



จานรับสัญญาณดาวเทียม

SATELLITE DISH ANTENNA

โดย

นาย จักรกฤษ กิ่งแก้ว

นาย พลกฤษณ์ ภู่อธิคุณ



วัน เดือน ปี... ๑๐ ก.ค. ๒๕๕๒
 เลขทะเบียน... ๐๑๖๙๓๑
 เลขเรียกหนังสือ... ที๑๘๐๑๕ ค. ๒๑๕๗

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๓๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีผู้ใช้

036932

หัวข้อปริญญาบัตร งานรับสัญญาณดาวเทียม
SATELLITE DISH ANTENNA

ชื่อนักศึกษา นาย จักรกฤษ กิ่งแก้ว

นาย พลกฤษณ์ ภู่อธิกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ประกิจ ตั้งศิษานนท์

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2538

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นำปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์ บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญาบัตร

ประธานกรรมการ

()

กรรมการ

()

กรรมการ

()

กรรมการ

()

กรรมการ

()

ลิขสิทธิของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานรับสัญญาณดาวเทียม

โดย นายจักรกฤษ กิ่งแก้ว รหัส 37012001
นายพลกฤษณ์ ภูสิทธิกุล รหัส 37012015

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ประกิจ ตั้งศิลาพันธ์
ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ การรับสัญญา โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายทำให้เกิดความต้องการเครื่องรับสัญญาณและงานรับสัญญาณมากขึ้นซึ่งส่วนใหญ่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทางกลุ่มผู้ทดลองจึงได้ถูกมอบหมายให้สร้างงานรับสัญญาณดาวเทียมขึ้น โดยเน้นให้สร้างง่ายและราคาไม่แพง โดยอุปกรณ์ทั่วไปประกอบด้วย อลูมิเนียม ตะแกรง และเหล็ก เป็นส่วนใหญ่ผลของการรับสัญญาณภาพและเสียงจากงานที่สร้างมีความชัดเจนค่อนข้างดีเทียบเท่ากับงานจากต่างประเทศ

SATELLITE DISH ANTENNA

BY MR. JAKKRIT KINGKAEW NO. 37012001
MR. PONKRIT PUSITTIKUL NO. 37012015

ADVISER Associate Professor. PRAKIT TUNGTISANON

YEAR 1995

ABSTRACT

Owing to widely spreading in the receipt of satellite broadcasting programmes nowadays, demand in satellite signal's receiving devices and satellite signal's receiving plates is growing very much. Most of them are imported at high price. Thus, the experimental team, is assigned to produce satellite signal's receiving plate on the purpose of simpleness and cheapness. In general, the major materials of plate consist of aluminium, screen and metal, that are in good quality of vision and sound as nearly same as the imported one.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของ รองศาสตราจารย์ ประกิจ ตั้งติสานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ รวมถึง อุปกรณ์เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม เพื่อใช้ในการทดลอง

ทางผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา - มารดา ซึ่งคอยให้กำลังใจเสมอมาจน สำเร็จการศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 ระบบการส่งโทรทัศนผ่านดาวเทียม	1
ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม	1
ย่านความถี่ใช้งาน	2
ทรานสปอนเดอร์	4
ฟูตปรินท์	4
บทที่ 2 การรับสัญญาณโทรทัศนผ่านดาวเทียม	7
งานรับสัญญาณดาวเทียม	9
พีคฮอว์น LNB และอุปกรณ์ปรับขั้วสัญญาณ	23
เครื่องรับสัญญาณ	29
บทที่ 3 อุปกรณ์จากรับสัญญาณดาวเทียม	32
งานรับสัญญาณดาวเทียม	33
ตัวรวมสัญญาณ	45
อุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำ	48
ขั้วต่อและสายนำสัญญาณ	59
ตลับแยกสัญญาณ	63
บทที่ 4 การติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม	66
เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้ง	75
ขั้นตอนการสร้างงานดาวเทียม	80
ภาพลำดับขั้นการติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียมแบบคงที่ (FIXED)	83
ผลการทดลองและสรุป	93
บรรณานุกรม	

วัตถุประสงค์

1. ผลิตจากวัสดุที่หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด
2. ราคาถูกกว่างานที่ผลิตจากโรงงาน
3. บุคคลทั่วไปสามารถทำได้
4. ประสิทธิภาพของงานที่ผลิตสามารถเทียบเท่ากับงานที่ผลิตจากโรงงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ระบบการส่งโทรทัศนผ่านดาวเทียม

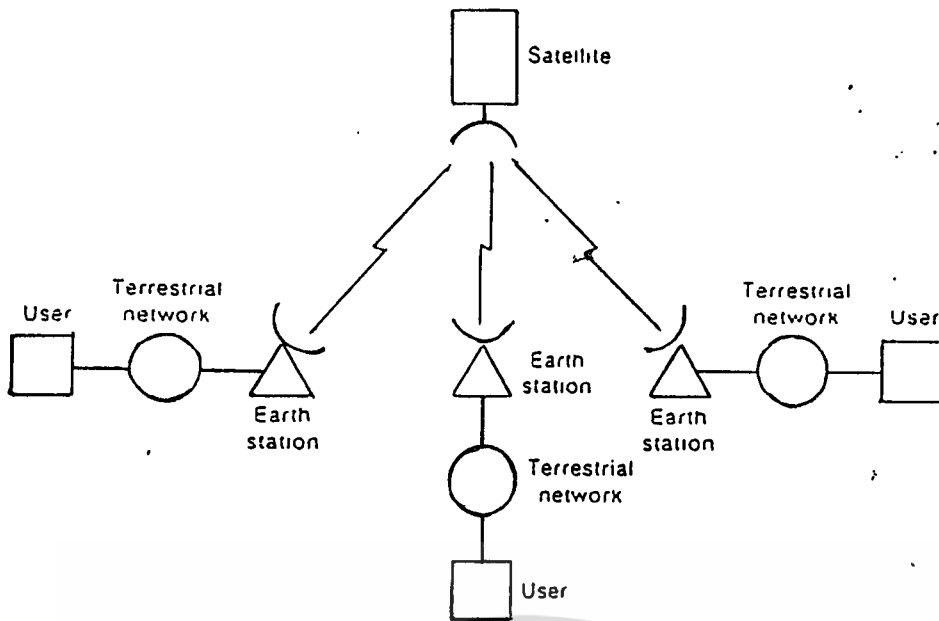
ในปัจจุบันระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นที่นิยมกันมากทั่วโลก มีการส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรอยู่ในวงโคจรเป็นจำนวนนับร้อยดวงเนื่องจากระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมมีข้อดีหลายอย่างการทำงานมีพื้นที่ครอบคลุมส่วนต่างๆของพื้นโลกได้กว้างแล้วแต่จะออกแบบระบบงานสายอากาศบนดาวเทียมให้เหมาะที่จะใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศภายในประเทศหรือใช้สำหรับการแพร่สัญญาณโทรทัศนให้ครอบคลุมพื้นที่ต่าง ๆ นอกจากนี้ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมกำลังมีบทบาทในการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจทรัพยากรธรณี การสำรวจภูมิประเทศ หรือใช้งานทางด้านทหาร เป็นต้น

เนื่องจากในปัจจุบันการจัดสรรความถี่ (Allocation Frequency) ทั้งในย่านความถี่ HF (High Frequency) จนถึงย่านความถี่ VHF (Very High Frequency) หรือไมโครเวฟ เริ่มเต็ม ทำให้ต้องหันมาใช้การสื่อสารดาวเทียมกันมาก โดยเฉพาะทางด้านกระจายข่าวสาร (Broadcasting)

การสื่อสารดาวเทียมทางด้าน Broadcast โดยเฉพาะทางด้านโทรทัศนได้มีการพัฒนาหันมาใช้ดาวเทียมกันมากขึ้น ในประเทศไทยก็เช่นกัน ซึ่งในปัจจุบันเรามีดาวเทียมที่ใช้งานทางด้านโทรทัศนมาเป็นของเราเองคือ “ไทยคม” ดังนั้นแนวโน้มการใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมของประชาชนภายในประเทศจึงเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆและเพื่อให้เข้าใจระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมที่ใช้กับงานทางด้านโทรทัศนจึงต้องศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ตามหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite System)

ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมมีส่วนประกอบพื้นฐานคือดาวเทียมที่ลอยอยู่ในอวกาศ ซึ่งดาวเทียมนี้อาจจะทำการสื่อสารเชื่อมโยงกับสถานีภาคพื้นดินดังแสดงใน รูปที่ 1-1 โดยผู้ใช้จะทำการส่งสัญญาณเบสแบนด์ (Base Band) สัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังสถานีภาคพื้นดิน (Terrestrial Network) เมื่อถึงสถานีภาคพื้นดิน สัญญาณก็จะถูกมอดูเลท (Modulate) กลับไปเป็นสัญญาณเบสแบนด์และส่งต่อไปยังผู้ใช้และผ่านทางเครือข่ายการสื่อสารภาคพื้นดิน



รูปที่ 1-1 แสดงองค์ประกอบของการสื่อสารดาวเทียม

ดาวเทียมสื่อสารในปัจจุบันจะลอยอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรที่ประมาณ 36,000 กม.ห่างออกได้จากโลก ซึ่งเรียกแนวเส้นรอบวงแหวนนี้ว่า “เส้นวง ซี. คลาก” ที่ระยะห่างนี้เป็นระยะที่มีแรงโน้มถ่วงของโลกอ่อน และแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเนื่องจากการโคจรตามการหมุนรอบตัวเองของโลกหักล้างกันจนเป็นแนวสมดุลที่ดาวเทียมไม่หลุดออกจากวงโคจรและจะไม่ถูกดึงดูดเข้าหาโลก

1.2 ย่านความถี่ใช้งาน

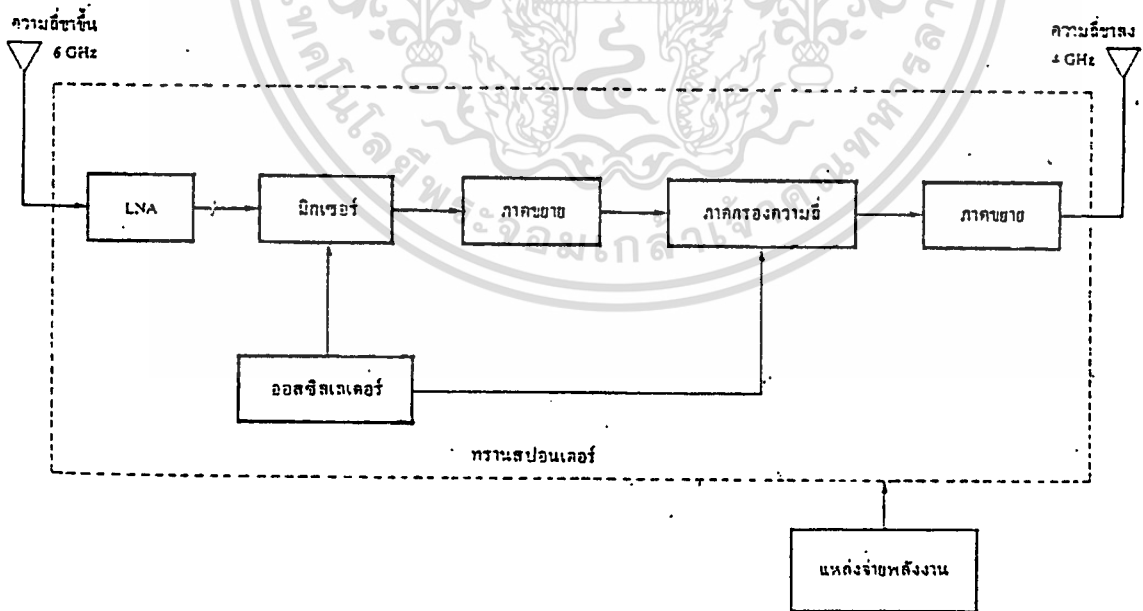
ในปัจจุบันดาวเทียมสื่อสารที่ใช้ทางธุรกิจทั่วไป จะมีขอบเขตการใช้งานขนาดแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของสัญญาณขาขึ้นและขาลงประมาณ 500 MHz และแถบความถี่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดก็คือในย่าน C-band 6/4 GHz โดยสัญญาณขาขึ้นจะมีความถี่คลื่นพาห์ (Carrier) ในช่วง 5.725 ถึง 4.8 GHz การใช้งานย่านความถี่ 6/4 GHz นี้ในปัจจุบันมีการใช้งานกันมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั่วโลกถ้าปล่อยให้มีการใช้งานในย่านนี้มากขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะทำให้เกิดปัญหาทางด้านสัญญาณที่จะเกิดการรบกวนกันได้ ดังนั้นจึงได้มีการเริ่มใช้งานในย่านความถี่ Ku-band 14/12 GHz ขึ้นอีกโดยที่ความถี่ขาขึ้นจะอยู่ในช่วง 12.75 ถึง 14.8 GHz. และความถี่ขาลงจะอยู่ในช่วง 10.7 ถึง 12.3 GHz ความถี่ในย่านนี้มีแนวโน้มว่าจะมีการใช้งานมากขึ้นในอนาคตแต่ปัญหาหนึ่งที่เป็นข้อเสียเปรียบของการใช้งานในย่านความถี่นี้ คือ ปัญหาการลดทอนสัญญาณเนื่องจากฝน (Rain Induce Attenuation) ซึ่งมีค่ามากกว่าในย่าน C-band (6/4 GHz) มากนอกจากนี้ความถี่ในย่าน 30/20 GHz ก็มีการนำมาใช้งานกันบ้างแล้วซึ่งประกอบด้วยความถี่ขาขึ้นในช่วง 27.5 ถึง 31 GHz และความถี่ขาลงในช่วง 18.1 ถึง 21.2 GHz อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการใช้งานในย่านความถี่นี้ยังอยู่ในขั้นทดลองและมีราคาแพงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อ ๒๓ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแบนด์	ความถี่ (GHz)
UHF	0.30-1.12
L	1.12-1.70
Ls	1.70-2.60
S	2.60-3.95
C	3.95-5.85
Xc	5.85-8.20
X	8.20-12.4
Ku	12.4-18.0
K	18.0-26.5
Ka	26.5-40.0
Q	33.0-50.0
U	40.0-60.0
M	50.0-75.0
E	60.0-90.0
F	90.0-140.0
G	140.0-220.0
R	220.0-325.0

ตารางที่ 1 การแบ่งช่วงความถี่ย่านไมโครเวฟ



รูปที่ 1-2 แผนผังโครงสร้างภายในของทรานสปอนเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ทรานสปอนเดอร์

จากรูปที่ 1-2 แสดงโคแอดแกรมภายในของทรานสปอนเดอร์ ทรานสปอนเดอร์ คือ ชุดอุปกรณ์หลักที่ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดสัญญาณที่รับกลับลงมายังภาคพื้นดินเริ่มจากขยายสัญญาณที่รับจากสายอากาศนั้นจะแปลงความถี่ให้ต่ำลงที่ภาคมิกเซอร์ แล้วจึงขยายสัญญาณให้มีกำลังขยายสูงขึ้นเมื่อส่งกลับมายังโลกซึ่งขั้นตอนการทำงานอยู่ในย่านไมโครเวฟทั้งสิ้น

ตามปกติทรานสปอนเดอร์บนดาวเทียมมีอยู่ด้วยกัน 12 ชุด แยกกันตามแถบความถี่ทำงานซึ่งแต่ละชุดจะคลุมความถี่ 36 Mhz รวมทั้งหมด 12 ชุด จะคลุมความถี่ทั้งแบนด์เท่ากับ 500 Mhz ของระบบสื่อสารดาวเทียม

หนึ่งทรานสปอนด์จะใช้งานกับช่องสัญญาณเสียง (300-3,400 Hz) หรือเรียกว่าช่องสัญญาณโทรศัพท์ได้ประมาณ 400 ช่อง หรือถ้าใช้กับช่องสัญญาณภาพจะได้ 1 ถึง 2 ช่องแล้วแต่เทคนิคในการจัดสรรช่องสัญญาณ

