเป็นจำนวนบิตต่อหนึ่งวินาที (Bits/s) ซึ่งอาจจะเป็นกิโลบิตต่อหนึ่งวินาที (Kbits/s) หรือเมกะบิตต่อหนึ่งวินาที (Mbits/s) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Boresight : แกนลำคลื่นของสายอากาศแบบจานพาราโบลิก ซึ่งลำคลื่นที่อยู่แต่ละด้านของแกนจะสมมาตรกัน บางครั้งเรียกจุดศูนย์กลางของลำคลื่น

BPF : Band Pass Filter วงจรกรองสัญญาณความถี่ให้สามารถผ่านออกไปได้เฉพาะย่านความถี่ที่กำหนดไว้ในการออกแบบ

b/s : Bit per Second ดูที่ Bit Rate

Carrier : คลื่นความถี่วิทยุที่ถูกส่งร่วมไปกับสัญญาณความถี่ย่านเบสแบนด์ เรามักจะเรียกเป็นภาษาไทยว่า "คลื่นพาห์"

Cassegrain : สายอากาศที่มีลักษณะเป็นจานสะท้อนสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งมีตัวสะท้อนคลื่นหลักเป็นแบบพาราโบลิกที่เราเห็นกันอยู่ทั่วไป แต่จะมีตัวสะท้อนคลื่นย่อยเป็นแบบไฮเปอร์โบลิกอีกตัวหนึ่งวางอยู่ตรงจุดศูนย์กลางลอยอยู่เหนือตัวสะท้อนคลื่นหลัก

C-band : ย่านความถี่ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียม มีความถี่ตั้งแต่ 3.4 ถึง 4.2 GHz

Channel : การติดต่อสื่อสารแบบทางเดียว เช่น การส่งสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

C/N : Carrier-to-Noise ratio คือ อัตราส่วนระหว่างระดับของสัญญาณคลื่นพาห์กับระดับของสัญญาณรบกวน

Co-location : การกำหนดให้ดาวเทียมตั้งแต่สองดวงขึ้นไป มีวงโคจรอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน แต่ยังสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Companding : เทคนิคการลดสัญญาณรบกวน โดยใช้วิธีบีบสัญญาณที่เครื่องส่ง แล้วจึงส่งขึ้นไปยังดาวเทียม เมื่อเครื่องรับรับสัญญาณดังกล่าวเข้ามาก็จะนำไปเข้ากระบวนการคืนรูปสัญญาณให้กลับมาเหมือนเดิม

Composite Baseband : สัญญาณที่ออกมาจากภาคดีมอดูเลเตอร์ (ยังไม่มีการนำไปผ่านกระบวนการใด ๆ ทั้งสิ้น) ก่อนที่จะนำมากรองสัญญาณที่ไม่ต้องการออกและนำไปยกระดับของสัญญาณขึ้น มักจะเป็นสัญญาณที่อยู่ก่อนภาค De-emphasis เสมอ

Composite Signal : คำศัพท์นี้ยังมีความไม่แน่ชัดอยู่บางแห่งว่าเป็น Composite Baseband บางแห่งก็ว่าเป็น Composite Video

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Composite Video :	สัญญาณภาพที่สมบูรณ์แล้วประกอบไปด้วยสัญญาณลูมิแนนซ์ สัญญาณสี และสัญญาณซิงโครไนซ์
CP :	Circular Polarization ลักษณะการส่งสัญญาณที่มีขั้วคลื่นเป็นแบบวงกลม
dB :	deciBel เป็นหน่วยของการวัดอัตราขยายเมื่อเขียนอยู่ในรูปของสมการลอการิทึม ก็คือ dB = 10xlogx (อัตราส่วนของกำลังงาน) เมื่อมีการแสดงอัตราขยายให้อยู่ในรูปของ dB เช่น 3, 10 และ 20 dB จะมีความหมายว่ามีอัตราขยายเป็น 2, 10 และ 100 เท่าตามลำดับ
dBi :	หน่วยวัดอัตราขยายของสายอากาศ เมื่อวัดเปรียบเทียบกับสายอากาศแบบไอโซทรอปิก
DBS :	Direct Broadcasting Satellite ระบบการกระจายคลื่นสัญญาณโทรทัศน์หรือสัญญาณวิทยุจากดาวเทียมโดยตรง
dBW :	หน่วยวัดอัตราขยายกำลังงานเมื่อวัดเทียบกำลังส่งขนาด 1 วัตต์
DE :	De-emphasis การคืนรูปของสัญญาณให้กลับมาคงที่เหมือนเดิมหลังจากที่ถูกกระบวนการ Pre-emphasis กระทำมาก่อนที่จะส่งออกอากาศ
Declination :	มุมเอียงมีไว้สำหรับปรับแต่งมุมชดเชยให้กับเมาท์แบบโพลาร์
Digital :	สัญญาณไฟฟ้า ที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นเพียงสองสภาวะ ได้แก่ "เปิด" (1) และ "ปิด" (0) เท่านั้น
Downconversion :	การเปลี่ยนสัญญาณความถี่สูงให้มีความต่ำลงมาอยู่ในบางช่วงภายในสเปคตรัมของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
Downlink :	สัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมลงมายังสถานีภาคพื้นดิน ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบการติดต่อสื่อสารแบบสองทาง
DRO :	Dielectric-Resonator Oscillator วงจรผลิตสัญญาความถี่ที่มีเสถียรภาพของการทำงานสูง
EIRP :	Effective Isotropic Radiated Power ค่ากำลังส่งประสิทธิผลแบบไอโซทรอปิก เป็นผลที่ได้จากการนำเอาค่าของกำลังส่งออกอากาศของสถานีส่ง (Pt) คูณกับอัตราการขยายของสายอากาศที่ใช้ส่ง (Gt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

El/Az :	เมาท์สำหรับติดตั้งจานรับสัญญาณแบบหนึ่ง ซึ่งมีการควบคุมมุมกวาดและมุมเงยที่แยกเป็นอิสระจากกัน
Elevation :	มุมเงยหรือมุมระหว่างลำคลื่นที่ส่งลงมาจากดาวเทียม กับระนาบทางแนวนอนของพื้นโลก
Energy Dispersal :	เทคนิคการลดสัญญาณแทรกสอด โดยการเพิ่มสัญญาณความถี่ต่ำเข้าไปรวมกับสัญญาณภาพ ก่อนที่จะทำการผสมกับสัญญาณคลื่นพาห์ เพื่อลดระดับของกำลังส่งหลังจากการผสมกับคลื่นพาห์ในช่วงของแบนด์วิดธ์ที่กำหนดไว้
F/D :	Focal length-to-Diameter ratio อัตราส่วนระหว่างความยาวของจุดโฟกัสกับเส้นผ่านศูนย์กลางของจานรับสัญญาณดาวเทียม
Feedhorn :	สายอากาศขนาดเล็กที่มีลำคลื่นกว้าง โดยจะรับสัญญาณที่เกิดจากการสะท้อนของจานรับสัญญาณขึ้นมา และจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณลงไปยังจานสัญญาณเพื่อสะท้อนส่งขึ้นไปยังดาวเทียมในกรณีที่จานรับสัญญาณทำหน้าที่เป็นเครื่องส่ง
Footprint :	อาณาเขตของพื้นที่ที่ลำคลื่นจากดาวเทียมส่งลงมาครอบคลุม พร้อมทั้งบอกค่าของ EIRP ที่รับได้ หรือบอกขนาดของจานรับสัญญาณที่สามารถนำมารับสัญญาณได้ในพื้นที่นั้น ๆ
Frequency :	ความถี่ของสัญญาณที่พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงคลื่น ภายในหนึ่งวินาทีว่าเปลี่ยนไปกี่รอบ โดยมีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz: ใน 1 วินาที คลื่นเปลี่ยนแปลงครบหนึ่งรอบ) ดังนั้น ถ้าความถี่ขนาด 1 GHz ก็แสดงว่าใน 1 วินาที คลื่นมีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดหนึ่งพันล้านรอบ
GEO :	Geosynchronous Equatorial (Clarke) Orbit วงโคจรที่มีเอกลักษณ์ของตัวเองที่ว่า หากนำดาวเทียมขึ้นไปเดินทางอยู่ในวงโคจรแบบนี้ จะทำให้ดาวเทียมดังกล่าวเสมือนกับลอยอยู่กับที่หรือเป็นดาวเทียมค้างฟ้าเมื่อเทียบกับจุดสังเกตการณ์บนพื้นโลก
Geosynchronous :	วงโคจรที่มีระยะเวลาในการหมุนรอบโลกหนึ่งรอบ เท่ากับระยะเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเองครบหนึ่งรอบพอดี
Geostationary :	ดูคำอธิบาย GEO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G/T :	Gain-to-noise Temperature ratio ค่าอัตราส่วนของอัตราขยายเทียบกับอุณหภูมิ ใช้พิจารณาความสามารถในเรื่องของความไวในการรับสัญญาณ (sensitivity or Figure of Merit)
Guard Band :	ช่วงความถี่ที่เว้นเอาไว้ทางหัว และท้ายของความถี่ใช้งานในแต่ละทรานสปอนเดอร์ความถี่ดังกล่าวมีประโยชน์ในการป้องกันมิให้ความถี่ของทรานสปอนเดอร์หนึ่งไปแทรกสอดยังอีกทรานสปอนเดอร์หนึ่ง
Haft-Transponder :	วิธีการส่งสัญญาณรายการโทรทัศน์พร้อม ๆ กันคราวละ 2 ช่อง ภายในทรานสปอนเดอร์เพียงชุดเดียว โดยใช้เทคนิคในการลดกำลังส่งและค่าความถี่เบี่ยงเบนในแต่ละทรานสปอนเดอร์ลงไปอีก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะลดกำลังส่งต่ำลงไปอีกประมาณ 4 ถึง 7 dB เมื่อเทียบกับการส่งสัญญาณแบบหนึ่งช่องต่อหนึ่งทรานสปอนเดอร์
Head Unit :	คำที่ใช้เรียกอุปกรณ์ LNA, LNB หรือ LNC ซึ่งบางทีก็เรียกว่า Outdoor Unit
IF :	(หรือ i.f.) Intermediate Frequency สัญญาณความถี่กลางที่ผ่านกระบวนการมาจากสัญญาณ RF จะมีอยู่ในระบบของเครื่องรับ
Isotropic :	ลักษณะของสายอากาศในอุดมคติ ซึ่งมีลักษณะเป็นจุด มักจะใช้มาตรฐานในการวัดเปรียบเทียบกับสายอากาศแบบอื่น ๆ
Kelvin :	หน่วยของอุณหภูมิที่เรียกว่าองศาสัมบูรณ์ใช้ในการวัดสัญญาณรบกวน โดย 372° K มีค่าเท่ากับ C°
KU-band :	ย่านความถี่ที่ใช้ในระบบดาวเทียมมีความถี่อยู่ระหว่าง 10.7 ถึง 18 GHz
Latitude :	เส้นรุ้ง หรือระยะทางที่อยู่ในรูปขององศาโดยเทียบจากเส้นศูนย์สูตรของโลกไปยังจุดต่าง ๆ ที่อยู่ทางทิศเหนือหรือทางทิศใต้ ดังนั้นเส้นศูนย์สูตรจึงถือว่าอยู่ที่ตำแหน่งเส้นรุ้งที่ 0° ส่วนขั้วโลกเหนือและใต้จะอยู่ที่ตำแหน่งเส้นรุ้งที่ 90°
LNA :	Low-Noise Amplifier เครื่องขยายแบบสัญญาณรบกวนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LNB (หรือ LNBC) : Low Noise Block (Downconverter) กล่องวงจรซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องขยายแบบสัญญาณรบกวนต่ำ กับเครื่องเปลี่ยนสัญญาณความถี่ยิ่งยวดให้เป็นสัญญาณความถี่กลาง