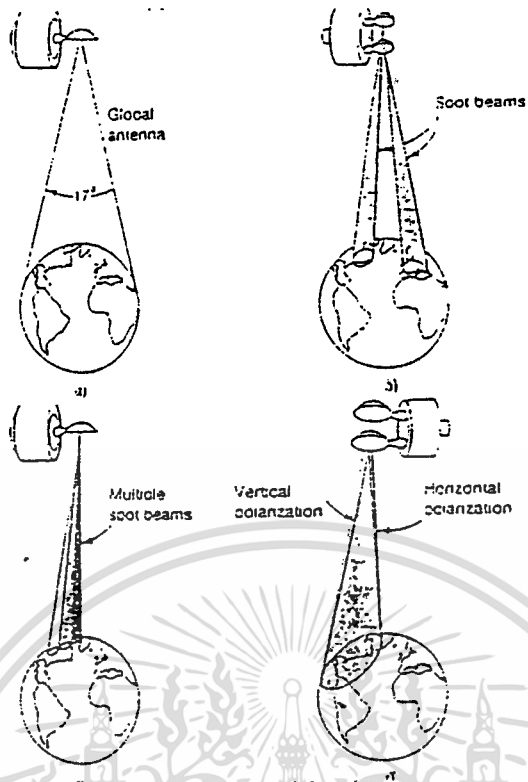
1.4 ฟุตพริ้นท์

ส่วนที่เป็นสายอากาศของดาวเทียมจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณโทรทัศน์ลงมายังพื้นโลกให้มีรูปร่างเฉพาะตัวได้ ลักษณะของลำคลื่นที่ออกแบบไว้ให้ครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ที่ต้องการนี้เราเรียกว่า ฟุตพริ้นท์ (Footprint)

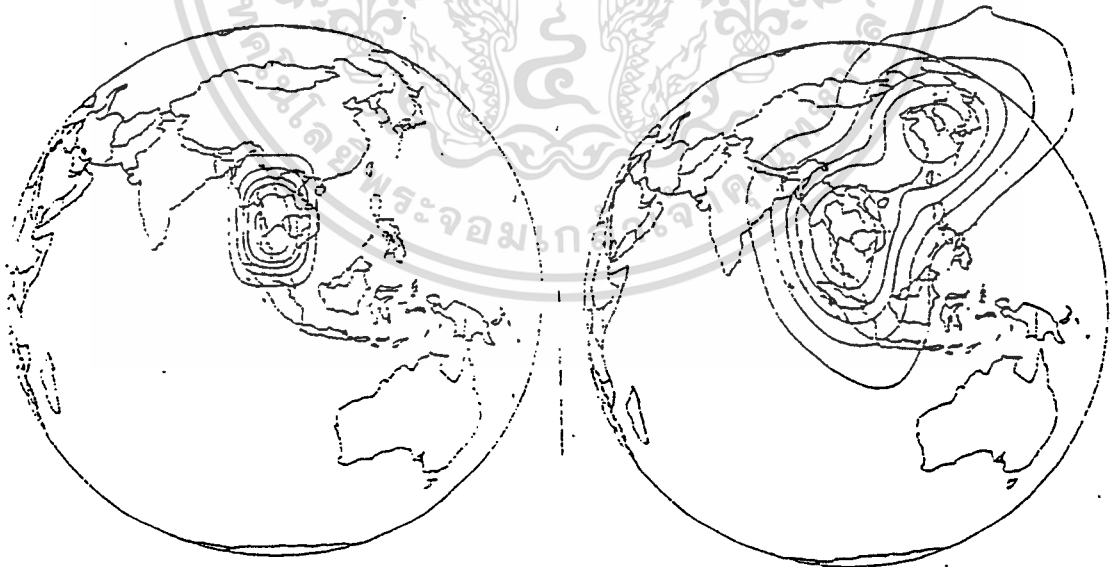
ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีฟุตพริ้นท์เป็นลักษณะเฉพาะของตัวเอง ซึ่งพื้นที่ที่จะได้รับสัญญาณจากดาวเทียมได้ดีหรือแรงที่สุดจะอยู่ในส่วนที่เรียกว่าศูนย์กลาง (Center) ของฟุตพริ้นท์ หากหลุดออกไปจากศูนย์กลางนี้ความแรงของสัญญาณก็จะลดลง

ลักษณะของฟุตพริ้นท์ ที่ออกแบบไว้ให้ครอบคลุมแบ่งออกได้ 3 แบบดังนี้

1. SPOT BEAM เป็นการบังคับเป้าหมายเป็นจุดเล็ก ๆ ซึ่งลำคลื่นนี้มีความแรงของสัญญาณมาก การรับสัญญาณทำได้ง่าย และมีคุณภาพสูง
2. ZONE BEAM ลำคลื่นชนิดนี้มีความแรงของสัญญาณที่พื้นที่ครอบคลุมน้อยกว่าแบบแรกที่มีพื้นที่ครอบคลุมมากกว่า
3. GLOBAL BEAM มีพื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด แต่สัญญาณจะมีความร่อน้อยและเบาบางกว่าแบบ SPOT และ ZONE BEAM



รูปที่ 1-3 แสดงลักษณะลำคลื่นแบบต่าง ๆ และพื้นที่ครอบคลุม



รูปที่ 1-4 แสดงฟุตพริ้นท์ของดาวเทียมไทยคมย่าน Ku และ band

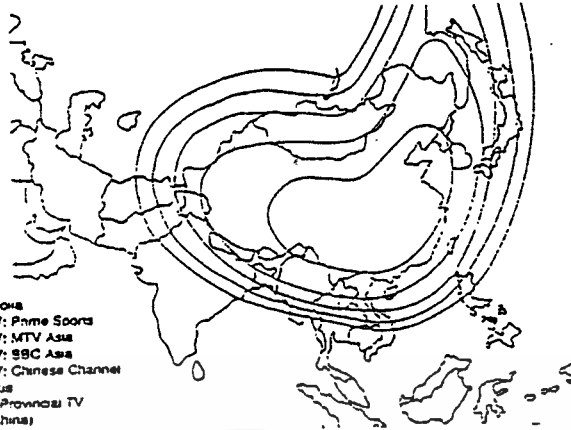
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา⁵ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASIASAT-1



**Northern Beam
TV Services**

- Ch. 03(N2) TV Mongolia
- Ch. 05(N3) STAR TV: Prime Sports
- Ch. 07(N4) STAR TV: MTV Asia
- Ch. 09(N5) STAR TV: SBC Asia
- Ch. 11(N6) STAR TV: Chinese Channel
- Ch. 13(N7) STAR Plus
- Ch. 17(N9) Chinese Provincial TV
- Ch. 21(N11) CCTV (China)

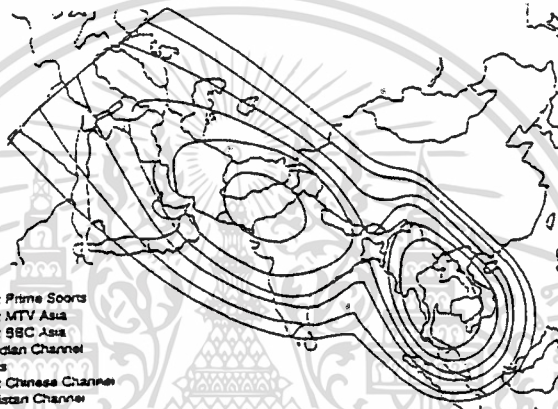


ASIASAT-1

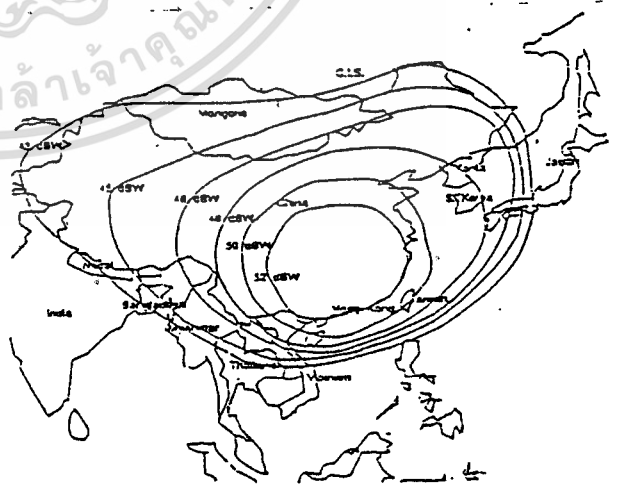
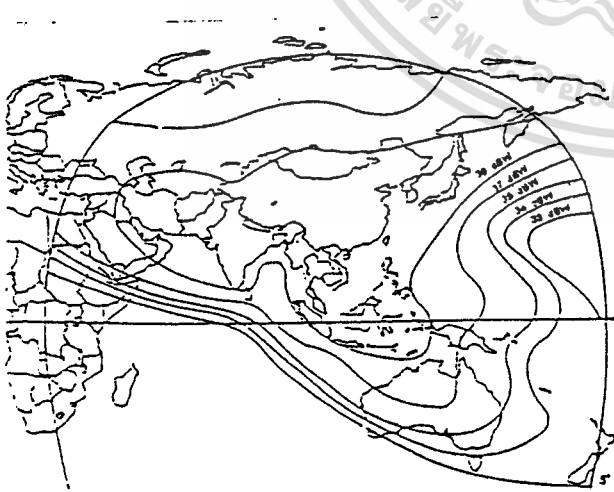


**Southern Beam
TV Services**

- Ch. 08(S4) STAR TV: Prime Sports
- Ch. 10(S5) STAR TV: MTV Asia
- Ch. 12(S6) STAR TV: SBC Asia
- Ch. 14(S7) ZeeTV: Indian Channel
- Ch. 16(S8) STAR Plus
- Ch. 18(S9) STAR TV: Chinese Channel
- Ch. 20(S10) Ptv2: Pakistan Channel
- Ch. 22(S11) Myanmar TV (Burma)



รูปที่ 1-5 แสดงฟูตปรินของดาวเทียมเอเชียแซท 1



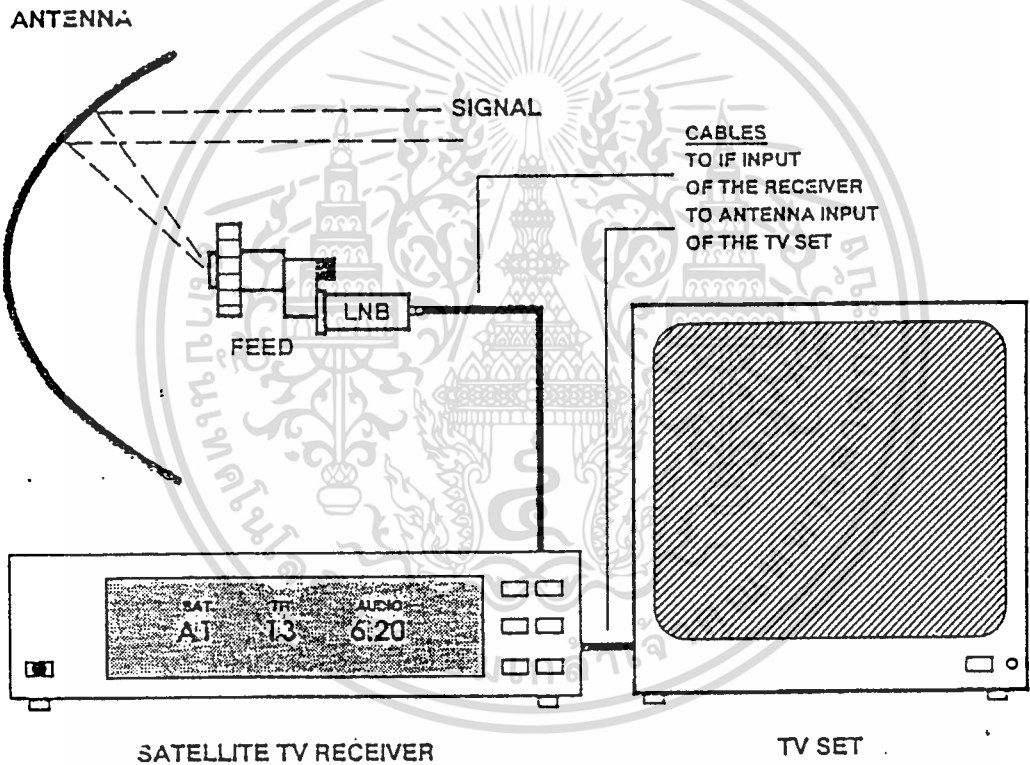
รูปที่ 1-6 แสดงฟูตปรินของดาวเทียมเอเชียแซท 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

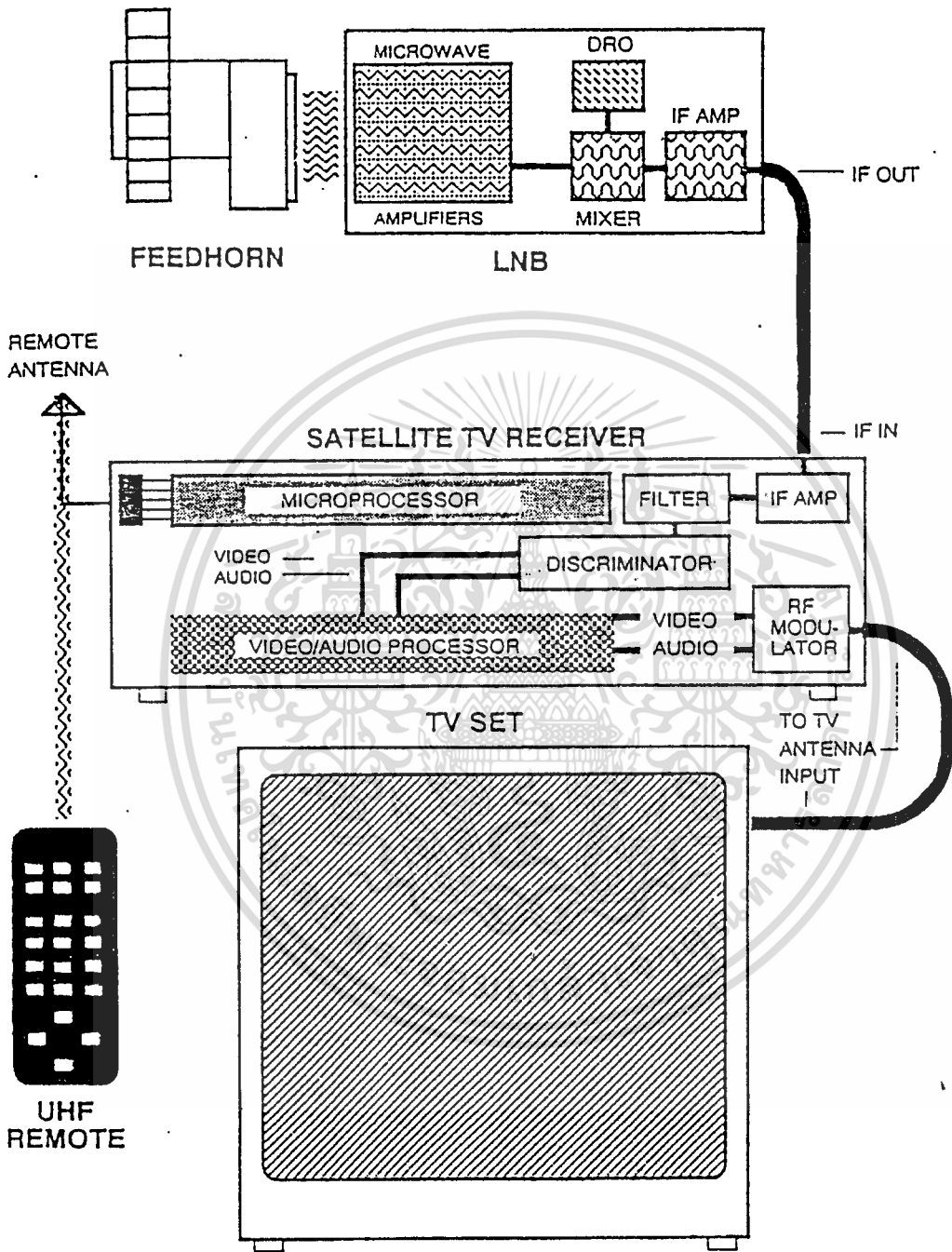
การรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

การรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมตามบ้านนั้นจัดว่าเป็นระบบสถานีภาคพื้นดินอย่างหนึ่งซึ่งไม่มีการส่งกลับขึ้นไป (TVRO : Television Receiver Only) โดยการรับนั้นจะต้องมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังรูปที่ 2-1



อุปกรณ์ต่างๆตามรูปนั้นเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่จะต้องมีเมื่อต้องการรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมไม่สามารถขาดส่วนใดส่วนหนึ่งได้ สัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมจะถูกรับโดยจานสายอากาศ เพื่อรวมสัญญาณให้แรงขึ้นก่อนส่งไปยัง feedhorn จากนั้นสัญญาณจะผ่านส่วนต่างๆและกระบวนการต่างๆจนได้เป็นสัญญาณภาพและเสียงตามที่ส่งมาจากสถานีส่ง เพื่อป้อนให้เครื่องรับโทรทัศน์แสดงออกมาให้เราเห็นกันสำหรับทางเดินของสัญญาณและส่วนประกอบต่าง ๆ จะแสดงดังรูปที่ 2-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-2 การเดินทางของสัญญาณผ่านส่วนต่าง ๆ ภายในระบบสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 จานรับสัญญาณดาวเทียม (SATELLITE ANTENNAS)

ตลอดเวลาในช่วงสิบปีที่ผ่านมา ปรากฏว่าสายอากาศที่ใช้รับสัญญาณจากดาวเทียมได้เพิ่มจำนวนขึ้นเป็นล้าน ๆ งานทั่วโลก ซึ่งส่วนใหญ่จะมีขนาดที่ใหญ่มากคือมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 8-15 ฟุต ตั้งอยู่หน้าบ้านหลังคาของตึกเต็มไปหมด เคยตั้งคำถามถามตัวเองบ้างไหมว่าทำไมต้องใช้จานใหญ่ขนาดนี้โดยทั่วไป ดาวเทียมที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์จะทำงานที่ความถี่ 3.4 ถึง 4.2 Ghz และส่งด้วยกำลังส่งประมาณ 8-15 วัตต์ เท่านั้นหลังจากที่เดินทางมาเป็น ระยะทาง 35,786 km และแผ่กระจายครอบคลุมพื้นที่ของโลกเป็นบริเวณกว้างจึงทำให้สัญญาณที่ส่งมาถึงอ่อนกำลังลงไปมากจนแทบจะหมดไปเลย สาเหตุที่ดาวเทียมประเภทนี้ใช้อยู่ในการติดต่อสื่อสารบนภาคพื้นดินกันเป็นจำนวนมากอยู่แล้ว ถ้าหากดาวเทียมใช้กำลังในการส่งสูงด้วยแล้ว ก็จะทำให้เกิดการบวกรหรือเรียกว่า ไปแทรกสัญญาณของสถานีโทรทัศน์ภาคพื้นดินที่มีอยู่เดิม เช่นวงจรถอดภาพ เป็นต้น

ในปัจจุบันองค์การอินเทลแซท และ ประเทศทางเอเชีย เช่น ในประเทศญี่ปุ่น หรือ ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีพื้นที่ของประเทศทั้งทวีป ได้พัฒนาดาวเทียมให้สามารถใช้กำลังจากดาวเทียมขนาดปานกลาง โดยเปลี่ยนมาให้ใช้ความถี่ย่าน Ku-band ในการรับส่งแทนความถี่ย่าน C-band ที่เคยใช้งานอยู่มาใช้ในการติดต่อสื่อสารในพื้นที่หรือประเทศของตัวเองมานานแล้ว หากใช้ความถี่ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ ก็จะสามารถใช้จานขนาดเล็กประมาณ 2-3 ฟุต มารับได้อย่างดีสาเหตุที่จานขนาดเล็กสามารถรับสัญญาณย่านKu-band ได้ดีเนื่องจากส่งลงมาด้วยกำลังส่งปานกลางประมาณ 20-50 วัตต์ จานรับสัญญาณจึงไม่จำเป็นต้องมีอคราชขยายมากนัก

ในประเทศญี่ปุ่นนั้น ชาวญี่ปุ่นสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมได้โดยตรง โดยเรียกกระบวนการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบนี้ว่า DBS(Direct Broadcast Satellite) ทำงานที่ความถี่ในช่วง 11.7-20 Ghz ส่งด้วยกำลังส่งที่สูงมากประมาณ 100 วัตต์ต่อช่องจึงทำให้ชาวญี่ปุ่นที่อยู่ในย่านกรุงโตเกียวสามารถใช้จานที่มีขนาดเล็กประมาณ 40 cm ก็สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้เป็นอย่างดี ยกเว้นผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากจุดศูนย์กลางของลำคลื่น จะต้องใช้จานที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิม คือขนาดตั้งแต่ 75-90 cm ขึ้นไป เป็นต้น

จานอตุ มิ นิยม จานไฟเบอร์ กลาส และจานแบบตาข่าย

ไม่ว่าจะเป็นจานรับแบบใดก็จะมีหลักการเดียวกัน คือ รับสัญญาณจากดาวเทียมลงมา

สะท้อนกลับขึ้นไปยังจุดเดียวกันซึ่งเรียกว่า จุดโฟกัส สัญญาณที่มีกำลังอ่อน ๆ เมื่อพุ่งลงมากระทบพื้นทีของจานแล้วสะท้อนไปรวมยังจุดเดียวกันมีผลทำให้สัญญาณแรงขึ้นมาได้ไม่ว่าจะผลิตจากอูมิเนียม ไฟเบอร์กลาส หรือแบบตาข่ายก็ตาม สิ่งแรกที่จะต้องสนใจก็คือต้องมีส่วนโค้งที่ถูกต้อง และมีลักษณะเป็นพาราโบลิกเท่านั้นก็สามารถรับสัญญาณได้แล้ว วิธีการผลิตก็ต้องขึ้นอยู่กับโรงงานว่าจะใช้วิธีแบบใด

สำหรับจานอูมิเนียมแบบที่บนัน จะได้ประสิทธิภาพที่คิดว่าไฟเบอร์กลาสหรือแบบตาข่ายจานอูมิเนียมแบบที่บนันมักจะเคลือบด้วยสีที่มีคุณสมบัติไม่สะท้อนแสง เพราะหากสะท้อนแสงแล้วจะทำให้เกิดการรวมแสงเช่นเดียวกับคลื่นผลที่ตามมาก็คือ อุปกรณ์ LNB อาจจะมีพังหรือเสียหายก่อนเวลาที่ควรจะเป็นก็ได้ ส่วนเนื้ออูมิเนียมมักจะทำจากอูมิเนียมเกรดดี สามารถป้องกันการผุกร่อนจากสนิมอีกไซค์ของอูมิเนียมได้ดี

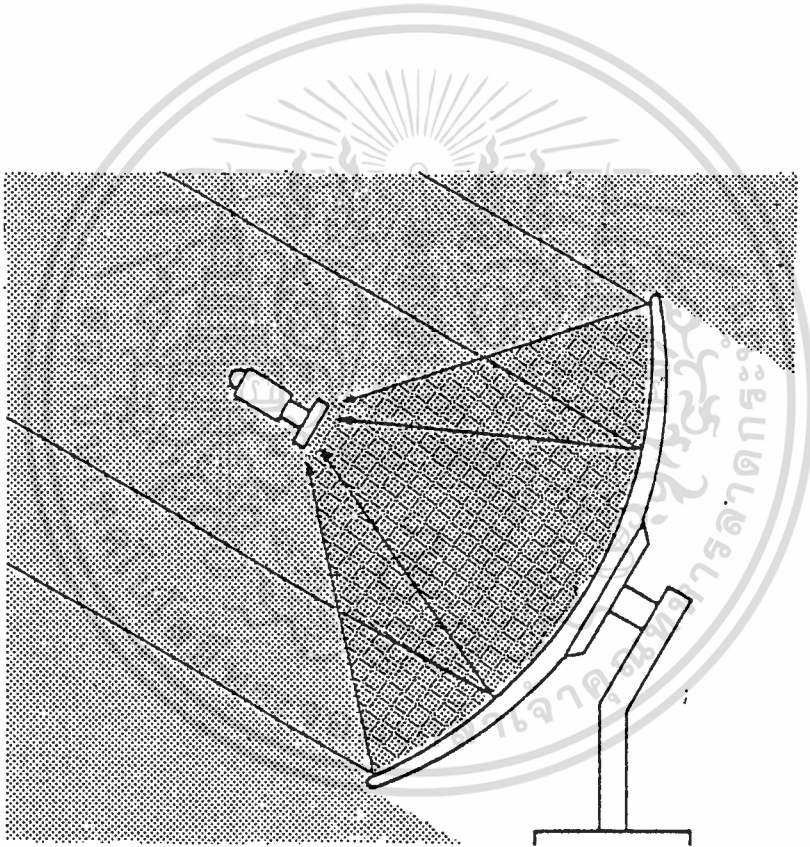
ส่วนจานรับสัญญาณแบบตาข่าย ขณะนี้จะนิยมมากที่สุด เพราะไม่ทำให้เสียทัศนียภาพข้างหลังได้แต่จานแบบตาข่ายนี้ก่อนข้างจะเกิดความเสียหายหรือผิดรูปได้ง่ายเนื่องจากเป็นโลหะที่มีรูพรุนจึงบอบบางดังนั้นการติดตั้งใช้งานแต่ละส่วนจึงควรจะเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต ที่เน้นมากก็คือความเป็นส่วนโค้งพาราโบลิกของเนื้อจานจะต้องโค้งได้รูปตลอดเวลา วิธีเช็คง่าย ๆ โดยการใช้มือลูบที่ผิวของจานก็สามารถรู้ได้ว่าโค้งตลอดทั้งแผ่นหรือไม่ หากผิวของส่วนโค้งของแต่ละแผ่นไม่เป็นไปตามพาราโบลิกแล้ว จะทำให้คลื่นที่มากระทบบางส่วนไม่พุ่งไปรวมที่จุดโฟกัสสัญญาณก็จะมีพลังลดลง

สำหรับจานแบบไฟเบอร์ ลักษณะทางโครงสร้าง ก็เหมือนกับจานที่บน และใช้กันค่อนข้างมากจานแบบไฟเบอร์ที่เป็นมาตรฐานนั้น ภายในโครงสร้างของมันจะฝังลวดตาข่ายเอาไว้เพื่อใช้เป็นตัวสะท้อนสัญญาณ เพราะหากไม่มีลวดตาข่ายก็ฝังเอาไว้ภายใน สัญญาณจะทะลุจานออกไปหมดลักษณะของการผลิต จะใช้วิธีการพันไฟเบอร์กลาสลงบนโมล แล้ววางลวดตาข่ายที่ทอหรือถักลงไปจากนั้นจึงฉีดไฟเบอร์กลาสลงไปอีกทีหนึ่ง

การจัดสร้างจานขึ้นมานั้น อาจจะทำเป็นชิ้นเดียวหรือหลาย ๆ ชิ้น แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกันก็ได้ แต่ความแน่นอนในเรื่องของประสิทธิภาพการสะท้อนของสัญญาณแล้ว จานแบบขึ้นเดียวจะดีกว่าส่วนจานที่แบ่งออกเป็นเลี้ยวแล้วมาประกบกันจะมีข้อเสียตรงส่วนนี้ แต่จะมีความแข็งแรงกว่าเพราะช่วงรอยต่อที่นำมาประกบกันจะกลายเป็นกระดุกหรือเป็นส่วนที่เสริมความแข็งแรงให้กับจาน อีกทั้งยังสะดวกต่อการขนส่งและถอดเปลี่ยนได้ง่ายในกรณีที่ชิ้นใดชิ้นหนึ่งเสียหาย ส่วนเรื่องของรอยต่อแต่ละชิ้นที่เป็นปัญหาในการสะท้อนของคลื่นนั้นถือว่ามีน้อยมาก (ขึ้นอยู่กับจำนวนชิ้นของจานด้วย) เมื่อเทียบกับพื้นที่ของจานทั้งหมด

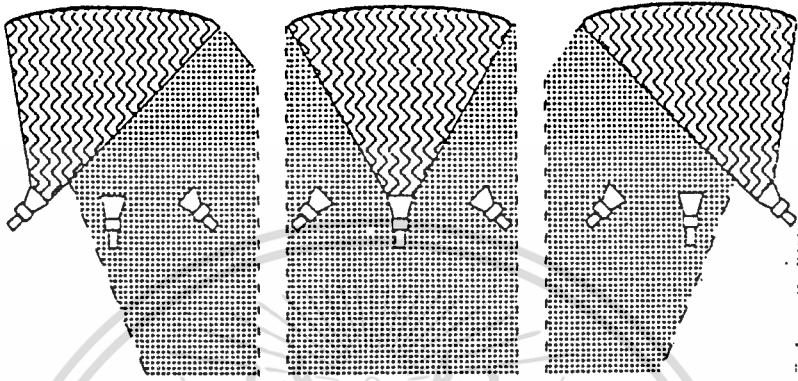
สายอากาศพาราโบลิคและสเฟียร์ริคอลล

สายอากาศที่ใช้รับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมเพียงอย่างเดียว (TVRO:TVRceiveronly) นั้นจะมีลักษณะเป็นจานมีอยู่ 2 แบบที่เป็นหลักคือแบบพาราโบลิคและแบบสเฟียร์ริคอลล สายอากาศแบบพาราโบลิคนั้น จากลักษณะของโครงสร้างจะทำให้สัญญาณทั้งหมดที่ตกลงมากระทบส่วนโค้งแล้วจะสะท้อนไปยังจุดโฟคัลเหนือจานรับสัญญาณ หากความโค้งของจานมีความแน่นอนถูกต้องความแรงของสัญญาณที่จะถูกส่งไปยังวงจรรขยายสัญญาณชั้นแรกหรือที่เรียกว่า LNB ก็จะมีมากขึ้น



รูปที่ 2-3 การรับสัญญาณดาวเทียมด้วยจานแบบ Parabolic

ลักษณะการนำไปใช้รับสัญญาณจากดาวเทียมก็คือหันจาน ไปยังทิศทางของตำแหน่งดาวเทียมที่ ต้องการปรับทิศทางนั้น อาจกระทำโดยใช้มือปรับ หรือใช้วงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ปรับเอาก็ได้ ส่วนตัวพีดอร์นและ LNB จะติดตั้งอยู่เหนือจานพาราโบลิกโดยที่จุดศูนย์กลาง และจุดโฟกัสของ จานซึ่งตำแหน่งนี้ทำให้รับสัญญาณได้ดีที่สุด



รูปที่ 2-4 การรับสัญญาณดาวเทียมด้วยจานแบบ Spherical

ส่วนลักษณะของสายอากาศสเฟียร์ริคอลนั้น มักจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมเสมอ แต่จะมีผิว เป็นส่วนโค้งเช่นเดียวกับพาราโบลิก ซึ่งถ้าขยายผิวจานออกไปเรื่อย ๆ และเท่า ๆ กันออกไปทุก ด้านของสี่เหลี่ยมก็จะกลายเป็นรูปปริมาตรของทรงกลมพอดี สิ่งแตกต่างจากจานพาราโบลิกก็คือ สามารถจะมีจุดโฟกัสได้หลายจุดบนจานเดียวกันทำให้รับสัญญาณดาวเทียมได้พร้อม ๆ กันครั้งละ หลาย ๆ ดวง นั่นคือหากมีจานรับสัญญาณแบบนี้เพียงจานเดียวติดตั้งที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง จะ สามารถมองเห็นตำแหน่งต่าง ๆ ของ กลาคออร์บิท (Clarke Orbit) ได้กว้างกว่าจานแบบพารา โบลิก ดังนั้นหากนำพีดอร์นไปยังจุดโฟกัสที่แตกต่างกัน ก็จะทำให้รับสัญญาณดาวเทียมจากดวง ต่าง ๆ ได้ภายในช่วง 20 องศา ของทิศทางที่จานรับสัญญาณนี้ติดตั้งอยู่ หรือชี้ตรงออกไป

อัตราขยายของจานรับสัญญาณ

สายอากาศที่มีรูปร่างคล้ายจานจะมีค่าแสดงอัตราต่าง ๆ เหมือนกับสายอากาศแบบอื่น ๆ เช่นกันสิ่งหนึ่งที่จะกล่าวก็คือค่าอัตราขยาย หรือที่มักจะเรียกทับศัพท์ภาษาอังกฤษกันว่า Gain