LNF (หรือ LNBF) : ชื่อเฉพาะตั้งขึ้นมาเพื่อเรียกอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยฟีดฮอร์น เครื่องปรับโพลาไรซ์อัตโนมัติ และเครื่องขยายสัญญาณรบกวนต่ำโดยประกอบอยู่ในชิ้นเดียวกัน

Longitude : เส้นแวง หรือระยะทางที่วัดอยู่ในรูปขององศา โดยวัดเทียบจากเส้นเมอริเดียน (ดูคำอธิบาย Meridians) เส้นหนึ่งไปยังเส้นอื่น ๆ ที่เรากำหนด

Look Angle : มุมระหว่างระนาบของพื้นโลกกับจานรับสัญญาณที่เอียงขึ้นไป เพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมหรือส่งสัญญาณขึ้นไปยังดาวเทียม

Line of Sight : เส้นตรงระดับสายตา

Meridians : เส้นวงกลมที่ขีดผ่านขั้วโลกหนึ่งไปยังอีกขั้วโลกหนึ่ง โดยตัดผ่านเส้นศูนย์สูตรจนครบ 360°

Noise Figure : ค่าที่แสดงถึงสภาพการกำเนิดสัญญาณรบกวนในตัวเครื่องขยาย ถ้าเครื่องมีค่า NF สูง ก็แสดงว่ามีการกำเนิดสัญญาณรบกวนมากในตัวเครื่อง คุณภาพของสัญญาณที่ได้ก็จะด้อยลง มักจะใช้กับเครื่องขยายที่ใช้งานย่านความถี่ Ku-band โดยมีหน่วยเป็น dB

Noise Temperature : ค่าที่แสดงถึงสภาพการเกิดสัญญาณรบกวน ในตัวเครื่องขยายเช่นเดียวกันกับค่า Noise Figure แต่จะใช้งานกับเครื่องขยายที่ใช้งานย่านความถี่ C-band โดยมีหน่วยเป็น °K

Offset-fed Antenna : จานรับสัญญาณชนิดหนึ่งที่มีตัวจานทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนสัญญาณออกแบบมาจากส่วนหนึ่งของจานแบบพาราโบลิกที่ใช้งานทั่วไป ลักษณะของจานขณะที่ใช้งานจะไม่มีเสายื่นออกมาตรงกลางจาน หรือมีขาหลายขายื่นออกมาหน้าจานเหมือนแบบป้อนสัญญาณด้านหน้า

Orthogonal : ลักษณะของการบอกคู่ของขั้วคลื่นที่ใช้งานตรงกันข้ามกัน เช่น ขั้วคลื่นทางแนวนอนและแนวตั้ง หรือขั้วคลื่นแบบวงกลมหมุนซ้ายและวงกลมหมุนขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PAL : Phase Alternating Line เทคนิคการเข้ารหัสสีของระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ โดยใช้วิธีการสลับเส้นของสี ออกแบบโดยชาวเยอรมัน ปัจจุบันประเทศไทยใช้ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบนี้

Polar Mount : ฐานซึ่งใช้สำหรับตั้งจานรับสัญญาณที่มีกลไกในการควบคุมให้ตัวจานสามารถหันหน้าไปยังวงโคจรแบบคลาดได้โดยหมุนเพียงแกนเดียวบางครั้งก็เรียกว่าเป็นฐานแบบตามเส้นศูนย์สูตร (Equatorial Mount) เมื่อนำฐานแบบนี้มาติดตั้งจานรับสัญญาณเพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมค้างฟ้าจะต้องมีการปรับมุมเอียงชดเชยที่ด้านตรงข้ามกับมุมเงย

Polarization : โพลาไรเซชั่น หรือที่เรียกในภาษาไทยว่าขั้วคลื่น เป็นคุณสมบัติที่แสดงให้เห็นถึงการเดินทางของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าว่ามีลักษณะเป็นระนาบพุ่งออกไปหรือหมุนออกไป

Polarizer : อุปกรณ์ที่อยู่ในท่อนำคลื่นหรือในระบบสายอากาศ มีหน้าที่บังคับขั้วคลื่นให้เปลี่ยนไปมาระหว่างแบบระนาบ (Linear) กับแบบหมุนเป็นวงกลม (Circular)

Polarotor : ชื่อที่บัญญัติขึ้นมาเพื่อใช้เรียกโรเตอร์ สำหรับควบคุมขั้วคลื่น (Polarization Rotor) การเปลี่ยนขั้วคลื่นจะกระทำได้ โดยการควบคุมโรเตอร์ให้ไปหมุนโพรบที่อยู่ในฟีดฮอร์นอีกทอดหนึ่ง

Pre-emphasis : วิธีการปรับปรุงค่า S/N ในระบบ FM โดยการเพิ่มค่าความเบี่ยงเบนของเบสแบนด์ทางด้านความถี่สูงให้มากขึ้น

Prime Focus : จุดที่ติดตั้งฟีดฮอร์นของจานรับสัญญาณโดยจุดนี้ก็คือ จุดโฟกัสของตัวสะท้อนสัญญาณแบบพาราโบลา

RF : Radio Frequency ความถี่สัญญาณวิทยุ

Scalar Feed : ส่วนประกอบชิ้นหนึ่งของฟีดฮอร์น ที่มีลักษณะเป็นวงกลมซ้อนกันหลายวง กระจายออกไปจากปากท่อนำคลื่นของฟีดฮอร์น มักใช้กับระบบเครื่องรับสัญญาณจากดาวเทียมที่มีอยู่ตามบ้านพักอาศัย