- อัตราการขยายของสายอากาศก็คือการวัดความสามารถของสายอากาศที่รับหรือส่งพลังงานออกไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งสิ่งที่จะกล่าวต่อไปนี้มีผลกระทบต่ออัตราการขยายของจานรับสัญญาณซึ่งถือว่าเป็นสายอากาศทั้งสิ้น ได้แก่

- 1) พื้นที่หน้าตัดของจานรับสัญญาณ (ไม่ใช่พื้นที่ผิวของจาน บางตำราใช้คำว่าพื้นที่ช่องเปิด)

2) ช่องเปิดของ LNB หรือขนาดของรีเฟล็กเตอร์ย่อย (Reflector)

3) ผิวของจานรับสัญญาณ

4) รีเฟล็กเตอร์ย่อยไม่อยู่ในตำแหน่งโฟกัสที่ดีที่สุด

5) ความโค้งของผิวจานที่ไม่เป็นไปตามลักษณะพาราโบลิก

$$G = 10 \log [\pi^2 \eta (D / \lambda)^2] \text{ dB}$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของจานรับสัญญาณ หน่วยเป็น เมตร

λ = ความยาวคลื่น

η = ค่าสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพ

จากตารางข้างล่างเป็นตารางเปรียบเทียบอัตราการขยายของจานรับสัญญาณ

ระหว่างจานที่ใช้รับสัญญาณในย่าน KU-BAND และ C-BAND ซึ่งมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันและมี ประสิทธิภาพของจาน 65 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน

ส่วน โค้งของจานรับสัญญาณจะทำหน้าที่คล้ายกับเลนส์ คือทำการบีบสัญญาณให้แคบแล้วพุ่งตรงไปยังด้านหน้าและตรงกับจุดศูนย์กลางของสายอากาศ (ลักษณะนี้จะเรียกว่า Boresight) จะทำให้สัญญาณที่รับได้มีความแรงมากที่สุด ขณะเดียวกันก็จะมีการขจัดสัญญาณอื่น ๆ (อาจจะเป็น Noise ก็ได้) ที่มาจากทิศทางอื่นออกไปด้วย ปริมาณของสัญญาณที่ถูกส่งออกไปนั้นจะเป็นจุดที่ LNB รับได้มากที่สุด

Size In	Size In m.	C-Band (3.7-4.2 Ghz) Efficiency (%)		Ku-Band (11.7-12.2 Ghz) Efficiency (%)	
		55%	70%	55%	70%
1	0.30	19.4	20.5	29.0	30.1
2	0.61	25.4	26.5	35.1	36.1
3	0.91	29.0	30.0	38.6	39.6
4	1.22	31.5	32.5	40.7	42.1
5	1.52	33.4	34.4	43.0	44.1
7	2.13	35.0	36.0	44.6	45.6
8	2.43	37.5	38.5	47.1	48.1
9	2.74	38.5	39.5	48.1	49.2
10	3.05	39.4	40.5	49.0	50.1
11	3.35	40.2	41.3	49.9	50.9
12	3.65	41.0	42.0	50.6	51.7
13	3.96	41.7	42.7	51.3	52.4
16	4.87	43.5	44.5	53.1	54.1
20	6.09	45.4	46.5	55.1	56.1
25	7.62	47.4	48.4	57.0	58.0
33	10.05	49.8	50.8	59.4	60.4

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอัตราขยายของจานรับสัญญาณในย่าน Ku-band และ C-band

ข้อเปรียบเทียบระหว่างจานพาราโบลาแบบเล็กกับแบบต้น

ในการออกแบบความโค้งของจานพาราโบลาชนิดนั้น จะต้องคำนึงถึงว่าจะให้จานมีควาลึกหรือความตื้นมากน้อยเพียงใด

จานพาราโบลาที่มีความตื้นมากกว่านั้นจะมีระยะของจุดโฟกัสยาวมากทำให้ต้องติดตั้งอุปกรณ์ฟีดฮอร์นและ LNB ห่างออกไปจากจุดศูนย์กลางของจานมากด้วย แต่จานที่มีความตื้นนั้นจะทำให้อัตราการขยายของจานสูงกว่าจานแบบลึกเนื่องจากฟีดฮอร์นสามารถรับเอาคลื่นที่สะท้อนจากพื้นผิวของจานมาสู่ตัวมันได้ทั้งหมดแต่อย่างไรก็ตาม ข้อเสียที่เห็นได้จากการออกแบบให้จานพาราโบลาที่มีความตื้น ก็คือสามารถรับเอาสัญญาณรบกวนที่เกิดจากพื้นผิวโลกซึ่งอยู่ในย่านความถี่เดียวกันกับที่ใช้ในการสื่อสารดาวเทียม เข้ามาด้วยสัญญาณที่รับได้จากดาวเทียม จะถูกรวมเข้ากับสัญญาณรบกวนทำให้ความแรงของสัญญาณที่เราต้องการรับจริงจากดาวเทียมลดลงไป ซึ่งจานพาราโบลาแบบต้นนี้จะป้องกันหรือบดบังสัญญาณรบกวนได้ก็ต่อเมื่อถูกนำไปติดตั้งในที่มีมุมเงย (Elevation Angle) ต่ำและการที่มีระยะของจุดโฟกัสยาวมากๆ นั้นจึงมีตำแหน่งการติดตั้งฟีดฮอร์นห่างออกมาจากตัวจานตามระยะของจุดโฟกัสด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีที่ใช้จานรับสัญญาณที่มีความถี่มาก ๆ นั้นจะต้องอยู่ในบริเวณที่มีการแทรกสอดของสัญญาณ (Interference) จากสถานีไมโครเวฟอื่น ๆ ต่ำมากอาจเป็นบริเวณชานเมืองเพราะในเมืองมีการแทรกสอดของสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินอื่น ๆ ค่อนข้างสูง

เมื่อมาพิจารณาจานรับสัญญาณจากดาวเทียมที่มีความลึกจะพบว่าตัว LNB และ ฟีดฮอร์นที่ถูกติดตั้งไว้เกือบจะอยู่ในระดับเดียวกับขอบของจานจานแบบนี้สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนจากพื้นโลก หรือสัญญาณแทรกสอดจากสถานีอื่นที่จะเข้าไปสู่ฟีดฮอร์นและ LNB ได้ดีกว่าจานแบบตีนเต่าข้อเสียก็คือ เมื่อตัวฟีดฮอร์นอยู่ใกล้กับผิวของจานมากเกินไป ทำให้ฟีดฮอร์นไม่สามารถรับเอาสัญญาณที่สะท้อนมาจากผิวจานได้ทั้งหมด (สัญญาณที่สะท้อนจากขอบจานและส่วนที่อยู่ใกล้ขอบจานไม่สามารถพุ่งเข้าไปในฟีดฮอร์นได้โดยตรง) ผลที่ได้ตามมาก็ คืออัตราการขยายของจานที่มีลักษณะแบบนี้มีค่าต่ำกว่าจานแบบตีน

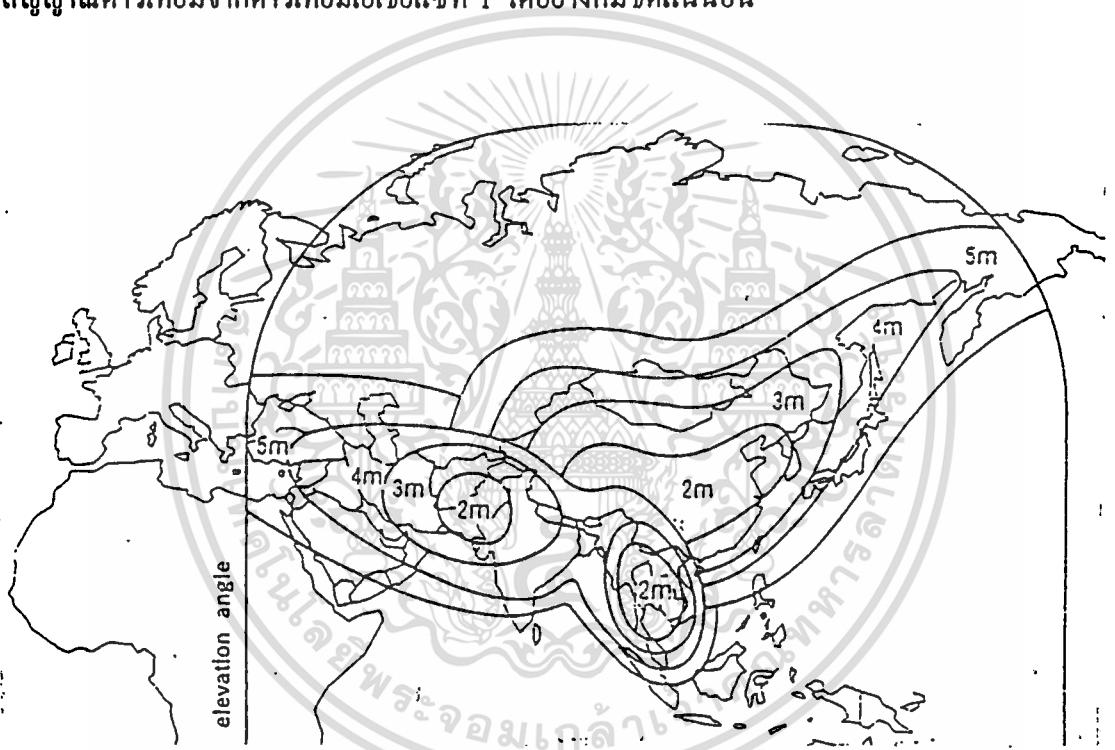
อัตราส่วน f / D

ความสัมพันธ์ของความลึกหรือความถี่ของจานรับสัญญาณดาวเทียมนี้ มักจะบอกมาในรูปของอัตราส่วนของระยะจุดโฟกัสต่อเส้นผ่านศูนย์กลางโดยจานที่มีความลึกจะมีค่าอัตราส่วน f/D ตั้งแต่ 0.25-0.35 ขณะที่ค่าอัตราส่วน f/D ของจานที่มีความถี่อยู่ในช่วง 0.4-0.5 แต่โรงงานผู้ผลิตส่วนใหญ่มักผลิตออกมาในช่วงกลาง ๆ ก็คือตั้งแต่ 0.35-0.375 เมื่อเรทราบค่าของอัตราส่วน f/D ของจานรับสัญญาณแต่ละจาน จะทำให้เรารวบรวมระยะของจุดรวมสัญญาณหรือจุดโฟกัสของจานนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องเพื่อจะได้ติดตั้งตัวฟีดฮอร์นและ LNB ในตำแหน่งที่สามารถรับสัญญาณได้แรงที่สุดโดยการคูณขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเข้ากับค่าอัตราส่วน f/D เช่นมีจานรับสัญญาณที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 180cm และมีค่าอัตราส่วน f/D เท่ากับ 0.315 จะมีระยะของจุดโฟกัสเท่ากับ $180 * 0.315 = 56.7$ cm

จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีขนาดเล็กที่สุด ที่สามารถรับสัญญาณจากทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมในย่าน C-band ก็ได้ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ฟุต ขึ้นไปแต่นั้นหมายถึงว่าตำแหน่งหรือสถานที่ที่จะติดตั้งจานขนาดนี้ต้องอยู่ในพื้นที่ที่มีสัญญาณแรงที่สุดของฟุตปรินท์ดาวเทียมดวงที่เราต้องการรับสัญญาณ รวมทั้งต้องมี LNB ที่ตีมาใช้งานร่วมด้วยซึ่งตำแหน่งหรือ

พื้นที่ที่ทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมที่แรงสุด จะอยู่ที่วงในสุด หรือจุดศูนย์กลางของฟุตพริ้นท์นั่นเองเมื่อดูรูปข้างล่างจะเห็นว่าประเทศไทยเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าอยู่ในศูนย์กลางของฟุตพริ้นท์ของดาวเทียมเอเชียแซทซึ่งสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมดวงนี้ได้แรงที่สุดแต่บางครั้งก็จำเป็นต้องเลือกใช้จานรับสัญญาณขนาด 6-8 ฟุตเหมือนกันเพราะตำแหน่ง หรือพื้นที่ที่ติดตั้งอาจจะมีอุปสรรคทางสภาพแวดล้อมของเมืองก็เป็นได้ ส่วนสัญญาณของดาวเทียมที่อยู่ห่างไกลออกไปจากศูนย์กลางของฟุตพริ้นท์ จะมีความแรงอ่อนลง ดังนั้นจึงต้องเลือกจานรับสัญญาณที่มีขนาดกว้างขึ้นเพื่อให้อัตราการขยายของจานรับสูงขึ้น

สำหรับตำแหน่งของพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ในทวีปเอเชียนั้นฟุตพริ้นท์ที่ในรูปจะแสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานที่น้อยที่สุดซึ่งรับรองได้ว่าเมื่อใช้ในอาณาบริเวณนั้น ๆ แล้วจะต้องรับสัญญาณดาวเทียมจากดาวเทียมเอเชียแซท 1 ได้อย่างคมชัดแน่นอน



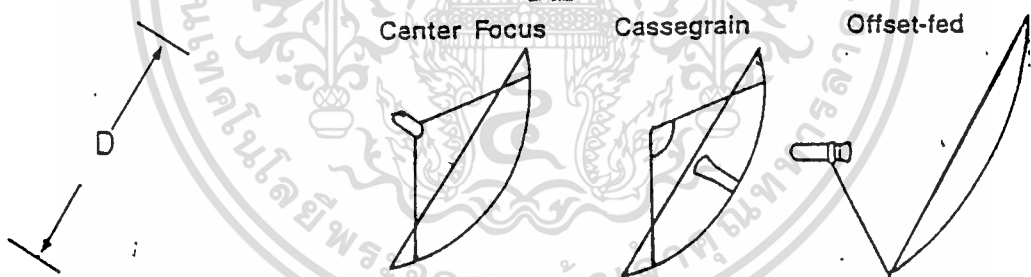
รูปที่ 2-5 ฟุตพริ้นท์ของดาวเทียมเอเชียแซทที่ครอบคลุมพื้นที่ทางตอนเหนือและตอนใต้ของทวีปเอเชียพร้อมทั้งบอกขนาดของจานรับสัญญาณได้ดีในแต่ละอาณาเขต

จานรับสัญญาณระบบอื่น ๆ ที่ใช้หลักการสะท้อนการคลื่น

การส่งสัญญาณระบบ DBS ซึ่งใช้กำลังในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมลงมายังพื้นโลก ก่อนข้างสูงนั้นจะใช้จานรับสัญญาณขนาดเล็กมากประมาณ 1-1.5 ฟุต จานขนาดนี้จะง่ายต่อการ

ผลิตและราคาถูก แต่การออกแบบจะเน้นในเรื่องผลทางไฟฟ้าและการติดตั้งให้เหมาะสมและสอดคล้องกันอย่างดีที่สุด

จากรูป เป็นตารางเปรียบเทียบลักษณะของสายอากาศที่ใช้หลักการสะท้อนของคลื่น 3 แบบ โดยมีพื้นที่ผิวสำหรับสะท้อนคลื่นเป็นรูปร่างกลมแบบจานเหมือนกัน ได้แก่ แบบเซนเตอร์โฟกัส (Center Focus) เป็นแบบที่มีอุปกรณ์ฟีดฮอร์นติดตั้งอยู่ที่ด้านหน้าและตรงจุดศูนย์กลางของจานแบบเคสซีเกรน (Cassegrain) และแบบออฟเซ็ทโฟกัส (Offset Focus Fed) จานสายอากาศแบบ Cassegrain จะให้อัตราการขยายสูงสุดและมีค่าอัตราส่วนของอัตราขยายต่ออูณหภูมิ (G/T) สูงที่สุดเช่นกัน ส่วนประสิทธิภาพของจานสายอากาศแบบนี้จะมีประสิทธิภาพประมาณ 80% เมื่อเทียบกับแบบ Center Feed ซึ่งมีประสิทธิภาพประมาณ 60% แต่จานรับสัญญาณแบบนี้มักใช้งานในกรณีที่จานมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 m ขึ้นไป ($D > 75$) สำหรับจานรับสัญญาณที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตรนั้น (ที่ความถี่ใช้งาน 11-12ghz) จะไม่ใช่แบบ Cassegrain เพราะการติดตั้งตำแหน่งของรีเฟล็กเตอร์ย่อยทำได้ค่อนข้างยาก ซึ่งจานรับสัญญาณที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1-2 เมตรนี้มักใช้แบบ Center Feed หรือ Center Focus จะให้ผลดีที่สุดส่วนจานรับสัญญาณที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า $D > 10$ ลงมา (ประมาณ 75 cm.) นั้นมักใช้จานรับสัญญาณแบบ Offset Fed ซึ่งจะให้อัตราการขยายดีที่สุดและมีลำคลื่นด้านข้าง(Side Lobes) ต่ำมาก



ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสม	$D > 20 \lambda$	$D > 75 \lambda$	$D > 10 \lambda$
ประสิทธิภาพต่อพื้นที่ผิวของจาน	ดี	ดีมาก	ดี
การลดทอนสัญญาณด้านข้าง	ดี	ดี	ดีมาก
ลักษณะโครงสร้าง	ง่ายมาก	ซับซ้อน	ง่าย

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณลักษณะของจานรับสัญญาณ 3 แบบที่ใช้หลักการสะท้อนของคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ต้องการรับสัญญาณจากดาวเทียมดวงอื่นนอกเหนือจากดาวเทียมเอเชียแซท หรือต้องการจะใช้จานรับสัญญาณขนาดเล็ก ๆ แต่เราอาศัยอยู่บริเวณรอบนอกของพื้นที่ที่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมดวงนั้นได้ เราสามารถใช้แผ่นที่ฟูดปรินท์และตารางประกอบซึ่งจะทำให้เราสามารถจัดหาจานรับสัญญาณที่มีขนาดเหมาะสมเพื่อใช้งานในตำแหน่งที่เราอยู่

การที่นำเอาฟีดฮอร์น และ LNB ติดตั้งไว้อยู่ส่วนบนของจานพาราโบลิกนั้นเราเรียกวิธีการนี้ว่า เป็นแบบ Prime Focus โดยใช้ขายึดติดกับส่วนบนของผิวจาน ขาทั้งหมดจะยึดติดเข้ากับวงแหวนขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางวงในเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของฟีดฮอร์น (วงแหวนนี้เรียกว่า Support Bracket) โดยติดอยู่เหนือจุดศูนย์กลางของจาน ณ ตำแหน่งที่ได้ด้วยความแรงสูงสุด ซึ่งจุดนี้สำคัญมากหากพลาดไปเพียงนิ้วเดียวหรือมากกว่า ก็จะทำให้สัญญาณต่ำลงไปกว่าปกติได้ ชนิดของขาที่ใช้ยึดติดกับ Support Bracket ที่ใช้กันมีอยู่ 2 ชนิดคือ แบบมีหลายขา (Multi-leg) ชนิดของขาเดียวใช้ติดที่กลางจาน (Buttonhook)

ส่วนสายอากาศแบบ นั้นมักใช้งานเชิงพาณิชย์เพื่อการส่งสัญญาณขาขึ้นหรือขาลง สายอากาศแบบนี้จะมีรีเฟล็กเตอร์ย่อย นอกจากการสะท้อนที่ตัวจานอีกตัวหนึ่งติดตั้งอยู่ที่จุดโฟกัสหน้าทีของรีเฟล็กเตอร์ย่อยตัวนี้คือ ทำหน้าที่รวมเอาสัญญาณที่รับได้จากตัวจานครั้งที่หนึ่งก่อนแล้วส่งไปให้กับฟีดฮอร์นที่ติดอยู่ตรงกลางของพื้นผิวจาน การใช้ฟีดแบบนี้จะให้เกนเพิ่มขึ้นมาอีกเล็กน้อยประมาณ 0.5-1.0 ในทุก ๆ ประสิทธิภาพและการออกแบบจะต้องมีหมวกปิดและสำหรับฟีดฮอร์นเพื่อป้องกันความชื้นหรือฝุ่นละอองต่าง ๆ เข้าไปใน LNB ข้อเสียเปรียบหลัก ๆ ของฟีดแบบ Cassegrain นี้ก็คือสายอากาศแบบนี้จะอ่อนไหวมากในเรื่องสัญญาณแทรกสอด (Interference) จากดาวเทียมดวงที่อยู่ใกล้ ๆ กับดวงที่เราต้องการจะรับ ดังนั้นการติดตั้ง Sub-reflector จะต้องมีการปรับแต่งให้ตรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อกำจัดสัญญาณแทรกสอดของดาวเทียมดวงที่อยู่ถัดไป

จานรับสัญญาณแบบ Offset Fed ได้มาจากการนำเอาส่วนหนึ่งของจานรับสัญญาณแบบ Center Focus ขนาดใหญ่ซึ่งมีพื้นที่ผิวเป็นแบบพาราโบลิกมาใช้งานอุปกรณ์รับสัญญาณที่เราเรียกว่าฟีดฮอร์นจะยังติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งเดิม ณ ที่เคยติดตั้งตรงตำแหน่งจุดโฟกัสของจานรับสัญญาณแบบ Center Focus ขนาดใหญ่ต้นแบบเหมือนเดิมทำให้มองดูแล้วเหมือนกับว่าฟีดฮอร์นยื่นออกมาจากส่วนล่างของจานรับสัญญาณ หากจานรับสัญญาณแบบนี้มีขนาดใหญ่กว่า 1.5 เมตร จะทำให้มีระยะของจุดโฟกัสยาวเพิ่มขึ้น นั่นก็คือแขนที่ใช้ยึดฟีดฮอร์นก็จะยาวมากขึ้น ทำให้ไม่ได้สัดส่วนและติดตั้งค่อนข้างยาก



ฟีดฮอร์นที่ใช้กับงานรับสัญญาณแบบ Offset Fed จะมีปากหรือช่องของฟีดฮอร์นที่แตกต่างจากฟีดฮอร์นที่ใช้กับงานรับสัญญาณแบบ Center Focus โดยช่องของฟีดฮอร์นค่อนข้างจะบานออกเพื่อลดบีบอัดของลำคลื่นให้เล็กลงซึ่งจำเป็นอย่างมากเนื่องจากงานมีขนาดเล็ก (เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของจานพาราโบลา) และหากนำเอาฟีดฮอร์นแบบธรรมดามาใช้ก็จะทำให้มีการขยายสัญญาณรบกวนจากภาคพื้นดินเข้าไปด้วย

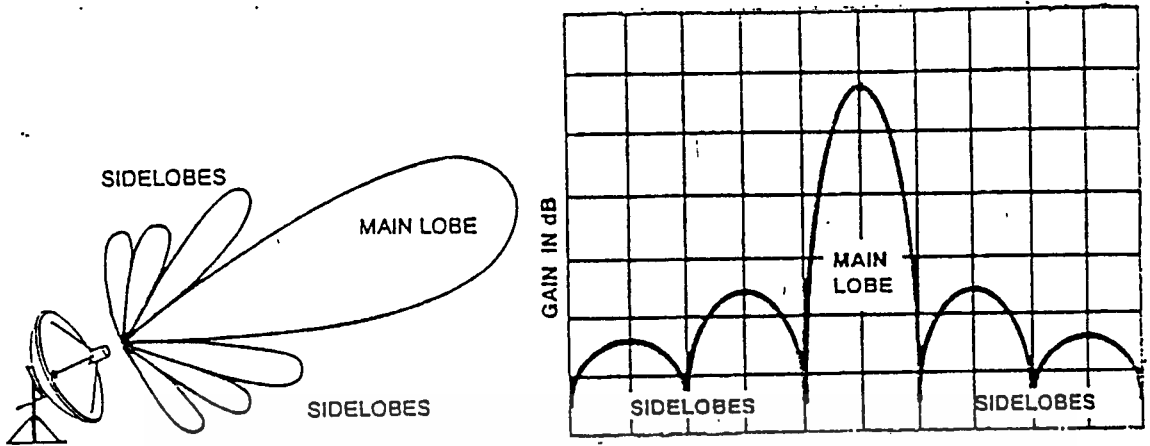
สายอากาศแบบแผ่นเรียบและแบบยาคิ

สายอากาศแบบแผ่นเรียบนี้ประกอบด้วยสายอากาศที่เป็นแผ่นเล็ก ๆ มากกว่า 200 ชิ้น มาต่อร่วมกันซึ่งเราเรียกว่านำมาทำเฟสอาร์เรย์ (Phase Array) ให้อยู่ในฟอร์มรูปสี่เหลี่ยม เมื่อคลื่นซึ่งเป็นสัญญาณจากดาวเทียมถูกส่งลงมายังผิวของตัวสายอากาศแบบ Flat Plate สายอากาศที่เป็นแผ่นเล็ก ๆ แต่ละชิ้นนี้ ก็จะรับเอาสัญญาณซึ่งมีพลังงานค่อนข้างต่ำแต่มีเฟสเดียวกันเข้ามา แล้วนำสัญญาณมารวมกัน โดยผ่านทางโครงข่ายของสายฟีดฮอร์นซึ่งต่อเข้ากับสายอากาศแผ่นเล็ก ๆ แต่ละชิ้นจากนั้นปลายสายจะถูกต่อเข้าไปยังท่อนำคลื่นเพื่อนำสัญญาณ ซึ่งมีพลังงานมากเพียงพอแล้วส่งต่อไปทำการขยายในภาคต่อไป

นอกจากสายอากาศแบบแผ่นแล้วยังมีสายอากาศที่น่าสนใจอีกแบบหนึ่งซึ่งสามารถใช้รับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมได้นั้นก็คือสายอากาศแบบยาคิ (Yagi Antenna)

ในปี พ.ศ. 2534 บริษัท Space and Scientific Ltd. ได้พัฒนาสายอากาศแบบยาคิซึ่งเป็นสายอากาศที่มีทิศทางเช่นเดียวกับงานรับสัญญาณให้ใช้งานในความถี่ย่าน C-band เพื่อรับเอาสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมลงมาแทนการใช้งานรับสัญญาณ โดยทดลองรับสัญญาณรายการโทรทัศน์จากดาวเทียมเอเชียเซท

สายอากาศแบบยาคิเป็นสายอากาศที่มีการใช้กันเป็นจำนวนมากในการรับสัญญาณโทรทัศน์ที่ส่งออกในย่านความถี่ VHF และ UHF ในบ้านเรา ซึ่งจะแตกต่างจาก สายอากาศแบบยาคิที่ใช้กับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมในย่านความถี่ C-band ตรงที่ว่า แบบที่ใช้กับความถี่ย่าน C-band มี element ที่เล็กมากๆ เพราะใช้กับความถี่สูงมากเพราะมีมุมที่ใช้ยึดตัว element ยาวกว่าสายอากาศ แบบยาคิ ที่ใช้รับสัญญาณโทรทัศน์ในบ้านเราสำหรับการเพิ่มอัตราขยายของสายอากาศแบบยาคินี้ สามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวนของตัวสายอากาศเข้าไปให้เป็นลักษณะของอาร์เรย์เช่นเดียวกับที่เพิ่มตัวสายอากาศยาคิที่ใช้ในกิจการสื่อสารในความถี่ย่าน VHF และ UHF ทั่วไป



รูปที่ 2-7 ล้อคลื่นด้านข้างของจานรับสัญญาณ และรูปแบบของล้อคลื่นทางอุดมคติ
ที่แผ่กระจายออกจากจาน

การตัดเอาล้อคลื่นด้านข้างของสายอากาศออกไป

สายอากาศแบบพาราโบลาที่ดีไม่เพียงต้องขยายสัญญาณจากดาวเทียมซึ่งอยู่ตำแหน่งที่ตรงกับด้านหน้าและจุดศูนย์กลางของจานเท่านั้น ในขณะที่เดียวกันจะต้องกำจัดสัญญาณที่มีทิศทางอื่นออกไปได้ทั้งหมดแต่จริง ๆ แล้วจานสายอากาศแบบพาราโบลาที่มีรูปแบบเฉพาะของตัวเองที่ทำให้สัญญาณพุ่งออกไปในทิศทางใด ๆ ก็ได้

เมื่อบริษัทผู้ผลิตกระบุอัตราขยายของจานออกมาจะระบุที่ล้อคลื่นหลัก (Main Lobe) ของรูปคลื่นที่อยู่ด้านหน้าและตรงจุดศูนย์กลางของจานแต่สายอากาศทั้งหมดย่อมมีล้อคลื่นด้านข้าง (Side Lobe) ออกมาทั้งนั้นและมีคุณสมบัติในการขยายสัญญาณที่นุ่มซึ่งแตกต่างจากนุ่มของล้อคลื่นหลักอัตราขยายของล้อคลื่นด้านข้างซึ่งจะเกิดขึ้นทั้งสองด้านจะต้องควบคุมเอาไว้ให้น้อยที่สุดที่ -15 dB จากล้อคลื่นหลัก (ต่ำกว่า Main Lobe) หากไม่เป็นเช่นนี้สัญญาณดาวเทียมจากดวงอื่นที่อยู่ใกล้กันก็อาจจะมารบกวนสัญญาณที่เราต้องการรับได้ ระยะห่างระหว่างดาวเทียมซึ่งลอยอยู่ในตำแหน่งห่างกันประมาณ 3 องศาจะมีผลต่อการรับสัญญาณมาก ปัญหาของล้อคลื่นด้านข้างที่เกิดขึ้นจึงต้องทำการบังคับเอาออกไปและต้องพิจารณาให้เหมาะสมอีกด้วย จานรับสัญญาณที่มีขนาดเล็ก ๆ นั้น ส่วนใหญ่จะมีล้อคลื่นด้านข้างชุดแรกอยู่ในตำแหน่ง 3 องศาจากล้อคลื่นหลักพอดีซึ่งตรงกับตำแหน่งของดาวเทียมดวงต่อไปที่ลอยอยู่ติดกัน ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องลดเกนของล้อคลื่นด้านข้างของจานขนาดเล็กให้ลดลงมากที่สุด ซึ่งถ้าจะให้แน่นอนก็คือต้องลดให้ต่ำกว่าหลักอย่างน้อยที่สุดที่ -18 dB

เมาท์ (Mount)

เมาท์ที่ใช้ติดตั้งงานพาราโบลิกมักจะทำมาจากเหล็กทั้งเส้น โดยมีแบริ่งเป็นตัวยึดเข้ากับงานซึ่งส่วนนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากต้องรองรับน้ำหนักของงานทั้งหมดที่ตกลงมาบนแบริ่งดังนั้นหากมีการคลาดเคลื่อนของแบริ่งเพียงเล็กน้อย ก็จะทำให้ภาพที่รับได้แย่งไปอีก หรืออาจรับไม่ได้เลย วิธีทดสอบที่ดีที่สุดก็คือ ลองใช้มือจับขอบของงานแล้วลองโยกดู หากเคลื่อนจากจุดเดิมได้จะทำให้เวลาที่ต้องนำไปใช้งานจริง อาจต้องพบกับบรรยากาศที่มีฝนและลมทำให้เคลื่อนไปจากเดิมและการรับสัญญาณก็จะเอาอะไรแน่นอนไม่ได้ เนื่องจากบนท้องฟ้าดาวเทียมหลายดวงและต่อละดวงก็มีทิศทางต่างๆกัน ดังนั้นเมาท์ส่วนใหญ่จึงออกแบบให้สามารถปรับมุมของงานได้เพื่อหันทิศทางไปยังดาวเทียมดวงที่ต้องการ แบบของเมาท์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 3 แบบคือ Polar, E1/Az และ Fixed Mount

Polar Mount

นักดาราศาสตร์จะต้องใช้โพลาร์เมาท์ในการใช้งานกับกล้องโทรทรรศน์เสมอ เพราะสามารถทำให้กล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ติดตาม (Track) ดวงดาวซึ่งหมุนเหมือนกันโลกได้ โพลาร์เมาท์นี้เมื่อติดตั้งเข้ากับงานรับสัญญาณจะสามารถทำให้การเคลื่อนที่ไปมาของงานเป็นมุมที่คล้ายกับส่วนของวงจรแบบคลาค (Clack Orbit) โดยแกนของโพลาร์เมาท์ที่ต้องหันหน้างานไปทางทิศใต้(หากอยู่ต่ำกว่าเส้นศูนย์สูตรก็จะหันหน้าไปทางทิศเหนือสำหรับประเทศไทยต้องหันหน้าไปทางทิศใต้เสมอเพราะตำแหน่งของไทยเราอยู่ทางทิศเหนือของเส้นศูนย์สูตร) โดยยกขึ้นไปหาเส้นศูนย์สูตรเราเรียกแกนนี้ว่า Elevation และอีกแกนหนึ่งสามารถทำให้หน้างานเคลื่อนย้ายมุมไปยังดาวเทียมดวงต่างๆที่อยู่ในทิศทางของงานที่จะรับได้โดยปรับที่แกนนี้เพียงแกนเดียวเพื่อเคลื่อนย้ายมุมจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกเรียกแกนตามแนวนี้ว่ามุมกว่าหรือมุมอาซิมูธ (Azimuth) โดยมีมุมเงยที่เกิดจากแกนแรกอยู่คงที่ความจริงแล้วในการเคลื่อนย้ายมุม เพื่อหาดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรของคลาคจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกตามแนวนอนนั้นจะต้องมีการเพิ่มการปรับแต่งมุมเงยเข้าไปอีกชุดหนึ่งซึ่งเราเรียกว่า Declination เข้าไปที่เมาท์อีกชุดหนึ่งซึ่งมีตำแหน่งตรงกันข้ามกับมุมเงย เพื่อใช้ในการปรับทิศทางตำแหน่งของงานให้ตรงกับดาวเทียมที่เราหันไปให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