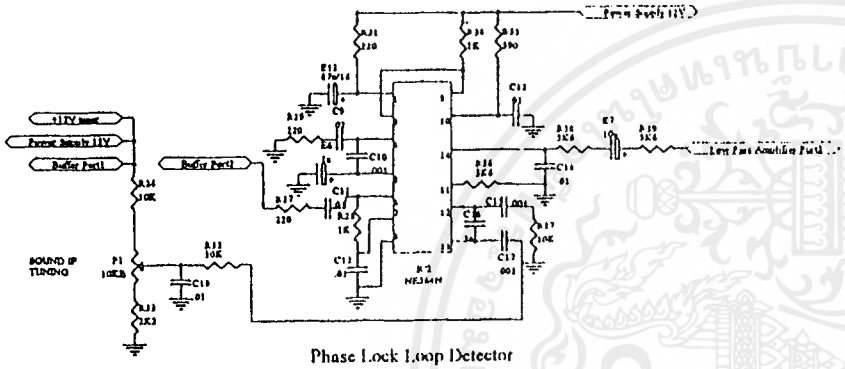
SCPC : Single Channel per Carrier ระบบการส่งสัญญาณเสียง และสัญญาณที่เป็นข้อมูลซึ่งใช้แถบความถี่แคบ (Narrowband)

Sidelobe : ลำคลื่นย่อยด้านข้างของลำคลื่นหลักที่เกิดจากสายอากาศ

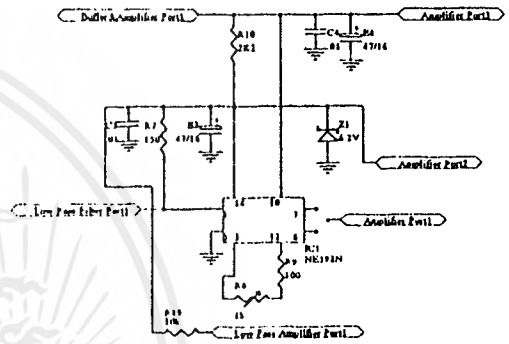
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S/N :	Signal-to-Noise ratio ค่าอัตราส่วนระหว่างสัญญาณที่ได้รับได้เทียบกับสัญญาณรบกวน เพื่อใช้วัดว่าสัญญาณภาพที่รับได้สดใส (ปราศจากสัญญาณรบกวน) เพียงใด
Sub-carrier :	คลื่นพาห์ย่อย ใช้ในการส่งเฉพาะสัญญาณสี สัญญาณเสียงของรายการโทรทัศน์สัญญาณเสียงของรายการอื่น ๆ และสัญญาณที่เป็นข้อมูลทางคอมพิวเตอร์หรือข้อมูลอื่น ๆ ส่วนสัญญาณภาพจะส่งไปในคลื่นพาห์หลัก
Theshold :	ในระบบ FM นั้นค่าของ C/N ที่จุดเทรลโฮลด์นี้จะสัมพันธ์กันกับค่า S/N ที่ได้จากการดีมอดูเลต
Transponder :	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทวนสัญญาณที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียม
UHF :	สัญญาณที่มีย่านความถี่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 300 MHz ถึง 3 GHz ซึ่งสถานีโทรทัศน์ภาคพื้นดินจะใช้ความถี่ตั้งแต่ 470 ถึง 890 MHz ในการส่งกระจายสัญญาณโทรทัศน์ ส่วนการส่งกระจายสัญญาณโทรทัศน์ระบบ DBS ที่ได้กำหนดเอาไว้ในประเทศที่กำลังพัฒนา หรือมีพื้นที่ที่ห่างไกลจะใช้ความถี่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 620 ถึง 790 MHz
Uplink :	เส้นทางของสัญญาณที่ส่งจากพื้นโลกขึ้นไปยังดาวเทียม ที่ลอยอยู่ในอวกาศเรียกว่าความถี่ส่งขึ้น
VBI :	Vertical Blanking Interval ช่วงแบลงกิ้งของสัญญาณสะแกนทางแนวตั้งในระบบเครื่องรับ-ส่งโทรทัศน์
VAWR :	Voltage Standing Wave ratio การวัดความไม่สมดุลย์ทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสายเคเบิ้ล ท่อนำคลื่น หรือระบบสายอากาศ
Yagi :	สายอากาศที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ประกอบด้วยโลหะที่เรียกว่าบูม ทำหน้าที่เป็นตัวยึดส่วนประกอบอีกชุดหนึ่งที่เรียกว่าอีลีเมนต์

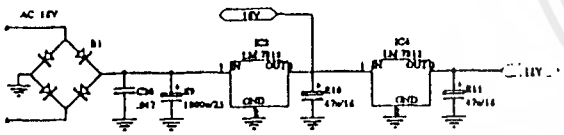
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