E1/Az Mount

เมาท์แบบนี้มักใช้ติดตั้งงานรับสัญญาณสำหรับชมรายการ โทรทัศน์จากดาวเทียมเพียง-

ดวงเดียว หรือ ติดตั้งเพื่อใช้งานในเชิงพาณิชย์มากกว่าที่จะใช้ติดตั้งงาน เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์ที่ต้องหันงานไปมาเพราะการปรับมุมกวาด(Azimuth)กับมุมเงย(Elevation)จะแยกเป็นอิสระต่อกันเพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมเฉพาะงาน ดังนั้นการที่จะปรับงานไปยังดาวเทียมดวงนั้น ๆ จึงไม่เหมาะที่จะใช้มือมาปรับ เพราะต้องสิ้นเปลืองเวลาในการปรับแต่งทั้งมุมกวาดและมุมเงยจึงปรับแต่งยากกว่าเม้าท์แบบโพลาร์

Fixed Mount

เม้าท์แบบนี้จะพบเห็นในประเทศเราเป็นจำนวนมากเนื่องจากมีราคาถูก มีทั้งแบบที่มีฐานเป็นวงกลม หรือเป็นเสาเดี่ยวตั้งตรงขึ้นมารับตัวงานรับสัญญาณ ซึ่งทั้งสองแบบนี้จะสามารถปรับมุมเงยได้เพียงอย่างเดียว ส่วนในการปรับหาตำแหน่งทางมุมกวาดนั้นจะใช้วิธีการหมุนที่ฐานหรือที่รอยต่อระหว่างงานกับตัวเสาแทนการใช้แอกทูเอเตอร์ เม้าท์แบบคงที่นี้นอกจากจะใช้รับสัญญาณความถี่ย่าน C-band แล้วยังนิยมใช้รับสัญญาณระบบ DBS ซึ่งใช้ความถี่ย่านของ Ku-band

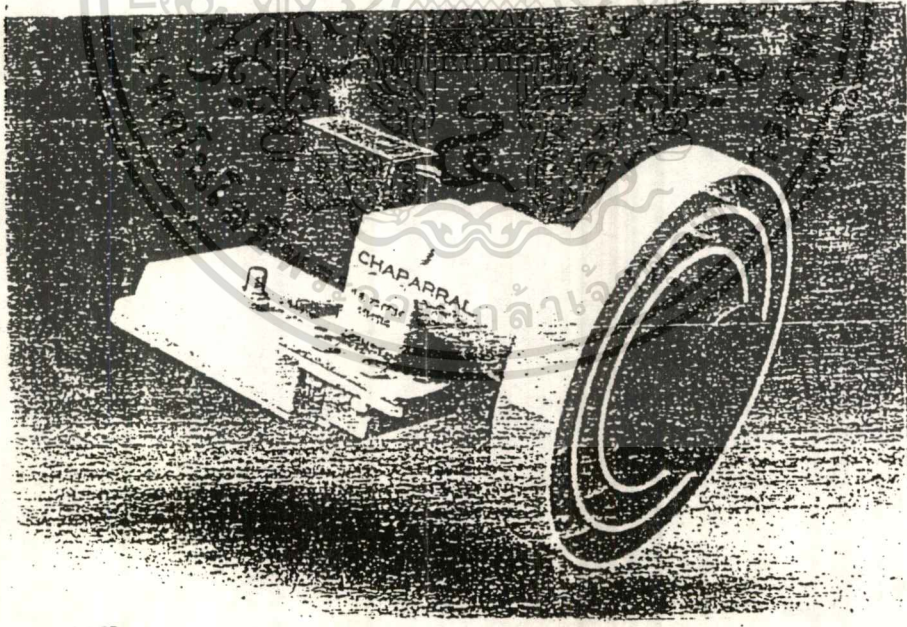


2.2 ฟีดฮอร์น LNB และอุปกรณ์ปรับขั้วคลื่นสัญญาณ (Feedhorns, LNBs & Polarizers)

งานพาราโบลาที่กล่าวไปแล้วนั้น เป็นเพียงส่วนเดียวของสถานีภาคพื้นดินที่จะรับเอาสัญญาณจากดาวเทียมลงมาเท่านั้น โดยทำหน้าที่สะท้อนเอาสัญญาณจากดาวเทียมให้พุ่งไปรวมที่จุดเดียวที่จุดโฟกัส ดังนั้นขั้นตอนต่อไปเราจะต้องเอาสัญญาณนี้มาผ่านเครื่องขยายที่มีสัญญาณรบกวนต่ำและต่อไปนี่จะเป็นหน้าที่ของฟีดฮอร์นซึ่งติดตั้งอยู่บนเม้าท์ของ LNB ที่อยู่เหนือจากนั้นเอง

ฟีดฮอร์น

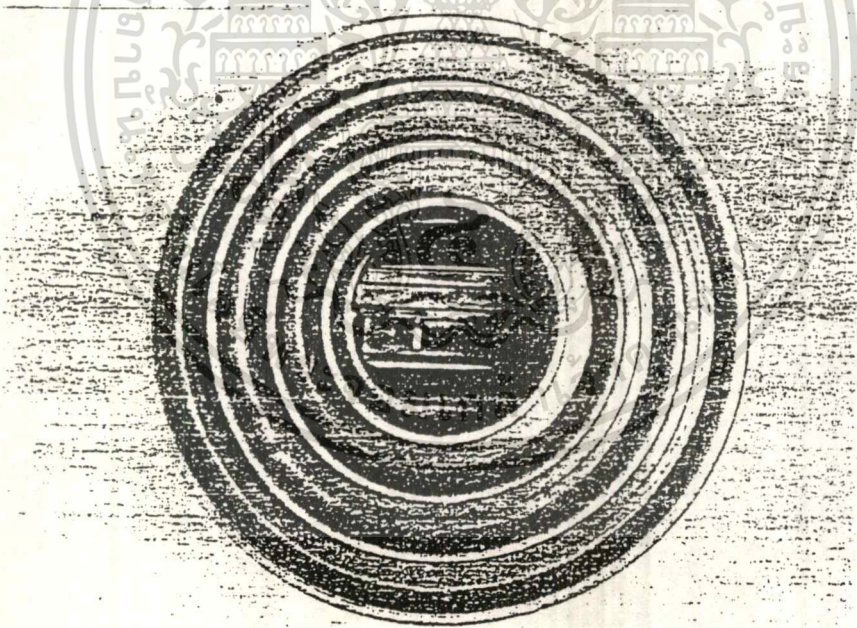
ในช่วงแรกๆนั้นระบบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมประจำบ้านส่วนใหญ่ตัวงานรับสัญญาณจะใช้ฟีดฮอร์นที่เป็นแบบสี่เหลี่ยมในการรวมสัญญาณจากจานแต่ในทางปฏิบัติพบว่าถ้าใช้ฟีดฮอร์นแบบวงกลมจะได้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าโดยให้ Gain เพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 1dB ฟีดฮอร์นที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ Scaler Feed ซึ่งที่ปากกระบอกจะมีวงแหวนซ้อนกันอยู่หลายรอบเพื่อป้องกันสัญญาณจากขอบภายนอกของจุดโฟกัสสะท้อนลงไปยังพื้นผิวของจานอีกครั้งหนึ่งสัญญาณทั้งหมดจะถูกขยายให้แรงขึ้นโดยการสะท้อนในอัตราประมาณ 70% ของผิวงานทั้งหมด ฟุ้งไปรวมกันที่ฟีดฮอร์นโดย Scaler Feedhorn จะถูกออกแบบให้สามารถมองลงมายังพื้นผิวของจานให้มากที่สุด ในขณะที่สัญญาณจะถูกลดทอนลงที่บริเวณพื้นผิวที่อยู่ใกล้ขอบจานประมาณ 10-15 dB



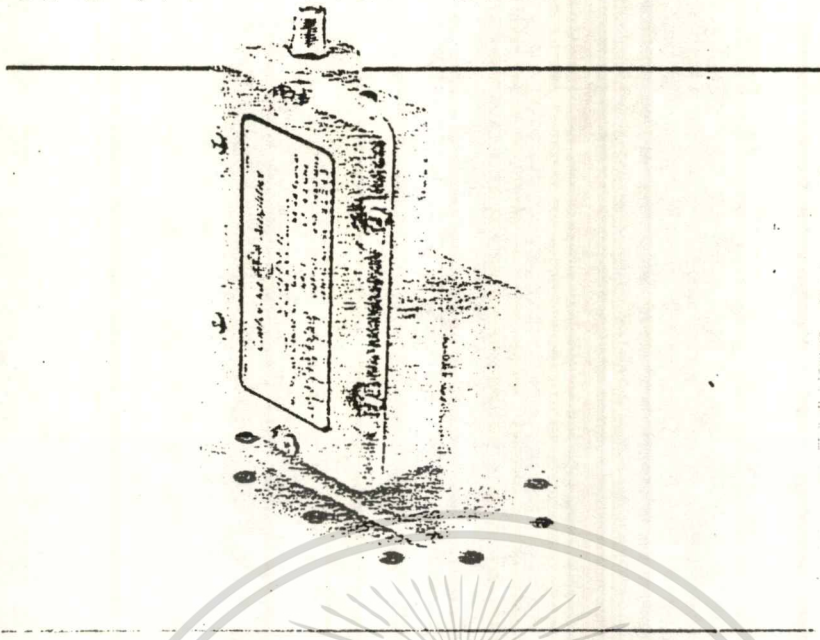
รูปที่ 2-8 ฟีดฮอร์นความถี่ย่าน C-band พร้อมกับ LNB

ปกติแล้วอนุของพื้นผิวโลกจะสร้างสัญญาณรบกวนหลายรูปแบบเข้ามาในความถี่ย่าน 4Ghz เป็นจำนวนมาก และมีความแรงมากกว่าสัญญาณที่ส่งลงมาจากดาวเทียมหลายเท่าซึ่งการลดทอนที่เกิดขึ้นบริเวณผิวขอบนอกของจานนี้ มีผลทำให้สามารถไปลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากพื้นผิวโลกซึ่งไปรวมกันอยู่บริเวณพื้นผิวที่อยู่ใกล้ขอบจาน ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 30% ของพื้นที่ผิวของจานทั้งหมดพื้นผิวของจานที่อยู่บริเวณดังกล่าว จึงทำหน้าที่เปรียบเสมือนกับชิลด์ป้องกันสัญญาณรบกวนที่จะเข้าไปยังฟีดฮอร์นไปในตัวนั่นเอง

สำหรับวิธีการพิจารณาเลือกใช้งานให้ถูกต้องและได้ผลดีนั้นในทางปฏิบัติคือตัวฟีดฮอร์นจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของจานที่เราเลือกใช้สำหรับงานรับสัญญาณที่มีท้องจานคืนสามารถใช้งานได้ดีที่สุดกับฟีดฮอร์นชนิดใดก็ได้ขณะที่แบบที่มีท้องจานลึกอาจจะต้องใช้ฟีดฮอร์นแบบพิเศษหรืออาจต้องมี Adaptor Ring ซึ่งมีลักษณะเป็นวงแหวนเข้ามาช่วย จะมีผลทำให้บริเวณช่องเปิดของฟีดยาวขึ้นอีกเล็กน้อย ทำให้ความยาวที่แท้จริงของฟีดนั้นสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วน f/d ของสายอากาศ หรือของงานรับสัญญาณได้ถูกต้องยิ่งขึ้น และอีกประการหนึ่งฟีดที่จะนำมาใช้งานให้ได้ผลดียิ่งขึ้นควรที่จะสามารถปรับตำแหน่งของ Scalar Plate ได้ เพื่อให้สามารถทำการปรับแต่งผลของการรับสัญญาณให้ได้ประสิทธิภาพที่สุด



รูปที่ 2-9 แสดงให้เห็นภาพทางด้านส่วนหน้าของฟีดฮอร์นซึ่งมี Scalar Ring เสริมเอาไว้เพื่อลดจำนวนของพลังงานที่สะท้อนกลับลงไปในงานรับสัญญาณและจะมีผลทำให้ค่า VSWR ของงานรับสัญญาณนี้ลดค่าต่ำลงได้

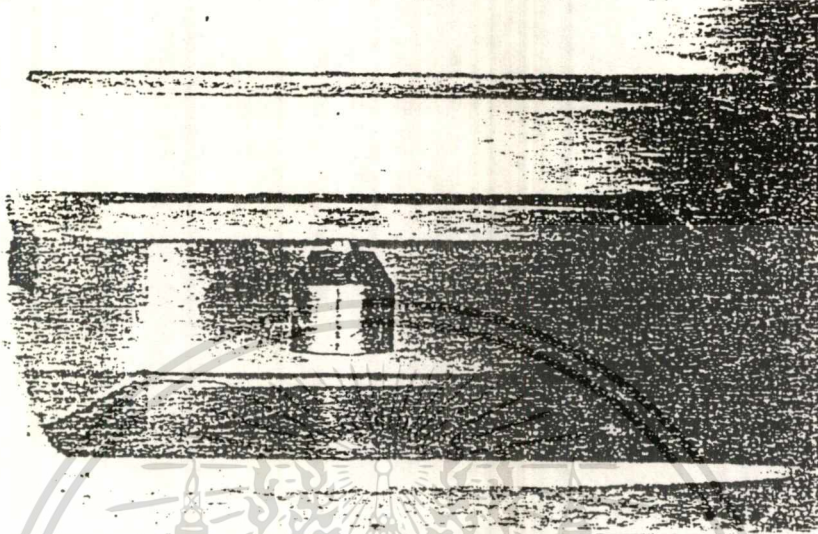


รูปที่ 2-10 LNB ที่ใช้งานความถี่ย่าน C-band

อุปกรณ์ขยายสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ

หลังจากที่สัญญาณถูกส่งเข้าไปในพีดฮอร์นแล้วจะถูกส่งต่อเข้าไปยังอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ LNB (LOW Noise Block Downconverter) หรือเรียกว่า Low Noise Amplifier โดยเราจะถือว่าเป็นขั้นตอนแรกที่มีการขยายสัญญาณเกิดขึ้นภายในเม้าท์ของ LNB จะมีโพรบโลหะเล็ก ๆ ความยาวไม่ถึง 1 นิ้วอยู่อันหนึ่งซึ่งจริงแล้วเป็นสายอากาศที่เรโซแนนท์กับสัญญาณที่มีความถี่ส่งมาจากดาวเทียมนั่นเองเมื่อรับสัญญาณมาแล้วจะทำการส่งต่อโดยการ Coupling เข้าไปยังวงจรขยายทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแน่นอนว่าสัญญาณรบกวนจะเกิดขึ้นภายในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโดย LNB จะขยายสัญญาณรบกวนนี้พร้อมส่งสัญญาณที่ต้องการแล้วส่งผ่านไปยังขั้นตอนต่อไป ซึ่งในขั้นตอนนี้ LNB จะต้องสามารถควบคุมระดับของสัญญาณรบกวนนี้ให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในสมัยก่อนนั้นระบบโทรทัศนผ่านดาวเทียมต้องใช้งานที่มีขนาดใหญ่หลายๆเพื่อจะได้ทำการหักล้างกันระหว่างสัญญาณที่ต้องการรับจริงกับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นใน Low Noise Amplifier เพื่อให้เหลือสัญญาณจริงมากที่สุดแต่ในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำประเภทแกเลียมอาเซไนด์ (Gallium Arsenide : GaAs) และ High Electron Mobility Transistor มาใช้งานจึงมีผลทำให้สามารถลดสัญญาณรบกวนที่เราเรียกว่า Noise Temperature ภายใน LNB ลงไปได้อย่างมาก