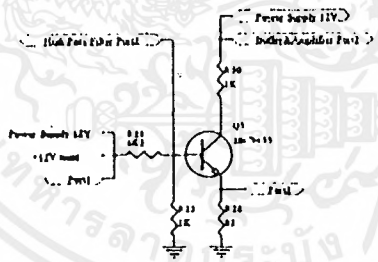
Phase Lock Loop Detector



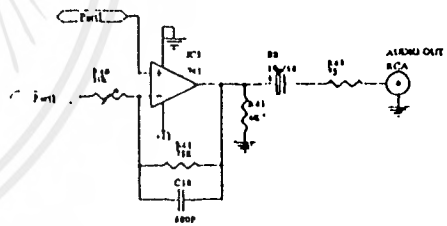
Vedio Amplifier



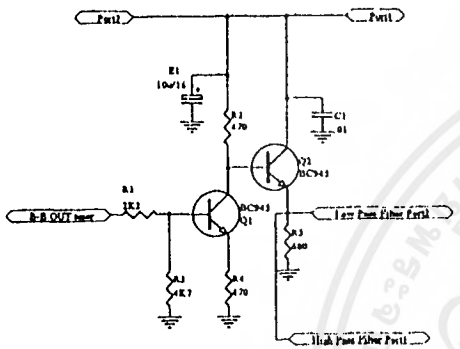
Power Supply



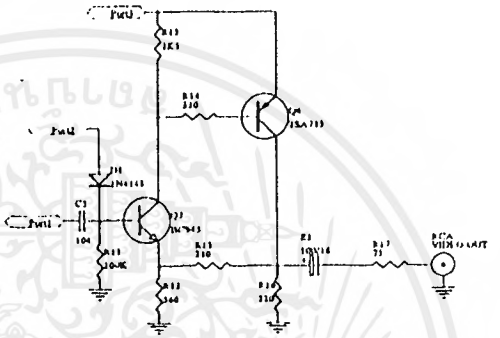
Buffer



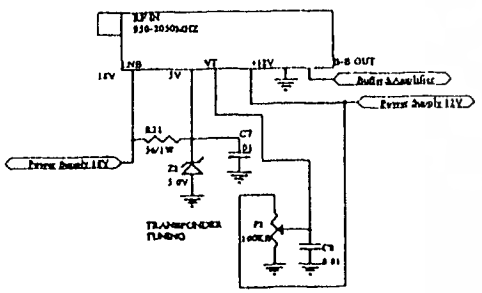
Low Pass Amplifier



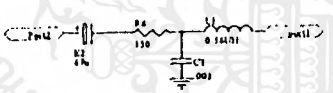
Buffer&Amplifier



Amplifier

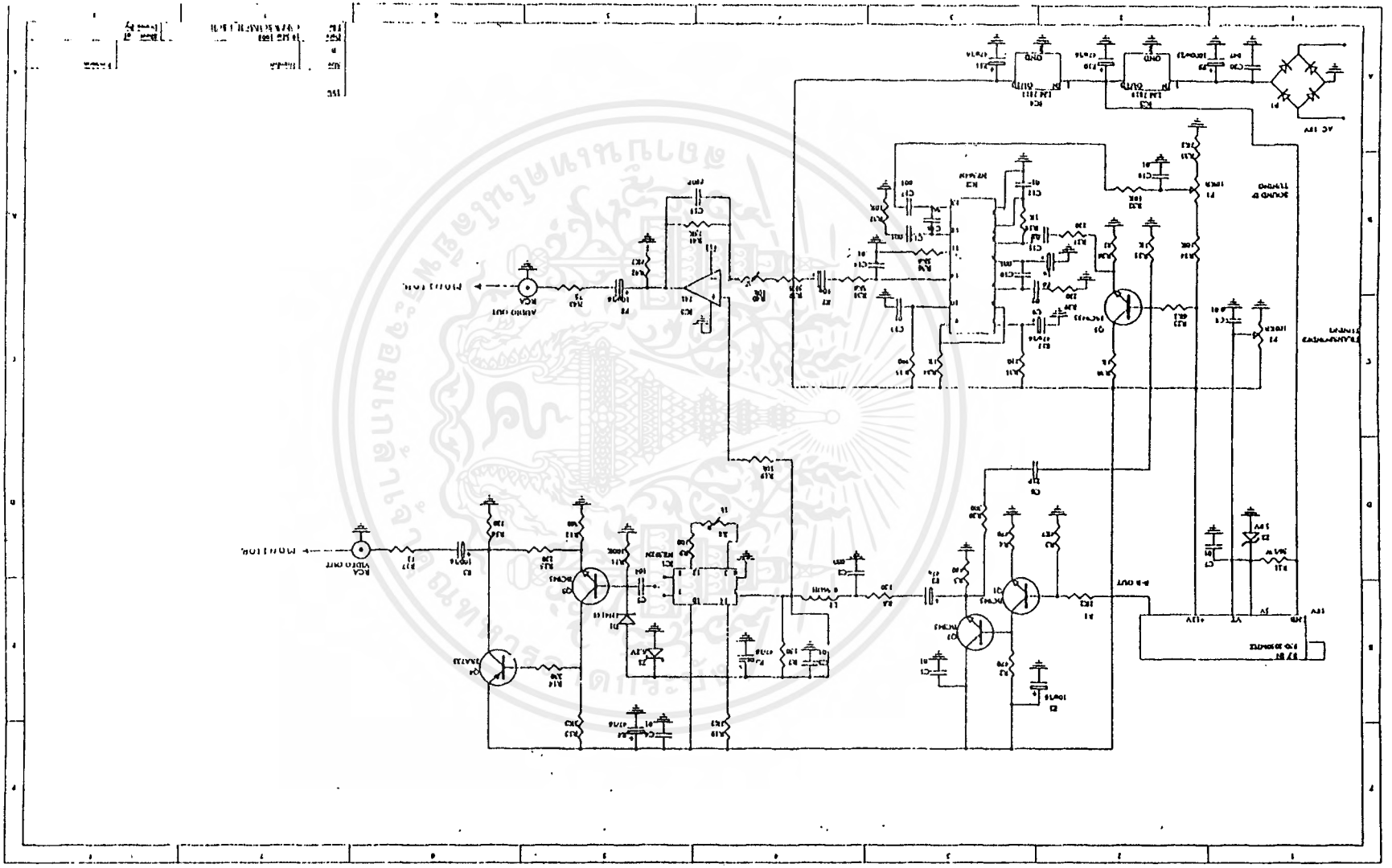


TUNER



Low Pass Filter

High Pass Filter



PHASE LOCKED LOOP

SE/NE564

DESCRIPTION

The NE564 is a versatile, high guaranteed frequency Phase Locked Loop designed for operation up to 50MHz. As shown in the block diagram, the NE564 consists of a VCO, limiter, phase comparator, and post detection processor.

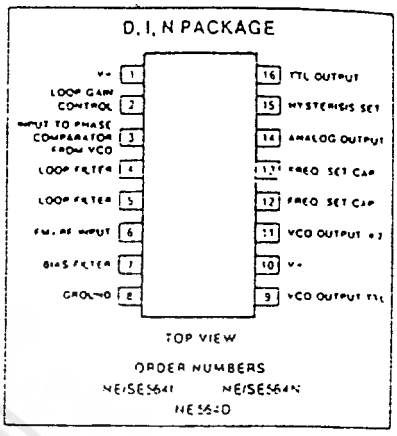
APPLICATIONS

- High speed modems
- FSK receivers and transmitters
- Frequency synthesizers
- Signal generators
- Various satcom/TV systems

FEATURES

- Operation with single 5V supply
- TTL compatible inputs and outputs
- Guaranteed operation to 50MHz
- External loop gain control
- Reduced carrier feedthrough
- No elaborate filtering needed in FSK applications
- Can be used as a modulator
- Variable loop gain (Externally Controlled)

PIN CONFIGURATION



ORDER NUMBERS

NE/SE564T NE/SE564N

NE564D

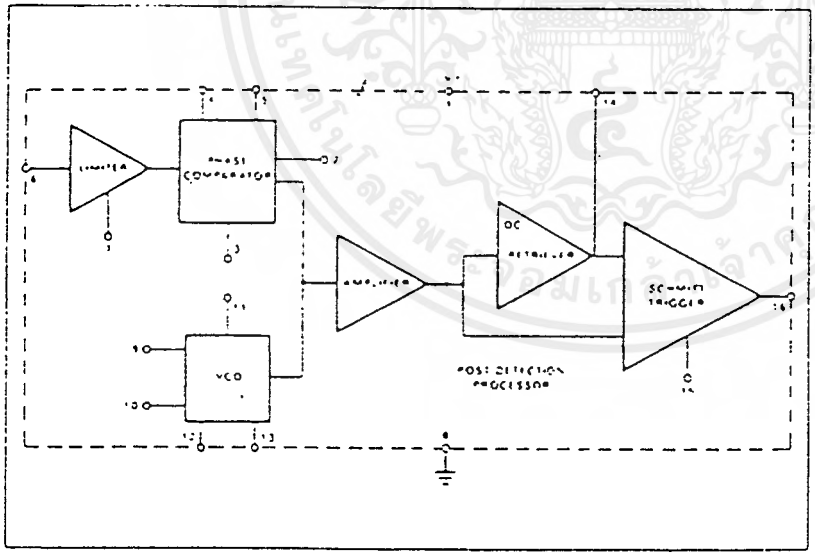
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

	PARAMETER		RATING	UNIT
V_+	Supply voltage			V
	Pin 1		14	
	Pin 10		5	
P_D	Power dissipation		500	mW
T_A	Operating temperature	NE	0 to 70	°C
	Operating temperature	SE	−55 to +125	
T_{stg}	Storage temperature		−65 to 150	°C

NOTE

Operation above 5 volts will require heatsinking of the case

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

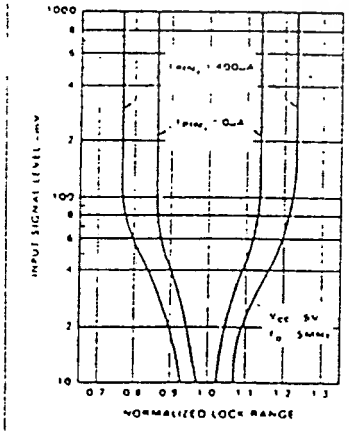
PHASE LOCKED LOOP

ELECTRICAL CHARACTERISTICS V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, f_o = 5MHz, I_R = 400μA unless otherwise specified

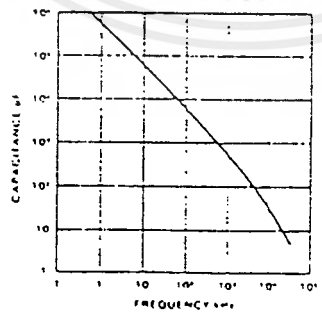
PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE564			NE564			UNIT
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Maximum VCO frequency	C_1 = 0 (stray)	50	65		45	60		MHz
Lock range	Input ≥ 200mVrms T_A = 25°C	40	70		40	70		% of f_o
	= 125°C	20	30					
	= − 55°C	50	80					
	= 0°C					75		
	= 70°C					40		
Capture range	Input ≥ 200mVrms, R_2 = 27Ω	20	30		20	30		% of f_o
VCO frequency drift with temperature	f_o = 5MHz, T_A = − 55°C to 125°C		400	1000				PPM/°C
	= 0°C to 70°C					400	1250	
	f_o = 500KHz, T_A = − 55°C to 125°C,		250	500				
	= 0°C to 70°C					400	850	
VCO free running frequency	C_1 = 91pF							
	R_C = 100Ω "Internal"	4	5	6	3.5	5	6.5	MHz
VCO frequency change with supply voltage	V_{CC} = 4.5V to 5.5V		3	8		3	8	% of f_o
Demodulated output voltage	Modulation frequency: 1KHz							
	f_o = 5MHz, input deviation							
	2% T = 25°C	16	25		16	28		mVrms
	1% T = 25°C	8	14		8	14		mVrms
	= 0°C					13		mVrms
	= − 55°C	5	10					mVrms
	= 70°C					15		mVrms
	= 125°C	12	16					mVrms
Distortion	Deviation: 1% to 8%		1			1		%
Signal to noise ratio	Std. condition, 1% to 10% dev		40			40		dB
AM rejection	Std. condition, 30% AM		35			35		dB
Demodulated O... operating volt...	Modulation frequency: 1KHz							
	f_o = 5MHz, input deviation 1%							
	V_{CC} = 4.5V	7	12		7	12		mVrms
	V_{CC} = 5.5V	8	14		8	14		mVrms
Supply current	V_{CC} = 5V I_1, I_{10}		45	60		45	60	mA
Output								
"1" output leakage current	V_{OUT} = 5V, Pin 16, 9		1	20		1	20	μA
"0" output voltage	I_{OUT} = 2mA, Pin 16, 9		0.3	0.6		0.3	0.6	V
	I_{OUT} = 6mA, Pin 16, 9		0.4	0.8		0.4	0.8	V

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

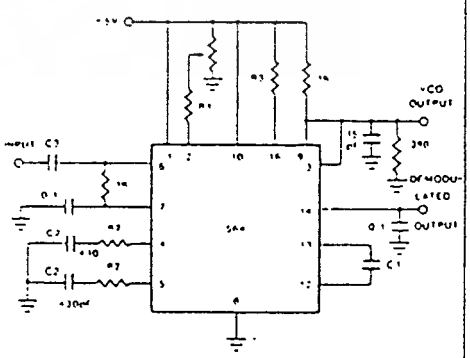
LOCK RANGE vs SIGNAL INPUT



VCO CAPACITOR vs FREQUENCY

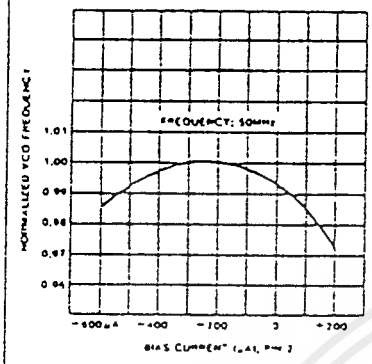


SE/NE 564 TEST CIRCUIT

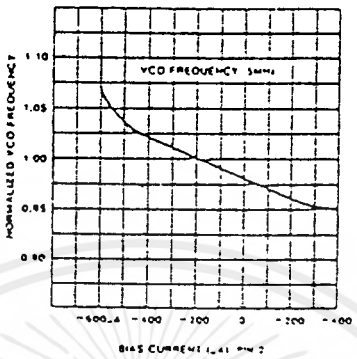


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

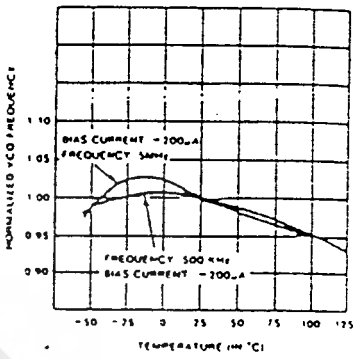
TYPICAL NORMALIZED VCO FREQUENCY AS A FUNCTION OF PIN 2 BIAS CURRENT



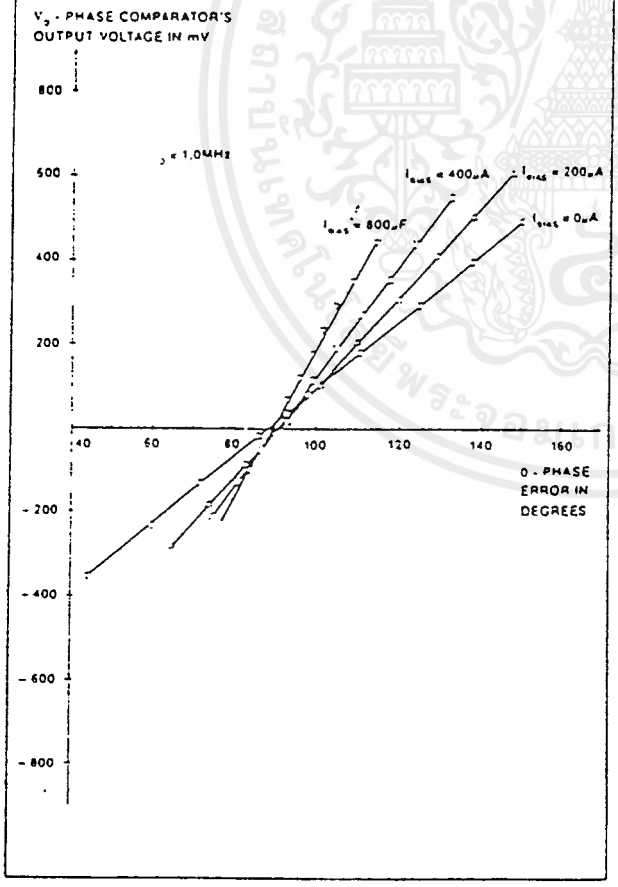
TYPICAL NORMALIZED VCO FREQUENCY AS A FUNCTION OF PIN 2 BIAS CURRENT



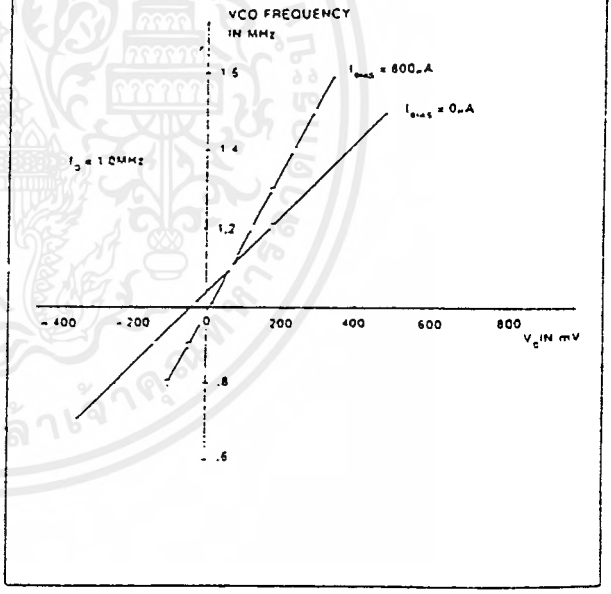
NORMALIZED VCO FREQUENCY AS A FUNCTION OF TEMPERATURE



VARIATION OF THE PHASE COMPARATOR'S OUTPUT VOLTAGE VERSUS PHASE ERROR AND BIAS CURRENT (K_D)



VCO OUTPUT FREQUENCY AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE AND BIAS CURRENT (K_O)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHASE LOCKED LOOP

FUNCTIONAL DESCRIPTION (figure 1)

The NE564 is a monolithic phase locked loop with a post detection processor. The use of Schottky clamped transistors and optimized device geometries extends the frequency of operation to greater than 50MHz. In addition to the classical PLL applications, the NE564 can be used as a modulator with a controllable frequency deviation.

The output voltage of the PLL can be written as shown in the following equation:

$$V_O = \frac{(f_{in} - f_o)}{K_{VCO}} \qquad \text{Equation 1}$$

K_{VCO} = conversion gain of the VCO
f_{in} = frequency of the input signal
f_o = free running frequency of the VCO

The process of recovering FSK signals involves the conversion of the PLL output into logic compatible signals. For high data rates, a considerable amount of carrier will be present at the output of the PLL due to the wideband nature of the loop filter. To avoid the use of complicated filters, a comparator with hysteresis or Schmitt trigger is required. With the conversion gain of the VCO fixed, the output voltage as given by Equation 1 varies according to the frequency deviation of f_{in} from f_o. Since this differs from system to system, it is necessary that the hysteresis of the Schmitt trigger be capable of being changed, so that it can be optimized for a particular system. This is accomplished in the 564 by varying the voltage at pin 15 which results in a change of the hysteresis of the Schmitt trigger.

For FSK signals, an important factor to be considered is the drift in the free running frequency of the VCO itself. If this changes due to temperature according to Equation 1 it will lead to a change in the dc levels of the PLL output and consequently to errors in the digital output signal. This is especially true for narrow band signals where the deviation in f_{in} itself may be less than the change in f_o due to temperature. This effect can be eliminated if the dc or average value of the signal is retrieved and used as the reference to the comparator. In this manner, variations in the dc levels of the PLL output do not affect the FSK output.

VCO Section

Due to its inherent high frequency performance, an emitter coupled oscillator is used in the VCO. In the circuit, shown in the equivalent schematic, transistors Q_{21} and Q_{23} with current sources Q_{25} - Q_{26} form the basic oscillator. The approximate free running frequency of the oscillator is shown in the following equation:

$$f_o = \frac{1}{22\, R_C\, (C_1 + C_S)} \qquad \text{Equation 2}$$

$R_C = R_{19} = R_{20} = 100\Omega$ (INTERNAL)
C_1 = external frequency setting capacitor
C_S = stray capacitance

Variation of V_d (phase detector output voltage) changes the frequency of the oscillator. As indicated by Equation 2, the frequency of the oscillator has a negative

EQUIVALENT SCHEMATIC

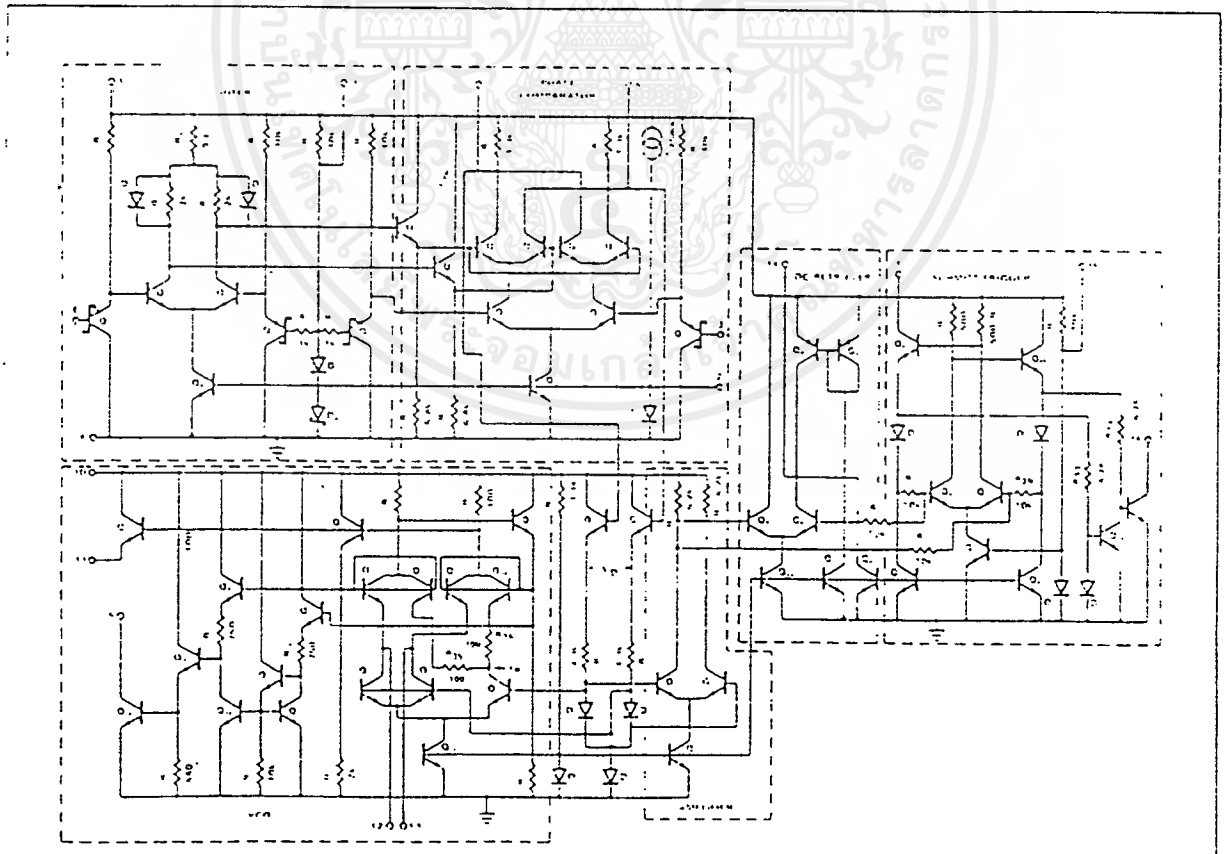


Figure 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

temperature coefficient due to the positive temperature coefficient of the monolithic resistor. To compensate for this, a current I_R with negative temperature coefficient is introduced to achieve a low frequency drift with temperature.

Phase Comparator Section

The phase comparator consists of a double balanced modulator with a limiter amplifier to improve AM rejection. Schottky clamped vertical PNPs are used to obtain TTL level inputs. The loop gain can be varied by changing the current in Q_4 and Q_{15} which effectively changes the gain of the differential amplifiers. This can be accomplished by introducing a current at pin 2.

Post Detection Processor Section

The post detection processor consists of a unity gain transconductance amplifier and comparator. The amplifier can be used as a dc retriever for demodulation of FSK signals, and as a post detection filter for linear FM demodulation. The comparator has adjustable hysteresis so that phase jitter in the output signal can be eliminated.

As shown in the equivalent schematic, the dc retriever is formed by the transductance amplifier Q_{42}–Q_{43} together with an external capacitor which is connected at the amplifier output (pin 14). This forms an integrator whose output voltage is shown in the following equation:

$$V_0 = \frac{g_m}{C_2} \int V_{in} dt \qquad \text{Equation 3}$$

g_m = transconductance of the amplifier
C_2 = capacitor at the output (pin 14)
V_{in} = signal voltage at amplifier input

With proper selection of C_2, the integrator time constant can be varied so that the output voltage is the dc or average value of the input signal for use in FSK, or as a post detection filter in linear demodulation.

The comparator with hysteresis is made up of Q_{49}–Q_{50} with positive feedback being provided by Q_{51}–Q_{52}. The hysteresis is varied by changing the current in Q_{52} with a resulting variation in the loop gain of the comparator. This method of hysteresis control, which is a dc control, provides symmetric variation around the nominal value.

Design Formula

The free running frequency of the VCO is shown by the following equation:

$$f_0 = \frac{1}{2.5\, R_C\, (C_1 + C_S)} \qquad \text{Equation 4}$$

R_C = 100 Ω
C_1 = external cap in farads
C_S = stray capacitance

FM DEMODULATOR AT 5V

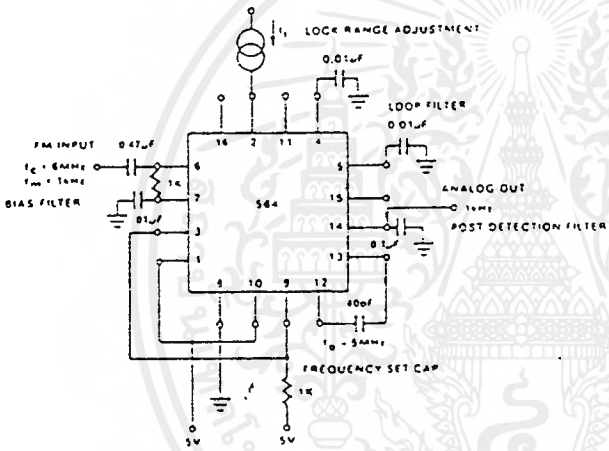


Figure 2

FM DEMODULATOR AT 12V

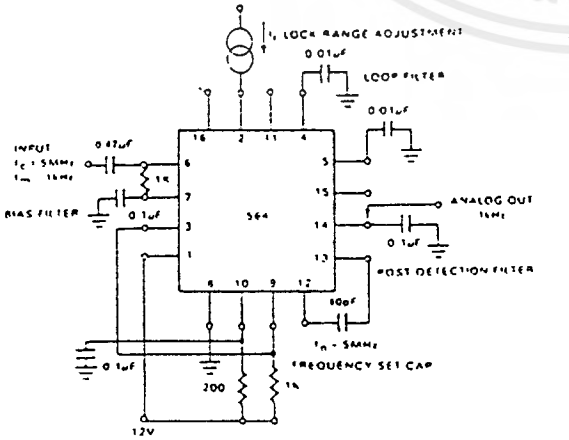


Figure 3

MODULATOR

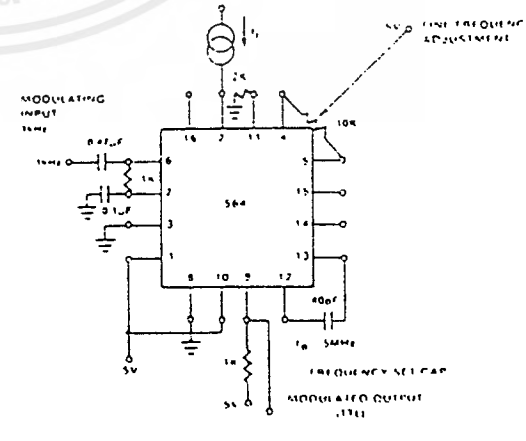


Figure 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The loop filter diagram shown is explained by the following equation:

$$F(s) = \frac{1}{1 + sRC_3} \text{ (First Order)} \qquad \text{Equation 5}$$

$R = R_{12} = R_{13} = 1.3k\Omega$ (INTERNAL)*

By adding capacitors to pins 4 and 5, a pole is added to the loop transfer function at

$$\omega = \frac{1}{RC_3}$$

*Refer to Figure 1.

APPLICATIONS

FM DEMODULATOR

The NE564 can be used as an FM demodulator. The connections for operation at 5V and 12V are shown in figures 2 and 3 respectively. The input signal is ac coupled with the output signal being extracted at pin 14. Loop filtering is provided by the capacitors at pins 4 and 5 with additional filtering being provided by the capacitor at pin 14. Since the conversion gain of the VCO is not very high, to obtain sufficient demodulated output signal the frequency deviation in the input signal should be 1% or higher.

MODULATION TECHNIQUES

The NE564 phase locked loop can be modulated at either the loop filter ports (pins 4 and 5) or the input port (pin 6) as shown in figure 4. The approximate modulation frequency can be determined from the frequency conversion gain curve shown in figure 5. This curve will be appropriate for signals injected into pins 4 and 5 as shown in figure 4.

FSK Demodulation

The 564 PLL is particularly attractive for FSK demodulation since it contains an internal voltage comparator and VCO which have TTL compatible inputs and outputs, and it can operate from a single 5 volt power supply. Demodulated dc voltages associated with the mark and space frequencies are recovered with a single external capacitor in a dc retriever without utilizing extensive filtering networks. An internal comparator, acting as a Schmitt trigger with an adjustable hysteresis, shapes the demodulated voltages into compatible TTL output levels. The high frequency design of the 564 enables it to demodulate FSK at high data rates in excess of 1.0M baud.

Figure 5 shows a high-frequency FSK decoder designed for input frequency deviations of ± 1.0MHz centered around a free-running frequency of 10.8MHz. The value of the timing capacitance required was estimated from figure 8 to be approximately 40pF. A trimmer capacitor was added to fine tune f_o to 10.8MHz.

The lock range graph indicates that the ± 1.0MHz frequency deviations will be within the lock range for input signal levels greater than approximately 50mV with zero pin 2 bias current. While strictly this figure is appropriate only for 5MHz, it can be used as a guide for lock range estimates at other f_o frequencies.

The hysteresis was adjusted experimentally via the 10kΩ potentiometer and 2kΩ bias arrangement to give the waveshape shown in figure 7 for 20K, 500K, 2M baud rates with square wave FSK modulation. Note the magnitude and phase relationships of the phase comparators output voltages with respect to each other and to the FSK output. The high frequency sum components of the input and VCO frequency also are visible as noise on the phase comparators outputs.

10.8MHz FSK DECODER USING THE 564

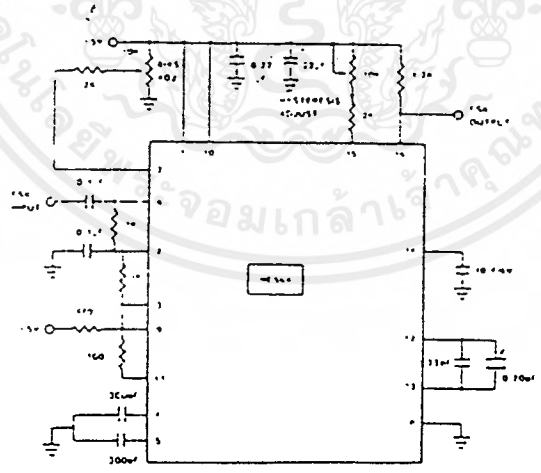


Figure 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHASE COMPARATOR (PINS 4 AND 5) AND FSK (PIN 16) OUTPUTS FOR DATA RATES OF

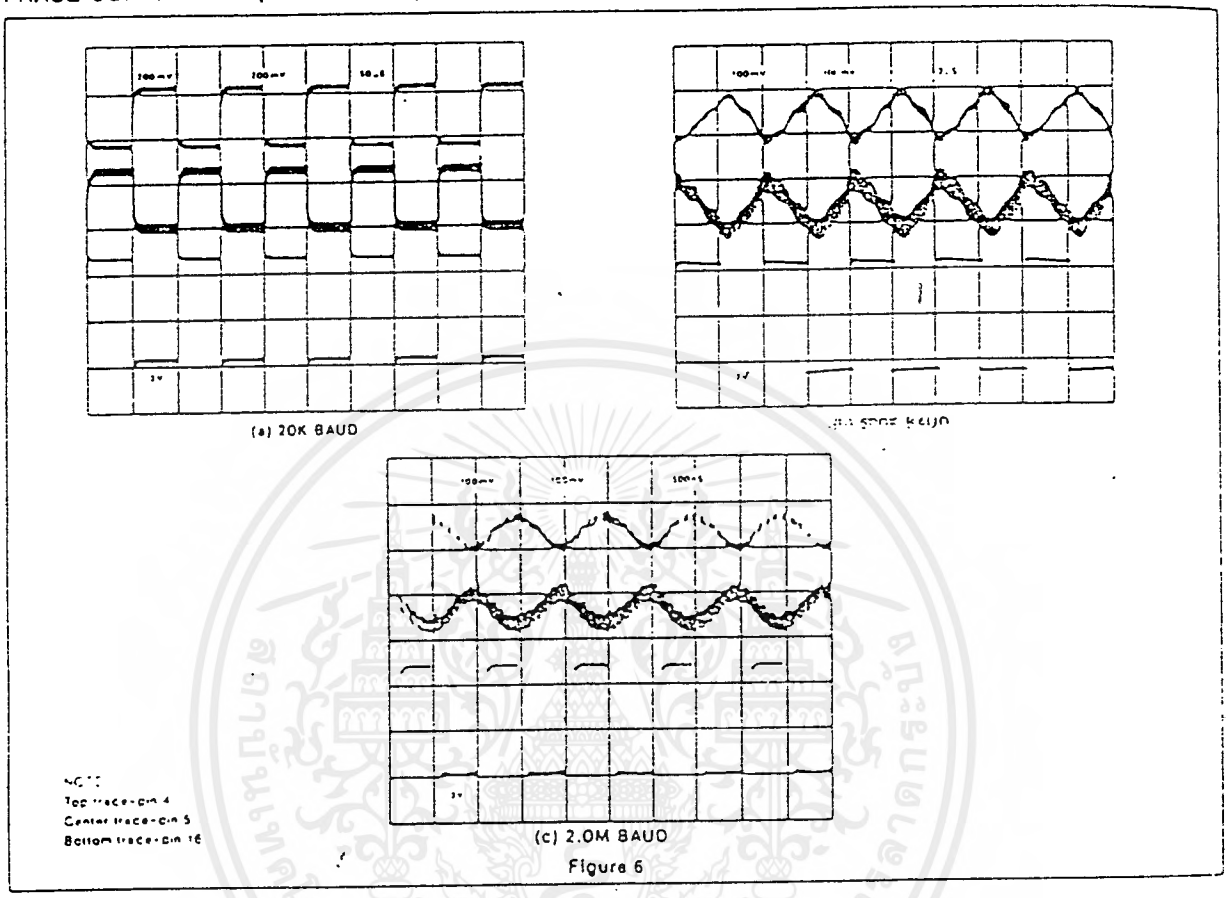


Figure 6

OUTLINE OF SETUP PROCEDURE

1. Determine operating frequency of the VCO – .
   If ÷ N in feedback loop, then
   $f_o = N \times f_{in}$.
2. Calculate value of the VCO frequency set capacitor:
   $$C_O = \frac{1}{2500\, f_o}$$
3. Set I_2 (current sinking into Pin 2) for ≅ 100μA. After operation is obtained, this value may be adjusted for best dynamic behavior.
4. Check VCO output frequency with digital counter at Pin 9 of device (loop open, VCO to o det.). Adjust C_O trim or frequency adj. Pin 4-5 for exact center frequency if needed.
5. Close loop and inject input signal to Pin 6. Monitor Pin 3 and 6 with two channel scope. Lock should occur with $\Delta\phi_{3\text{-}6}$ equal to 90° (phase error).
6. If pulsed burst or ramp frequency is used for input signal, special loop filter design may be required in place of simple single capacitor filter on Pin 4 and 5. (See PLL application section in Analog Manual.)
7. The input signal to Pin 6 and the VCO feedback signal to Pin 3 must have a duty cycle of 50% for proper operation of the phase detector. Due to the nature of a balanced mixer if signals are not 50% in duty cycle, D.C. offsets will occur in the loop which tend to create an artificial or biased VCO offset.
6. For multiplier circuits where phase jitter is a problem, loop filter capacitors may be increased to a value of 10-50μF on Pin 4, 5. Also careful supply decoupling may be necessary. This includes the counter chain V_{CC} lines

NE564
PHASE LOCKED FREQUENCY MULTIPLIER WITH VCXO

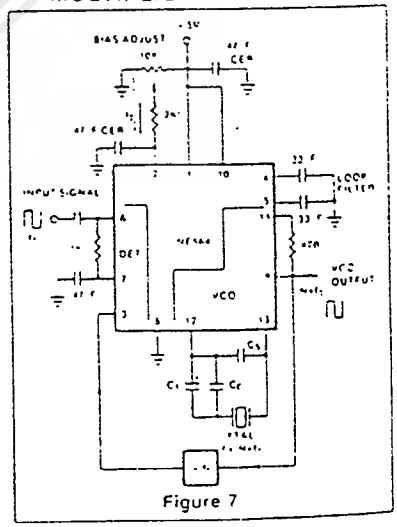
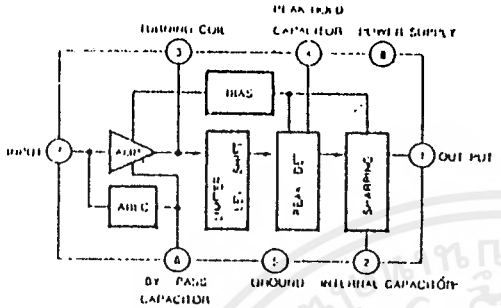


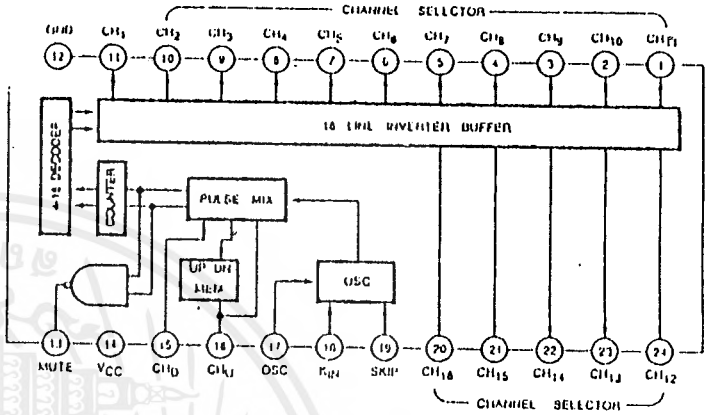
Figure 7

*For additional information, consult the Applications Section.

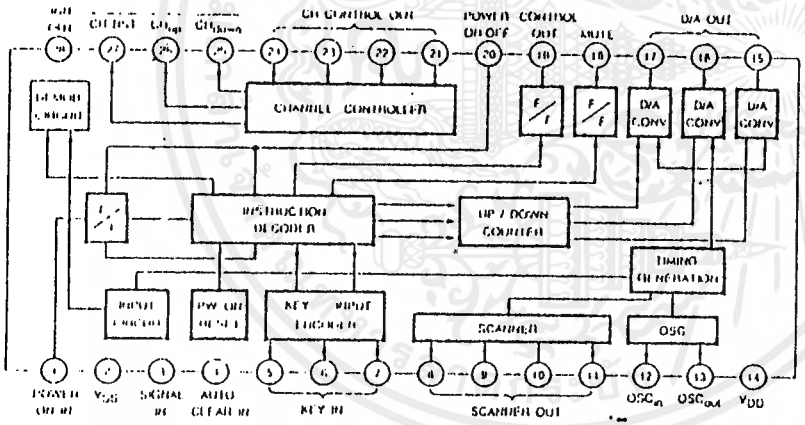
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



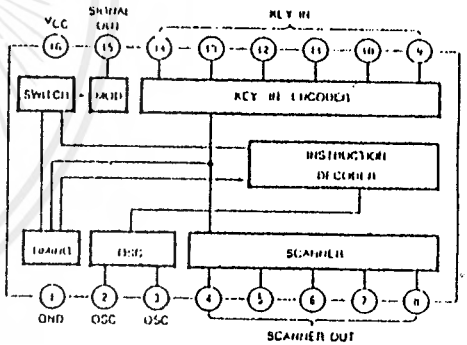
(ก) บล็อกไดอะแกรมภายในของ μPC 1373H



(ข) บล็อกไดอะแกรมภายในของ μPC 1363C



(ค) บล็อกไดอะแกรมภายในของ M5848SP



(ง) บล็อกไดอะแกรมภายในของ M5848SP

μA741

FREQUENCY-COMPENSATED OPERATIONAL AMPLIFIER

FAIRCHILD LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

GENERAL DESCRIPTION — The μA741 is a high performance monolithic Operational Amplifier constructed using the Fairchild Planar* epitaxial process. It is intended for a wide range of analog applications. High common mode voltage range and absence of latch-up tendencies make the μA741 ideal for use as a voltage follower. The high gain and wide range of operating voltage provides superior performance in integrator, summing amplifier, and general feedback applications. Electrical characteristics of the μA741A and E are identical to MIL-M-38510/10101.

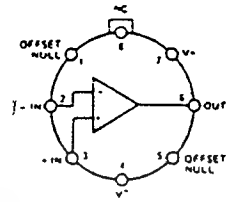
- NO FREQUENCY COMPENSATION REQUIRED
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OFFSET VOLTAGE NULL CAPABILITY
- LARGE COMMON MODE AND DIFFERENTIAL VOLTAGE RANGES
- LOW POWER CONSUMPTION
- NO LATCH-UP

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage	
μA741A, μA741, μA741E	±22 V
μA741C	±18 V
Internal Power Dissipation (Note 1)	
Metal Can	500 mW
Molded and Hermetic DIP	670 mW
Mini DIP	310 mW
Flatpak	570 mW
Differential Input Voltage	±30 V
Input Voltage (Note 2)	±15 V
Storage Temperature Range	
Metal Can, Hermetic DIP, and Flatpak	−65°C to +150°C
Mini DIP, Molded DIP	−55°C to +125°C
Operating Temperature Range	
Military (μA741A, μA741)	−55°C to +125°C
Commercial (μA741E, μA741C)	0°C to +70°C
Lead Temperature (Soldering)	
Metal Can, Hermetic DIPs, and Flatpak (60 s)	300°C
Molded DIPs (10 s)	260°C
Output Short Circuit Duration (Note 3)	Indefinite

CONNECTION DIAGRAMS

8-LEAD METAL CAN
(TOP VIEW)
PACKAGE OUTLINE 5B

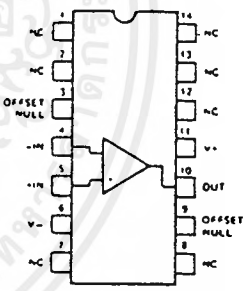


Note: Pin 4 connected to case

ORDER INFORMATION

TYPE	PART NO.
μA741A	μA741AHM
μA741	μA741HM
μA741E	μA741EHC
μA741C	μA741HC

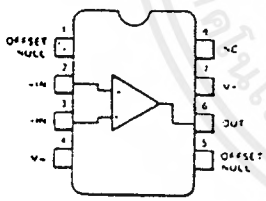
14-LEAD DIP
(TOP VIEW)
PACKAGE OUTLINE 6A, 9A



ORDER INFORMATION

TYPE	PART NO.
μA741A	μA741ADM
μA741	μA7410M
μA741E	μA741EDC
μA741C	μA7410C
μA741C	μA741PC

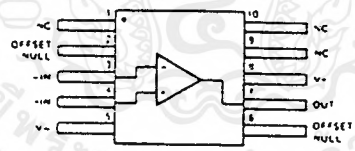
8-LEAD MINIDIP
(TOP VIEW)
PACKAGE OUTLINES 6T 9T
PACKAGE CODES T R



ORDER INFORMATION

TYPE	PART NO.
μA741C	μA741TC
μA741C	μA741RC

10-LEAD FLATPAK
(TOP VIEW)
PACKAGE OUTLINE 3F



ORDER INFORMATION

TYPE	PART NO.
μA741A	μA741AFM
μA741	μA741FM

Notes on following pages.

*Planar is a patented Fairchild process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μA741A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = ±15V, T_A = 25°C unless otherwise specified)

PARAMETERS (see definitions)		CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Offset Voltage		$R_S \leq 50\Omega$			0.8	3.0	mV
Average Input Offset Voltage Drift						15	μV/°C
Input Offset Current					3.0	30	nA
Average Input Offset Current Drift						0.5	nA/°C
Input Bias Current					30	80	nA
Power Supply Rejection Ratio		V_S = +10, −20; V_S = +20, −10V, R_S = 50Ω			15	50	μV/V
Output Short Circuit Current				10	25	35	mA
Power Dissipation		V_S = ±20V			90	150	mW
Input Impedance		V_S = ±20V		1.0	6.0		MΩ
Large Signal Voltage Gain		V_S = ±20V, R_L = 2kΩ, V_{OUT} = ±15V		50			V/mV
Transient Response (Unity Gain)	Rise Time				0.25	0.8	μs
	Overshoot				6.0	20	%
Bandwidth (Note 4)				.437	1.5		MHz
Slew Rate (Unity Gain)		V_{IN} = ±10V		0.3	0.7		V/μs
The following specifications apply for $-55°C \leq T_A \leq +125°C$							
Input Offset Voltage						4.0	mV
Input Offset Current						70	nA
Input Bias Current						210	nA
Common Mode Rejection Ratio		V_S = ±20V, V_{IN} = ±15V, R_S = 50Ω		80	95		dB
Adjustment For Input Offset Voltage		V_S = ±20V		10			mV
Output Short Circuit Current				10		40	mA
Power Dissipation		V_S = ±20V	−55°C			165	mW
			+125°C			135	mW
Input Impedance		V_S = ±20V		0.5			MΩ
Output Voltage Swing		V_S = ±20V,	R_L = 10kΩ	±16			V
			R_L = 2kΩ	±15			V
Large Signal Voltage Gain		V_S = ±20V, R_L = 2kΩ, V_{OUT} = ±15V		32			V/mV
		V_S = ±5V, R_L = 2kΩ, V_{OUT} = ±2V		10			V/mV

NOTES

1. Rating applies to ambient temperatures up to 70°C. Above 70°C ambient derate linearly at 6.3mW/°C for the metal can, 8.3mW/°C for the DIP and 7.1mW/°C for the Flatpak.
2. For supply voltages less than ±15V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.
3. Short circuit may be to ground or either supply. Rating applies to +125°C case temperature or 75°C ambient temperature.
4. Calculated value from: $BW(MHz) = \frac{0.35}{\text{Rise Time}(\mu s)}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้