และทำให้ราคาจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ต่ำลงไปอย่างมากเช่นกัน Noise Temperature ของ LNB จะบอกมาในหน่วยขององศาเคลวิน (Degree Kelvins: K) ซึ่งหาก Noise Temperature มีค่าต่ำลงเท่าไร สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายใน LNB ก็จะน้อยลงไปด้วย โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในย่าน 50-60 K แต่ในปัจจุบันได้มีการผลิตค่าต่ำกว่านี้ออกมาจำหน่ายกันมากแล้ว คือ อยู่ในช่วงประมาณ 30 K



รูปที่ 2-11 แสดงให้เห็นโพรบที่ติดตั้งอยู่ภายในฟีดฮอร์น

จากรูปที่ 2-11 แสดงให้เห็นโพรบซึ่งเป็นเสมือนสายอากาศเล็ก ๆ ต้นหนึ่งที่อยู่ภายในฟีดฮอร์นและถูกติดตั้งไว้อย่างคงที่ไม่สามารถที่จะปรับให้เอียงไปทางใดทางหนึ่งด้วยคำสั่งจากเครื่องรับได้เมื่อนำไปใช้งานจะต้องทำการปรับที่ตัวฟีดฮอร์นโดยตรง โดยให้แนวของช่องสี่เหลี่ยมที่โพรบติดตั้งอยู่เอียงให้สอดคล้องกับขั้วคลื่นของสัญญาณที่ส่งลงมาจาดาวเทียม

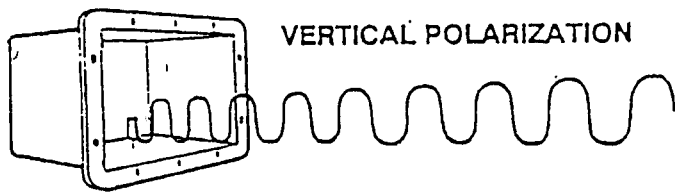
LNB สำหรับย่าน Ku-band

LNB ที่ใช้งานในย่านความถี่ KU-band จะแสดงอัตราการเกิดของสัญญาณรบกวนอยู่ในรูปของ Noise Figure ซึ่งมีหน่วยเป็น dB แทนค่า Noise Temperature ซึ่งเป็นหน่วยวัดสัญญาณรบกวนของ LNB สำหรับย่าน C-band เราสามารถเปรียบเทียบค่า Noise Temperature ของอุปกรณ์ขยายสัญญาณได้ตามตารางข้างล่าง จะแสดงค่าสมมูลของ Noise Figure สำหรับ LNB ย่าน Ku-band ทั้งหมด

170	=	2.01	dB	noise	figure
150	=	1.82	dB	noise	figure
120	=	1.52	dB	noise	figure
100	=	1.29	dB	noise	figure
80	=	1.06	dB	noise	figure
60	=	0.82	dB	noise	figure

ขั้วคลื่นแบบแนวตั้งและแนวนอน

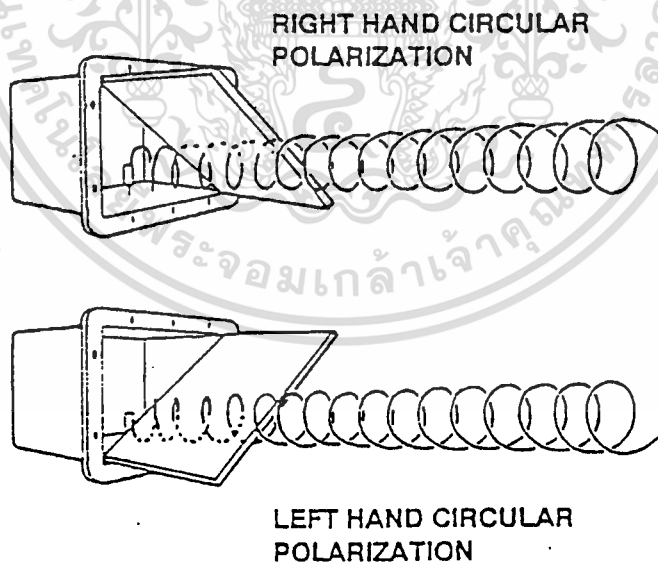
สัญญาณที่ถูกส่งลงมาจากดาวเทียมที่ใช้ภายในประเทศอย่าง เช่น เอเชียแซท หรือ ปาราลานันส่งโดยการใช้สายอากาศที่มีขั้วการเดินทางของคลื่นสัญญาณทั้งที่เป็นแบบแนวตั้ง (Vertical) และแบบแนวนอน (Horizontal) ดังนั้นในการที่จะรับสัญญาณให้ได้ดีที่สุด โพรบหรือ แกนรับสัญญาณที่อยู่ภายใน LNB ต้องอยู่ในระนาบเดียวกับขั้วการเดินทางของคลื่นที่สายอากาศของดาวเทียมหรือของทรานสปอนเดอร์ส่งมาด้วยถ้าหากโพรบดังกล่าวไม่แมทช์กับขั้วคลื่นของ ทรานสปอนเดอร์ดาวเทียมแล้วสัญญาณก็จะเกิดการสูญเสียไปอย่างมากหรือถ้าตรงกันข้ามกันเลย จะทำให้ไม่สามารถรับสัญญาณทั้งหมดได้ซึ่งขั้วของโพรบใน LNB สามารถหมุนได้โดยใช้ Polarizer หรือถ้าหากไม่มี Polarizer ก็ต้องใช้การหมุนที่ตัว LNB โดยตรง



รูปที่ 2-12 ของลักษณะที่มีขั้วคลื่นเป็นแบบเชิงเส้นทั้งแนวตั้งและแนวนอน

ขั้วคลื่นแบบวงกลม

ดาวเทียมระบบ DBS ของประเทศญี่ปุ่น จะเหมือนกับดาวเทียมอินเทลแซท ของประเทศอเมริกา และดาวเทียมสเตรชันนาร์ของประเทศรัสเซีย คือมีขั้วการเดินทางของคลื่นเป็นแบบวงกลมหรือเรียกว่า Circular Polarization ดังนั้นหากเราต้องการรับสัญญาณดาวเทียมที่มีขั้วคลื่นแบบนี้ให้มีประสิทธิภาพดีที่สุดแล้วเราจะต้องใช้ฟีดฮอร์นที่มีโครงสร้างของโพรบเป็นแบบ Circular เช่นกัน โพรบจะมีลักษณะเป็นวงกลม (Helical) และมีลักษณะของรูปคลื่น (Pattern) หมุนเป็นเกลียว ซึ่งยังสามารถแบ่งออกได้เป็นสองแบบคือ แบบที่คลื่นหมุนทางขวา (Right Hand Circular Polarization) และแบบที่คลื่นหมุนทางซ้าย (Left Hand Circular Polarization) ส่วนแบบ Linear Polarization แบ่งออกเป็น Horizontal และ Vertical Polarization) ถึงแม้ว่าฟีดฮอร์นแบบ Linear :ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานจะสามารถรับสัญญาณที่เป็น Circular ได้ก็ตาม แต่ครึ่งหนึ่งของสัญญาณที่รับได้จะเสียไป ในปัจจุบันมีหลายบริษัทที่พยายามจะผลิตฟีดฮอร์นแบบพิเศษที่ใช้งานในย่าน C-band ซึ่งสามารถรับได้ทั้งขั้วคลื่นแบบ Linear และแบบ Circular โดยใช้ชื่อว่า Dual Polarization Circular/Linear C-band feed



รูปที่ 2-18 ลักษณะของสัญญาณที่มีขั้วคลื่นเป็นแบบวงกลม (Circular Polarization)

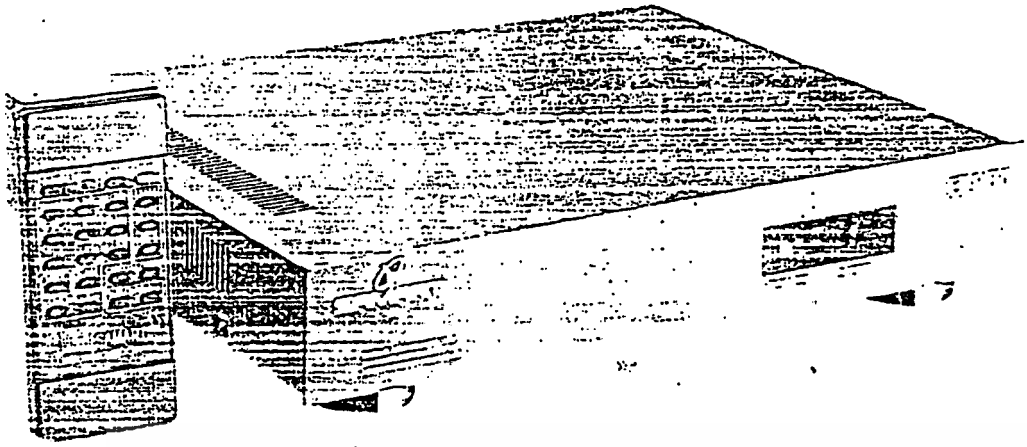
อุปกรณ์รับขั้วสัญญาณ

ดาวเทียมที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่จะมีความถี่ที่ใช้งานถูกจำกัดอย่างมากดังนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่จึงออกแบบให้มีความถี่ใช้งานซ้อนภายในหนึ่งทรานสปอนเดอร์เพื่อเพิ่มช่องสัญญาณในการใช้งานให้มากขึ้นโดยส่งสัญญาณให้มี Polarization ตรงกันข้ามกันทุกๆ ทรานสปอนเดอร์ หรือพูดง่าย ๆ ว่าในหนึ่งทรานสปอนเดอร์จะมีการส่งสัญญาณเป็นสองช่องโดยที่ช่องหนึ่งส่งแบบ Horizontal แต่ใช้ความถี่เดียวกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อโพรบของพีคซอร์นของเราถูกปรับไปอยู่ที่ตำแหน่ง Horizontal ซึ่งตรงกับทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียม ก็จะทำให้การรับสัญญาณดีที่สุดแต่เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งหนึ่งระหว่าง Vertical ก็จะรับภาพไม่ได้ ถ้าบังเอิญพีคซอร์นถูกปรับไปอยู่ตำแหน่งระหว่าง Vertical และ Horizontal Polarization โดยไม่ตั้งใจก็อาจเป็นไปได้ที่จะสามารถดูสัญญาณภาพได้จากอีกทรานสปอนเดอร์หนึ่งในเวลาเดียวกัน

ในการเลือก Polarization ให้ถูกต้องนั้น พีคซอร์นส่วนใหญ่สามารถกระทำได้โดยบังคับให้โพรบหมุนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสามารถรับภาพได้ชัดที่สุด ตัวโพรบจะถูกบังคับให้หมุนได้ด้วยเซอร์โวมอเตอร์ตัวเล็ก ๆ ซึ่งได้รับการจ่ายแรงดันมาจากเครื่องรับสัญญาณ หรือจากเครื่องควบคุมตำแหน่งของสายอากาศโดยการตรวจสอบความแรงของสัญญาณที่เข้ามาเครื่องรับบางเครื่องสามารถจะควบคุมขั้วคลื่นให้ถูกต้องได้โดยอัตโนมัติด้วยการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ภายในเป็นตัวควบคุม โดยใช้วิธีปรับด้วยมือในขั้นต้นแล้วบันทึกเก็บเอาไว้ในหน่วยความจำของเครื่องรับ แต่มีบางโรงงานใช้วิธีเปลี่ยนการควบคุมจากการใช้กลไกมาเป็นวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะทำให้รวดเร็วและมีเสียงที่เงียบกว่าแบบใช้กลไกวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์จะทำการสลับขั้วคลื่นตามสัญญาณความถี่ที่รับเข้ามาโดยอัตโนมัติ นั่นก็คือจะต้องมีการดึงเอาสัญญาณส่วนหนึ่งแบ่งเข้ามาทำการตรวจเช็คมีผลทำให้สัญญาณสูญเสียลงไปประมาณ 0.1-0.2 dB ซึ่งถือว่าน้อยมากจึงไม่ได้รับความสนใจมากนัก

2.3 เครื่องรับสัญญาณ

สัญญาณจากดาวเทียมที่ถูกรับโดยจานสายอากาศและถูกแปลงความถี่โดย LNB แล้วจะถูกส่งมายังเครื่องรับซึ่งตั้งอยู่ภายในบ้าน เพื่อทำการแยกสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงออกมาภายในเครื่องรับสัญญาณจะมีวงจรผสมความถี่ซึ่งควบคุมโดย channel selector เพื่อให้กำเนิดสัญญาณ IF ที่สอง ซึ่งก็คือความถี่ที่อยู่ตรงกลาง (centered frequency) ของย่านความถี่ที่ใช้งาน โดยปกติจะใช้ความถี่ 70 Mhz เป็นความถี่ IF ที่สอง แต่ก็มีเครื่องรับบางรุ่นอาจใช้ความถี่ 130,140 หรืออาจสูงถึง 510 Mhz เป็นความถี่ IF ก็ได้และจะมีวงจร filter อีกชั้นหนึ่งเพื่อกรองสัญญาณที่แทรกสอดเข้ามาจากภาคพื้นดินทิ้งไป



รูปที่ 2-14 ตัวอย่างเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียม

แถบความถี่ (bandwidth) ของ IF ที่สองต้องการความกว้างประมาณ 27 Mhz ซึ่งกว้างพอที่สัญญาณภาพและเสียงของโทรทัศน์จำนวนหนึ่งช่องจะผ่านไปได้ จากนั้นสัญญาณ IF ที่สองจะถูกขยายให้แรงขึ้นอีกเล็กน้อย และกรองให้มีขนาดความกว้างของสัญญาณที่ 27 Mhz ซึ่งสัญญาณรบกวนที่มีความถี่สูงกว่าหรือต่ำกว่าแถบความถี่ที่กำหนดไว้นี้จะถูกกำจัดทิ้งไป

หลังจากผ่านวงจรกรองสัญญาณแล้วสัญญาณ IF จะถูกส่งไปแยกสัญญาณภาพและเสียงที่มีอยู่ออกมา ซึ่งสัญญาณที่ได้จะเหมือนกันที่ส่งมากับความถี่เดิมในย่าน C-band หรือ Ku-band การ

ส่งสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมทุกดวงที่ไม่มีสลับหรือเข้ารหัสสัญญาณ (scramble) นั้นจะมีคลื่นพาห์ที่สอง (second carrier) ที่เรียกว่าคลื่นพาห์ย่อย (sub carrier) ซึ่งอยู่ในแถบความถี่ของสัญญาณ 27 Mhz คลื่นพาห์ย่อยนี้จะใช้ประโยชน์ในการส่งสัญญาณเสียงของรายการแต่ละรายการไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ เช่นคลื่นพาห์ย่อยของดาวเทียมเอเชียแซทจะอยู่ห่างจากความถี่กลาง 6.2 หรือ 6.8 Mhz โดยอาจจะอยู่ทางด้านใดด้านหนึ่งของความถี่กลางเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมทุกเครื่องจะมีวงจรควบคุม หรือเลือกคลื่นพาห์ย่อยให้มีความถี่ตรงตามที่เราต้องการและตรงกับช่องที่เราจะรับ นอกจากนี้ดาวเทียมบางดวงยังได้จัดคลื่นพาห์ย่อยช่วย (auxiliary sub-carrier) เอาไว้หลาย ๆ ชุดเพื่อต่อเข้ากับช่องใดช่องหนึ่งของ transponder ที่ใช้ส่งสัญญาณโทรทัศน์ การเพิ่มคลื่นพาห์ย่อยช่วยในลักษณะนี้จะถูกนำไปใช้ในการส่งกระจายเสียงรายการวิทยุและการส่งข้อมูลต่าง ๆ ได้อีกโดยไม่รบกวนรายการโทรทัศน์ที่ส่งในทรานสปอนเดอร์เดียวกันรายการที่ส่งโดยใช้คลื่นพาห์ย่อยช่วยนี้สามารถรับได้ด้วยเครื่องรับดาวเทียมปกติทั่ว ๆ ไป

ในปัจจุบันเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมที่ถูกผลิตออกมาจะมีประสิทธิภาพ

สูงขึ้นกว่าเดิมไม่ว่าจะเป็นการเลือกช่องตามที่เราต้องการโดยใช้รีโมทคอนโทรล บางรุ่นก็มีการแสดงเป็นตัวอักษรกราฟฟิกเพื่อบอกรายละเอียดการรับบนจอเครื่องรับโทรทัศน์ หรือสามารถค้นหาช่องตามที่เราต้องการได้โดยอัตโนมัติ และต่อไปจะมีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่แสดงวิธีการปรับจูนระบบเป็นตัวอักษรกราฟฟิกภาษาไทยบนจอเครื่องรับโทรทัศน์อีกด้วย



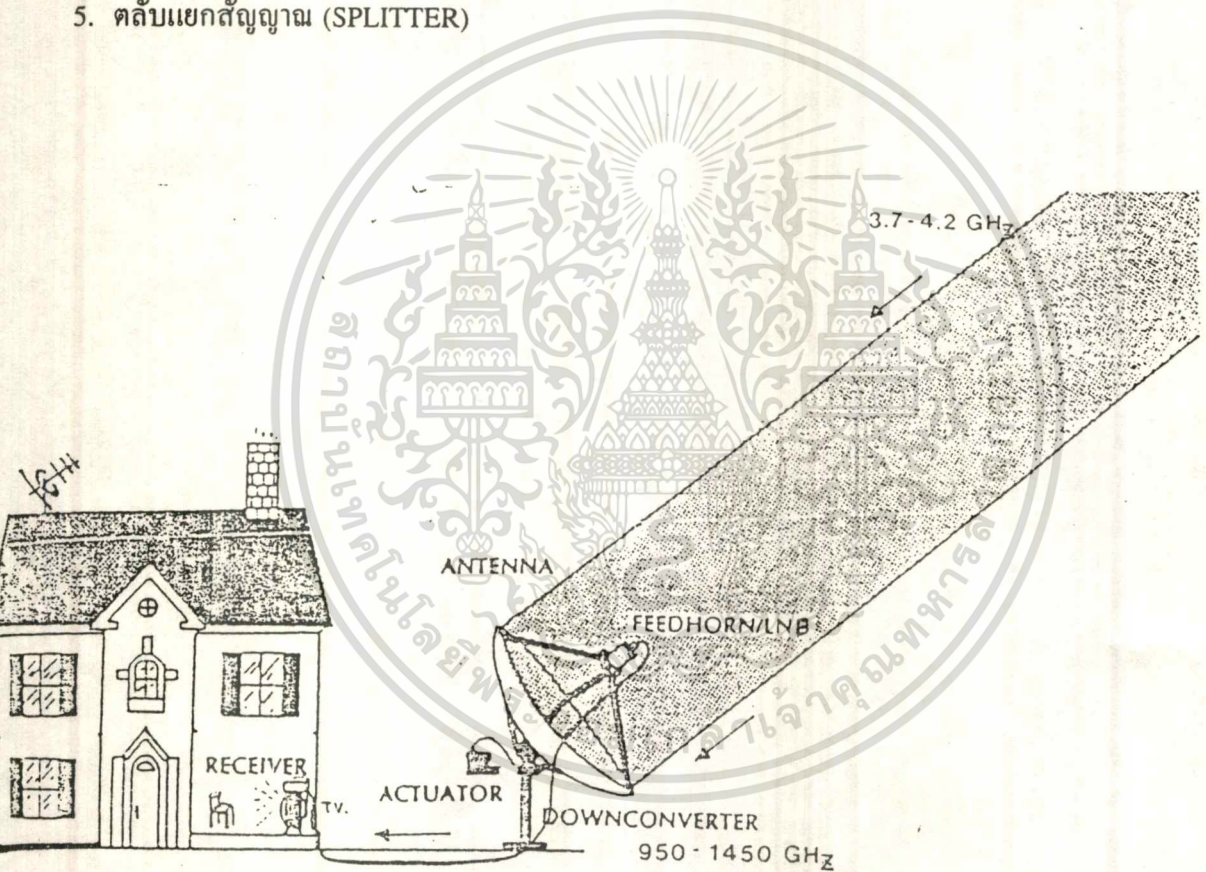
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์จานรับสัญญาณดาวเทียม

อุปกรณ์และรายละเอียดต่าง ๆ ที่สำคัญในการติดตั้งจานรับดาวเทียม มีดังนี้

1. จานรับสัญญาณดาวเทียม (DISH)
2. ตัวรวมสัญญาณ (FEED HORN)
3. อุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำ (LNB)
4. ขั้วต่อและสายนำสัญญาณ (CONNECTOR)
5. ตลับแยกสัญญาณ (SPLITTER)



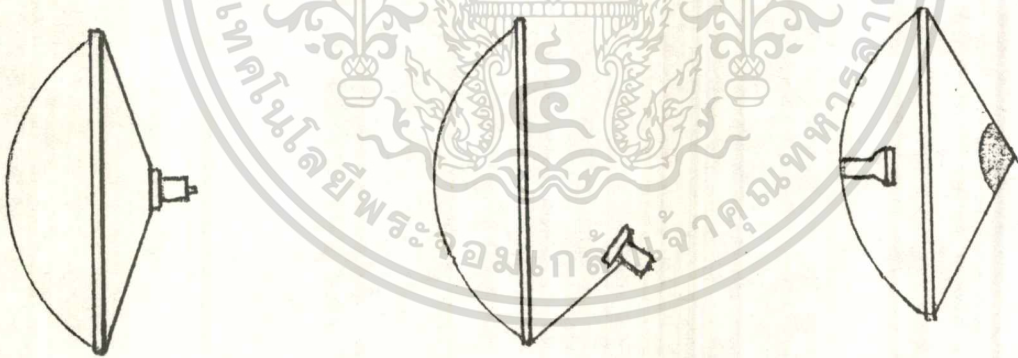
รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ในการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

1. จานรับสัญญาณดาวเทียม (SATELLITE DISH ANTENNA)

จานรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมในประเทศไทย แบ่งได้ดังนี้

1. จานแบบคงที่ (FIXED) แบบจานเดี่ยวรับดาวเทียมได้ดวงเดียว
2. จานแบบคงที่รับดาวเทียมได้หลายดวง เช่นแบบ DUO, TRIO ปัจจุบันรับได้ถึง 4 ดวง

จานรับสัญญาณดาวเทียม (SATELLITE DISH ANTENNA) มีหน้าที่สะท้อนสัญญาณคลื่นความถี่โทรทัศน์ที่ส่งผ่านจากดาวเทียม ไปรวมสัญญาณ (FOCUS) ที่อุปกรณ์ FEED HORN มีลักษณะรูปโคงพาราโบลา แบบกระเพาะ ทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียม หรือไฟเบอร์กลาส มีทั้งจานรับแบบทึบ (SOLID ANTENNA DISH) แบบจานโปร่ง (MESH ANTENNA DISH) และแบบยาคิ (YAKI) จานขนาดใหญ่จะรับสัญญาณภาพได้แรงชัดเจนครึ่งมีเกนการรับที่สูงกว่าจานที่มีขนาดเล็ก และจานที่มีขนาดใหญ่ยังสามารถรับสัญญาณผ่านดาวเทียมได้หลายดวงโดยเฉพาะการติดตั้งจานรับแบบคงที่จานเดี่ยวให้รับได้ 2 ดวง แบบ DUO แบบ MOVE ที่รับได้หลายดวง และที่สำคัญจานยิ่งใหญ่มากยิ่งดี แต่ยังมีราคาแพงตามไปด้วย ขนาดของจานความถี่ Ku-BAND กว้างประมาณ 40 เซนติเมตร ส่วนขนาดจานความถี่ C-BAND กว้างประมาณ 4-12 ฟุต ดังนั้นผู้ซื้อควรพิจารณาตัดสินใจเลือกขนาดของจานให้เหมาะสมกับฐานะและวัตถุประสงค์ความต้องการที่จะใช้ว่าจะรับดาวเทียมดวงไหน ก็ดวง ก็ช่อง ระบบอะไร แบบใดและที่สำคัญมีงบประมาณเท่าไรอีกด้วย

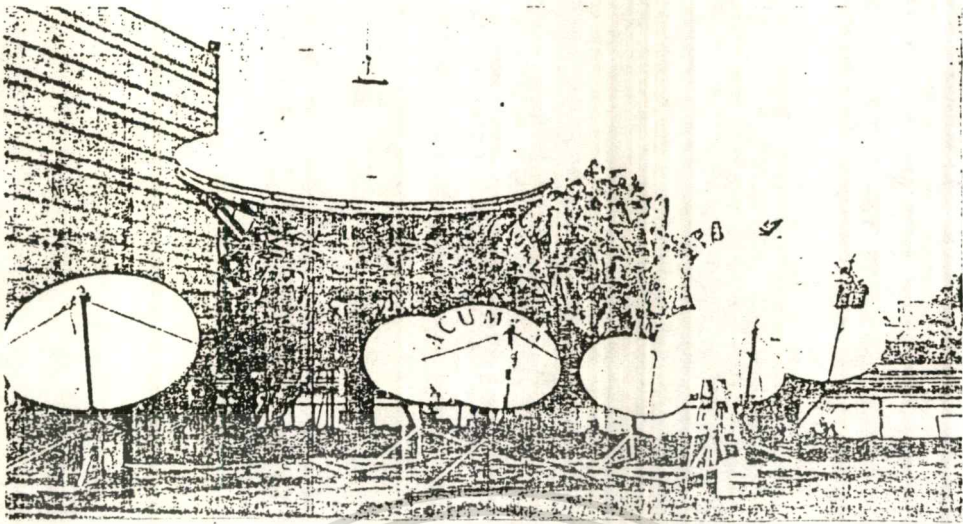


CENTER FOCUS

OFFSET-FED

CASSEGRAIN

รูปที่ 3.1.1 การสะท้อนคลื่นจากจานไปยังตัวรวมสัญญาณแบบต่าง ๆ

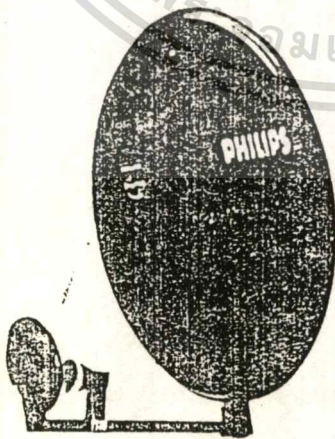


รูปที่ 3.1.2 จานรับสัญญาณดาวเทียมแบบต่าง ๆ

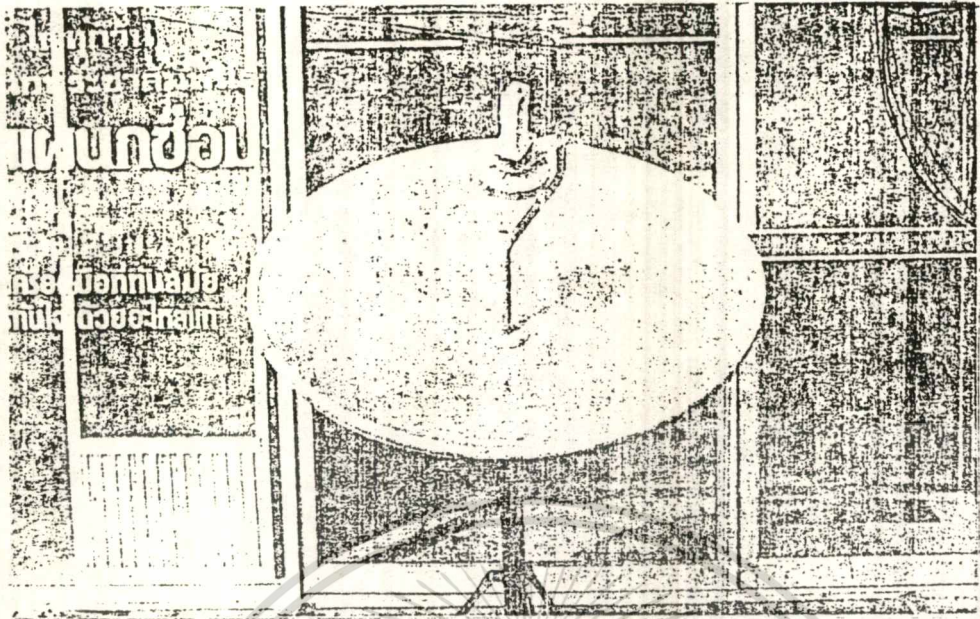
จานแบบทึบ (SOLID ANTENNA DISH) แบบรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม โครงสร้างทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียมจะรับสัญญาณได้ดีและราคาจะถูกกว่าแบบจานโปร่งเพราะมีจำนวนมาก ๆ ได้ง่าย ปัจจุบันนิยมใช้แบบไฟเบอร์กลาสที่ฝังตัวนำลวดตาข่ายไว้ภายใน

การติดตั้ง : เหมาะสำหรับติดตั้งบนพื้นล่างหรือส่วนที่รับน้ำหนักมากๆ ได้ไม่นิยมติดตั้งสูงเนื่องจากต้านลม มีน้ำหนักมาก ขนย้ายไม่สะดวก น้ำขังก็จะทำให้เป็นสนิมได้ง่ายและยังบดบังทัศนียภาพด้านหลัง

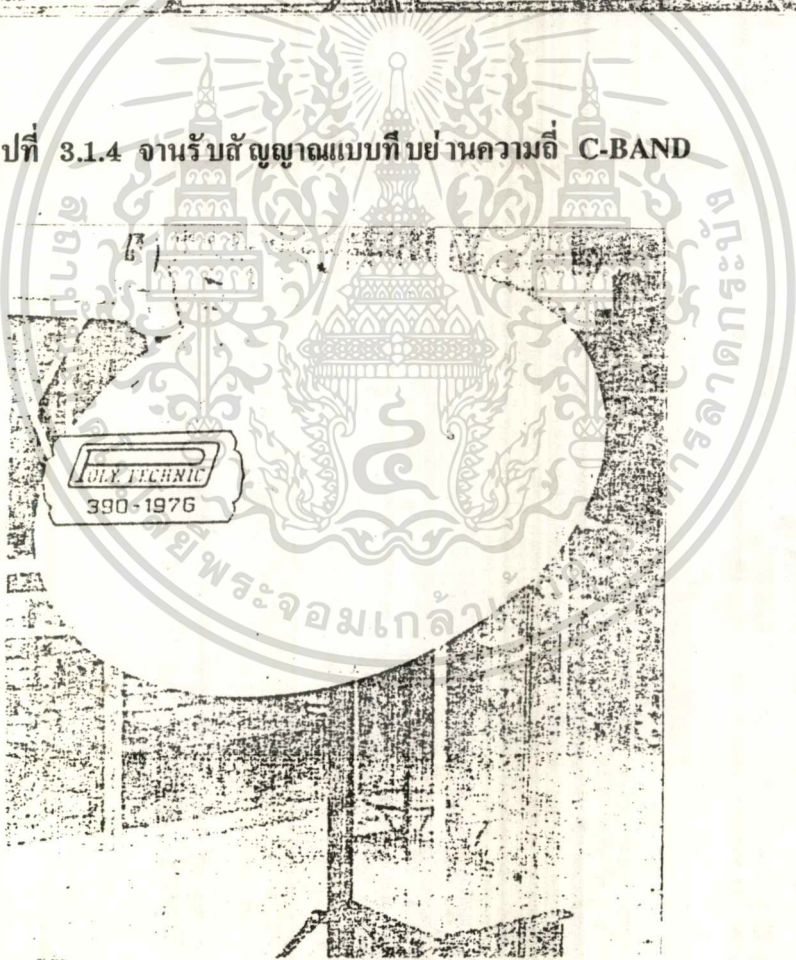
สีที่เคลือบ : นิยมใช้สีเทาหรือดำด้านที่ไม่สะท้อนแสงเพื่อป้องกัน LNB เสีย เนื่องจากการรวมแสงเกิดความร้อนจากการสะท้อนของจาน สีที่ใช้เป็นสีกันสนิมอย่างดี ทนแดดฝน



รูปที่ 3.1.3 จานรับสัญญาณแบบที่บ่ย่านความถี่ Ku-BNAD



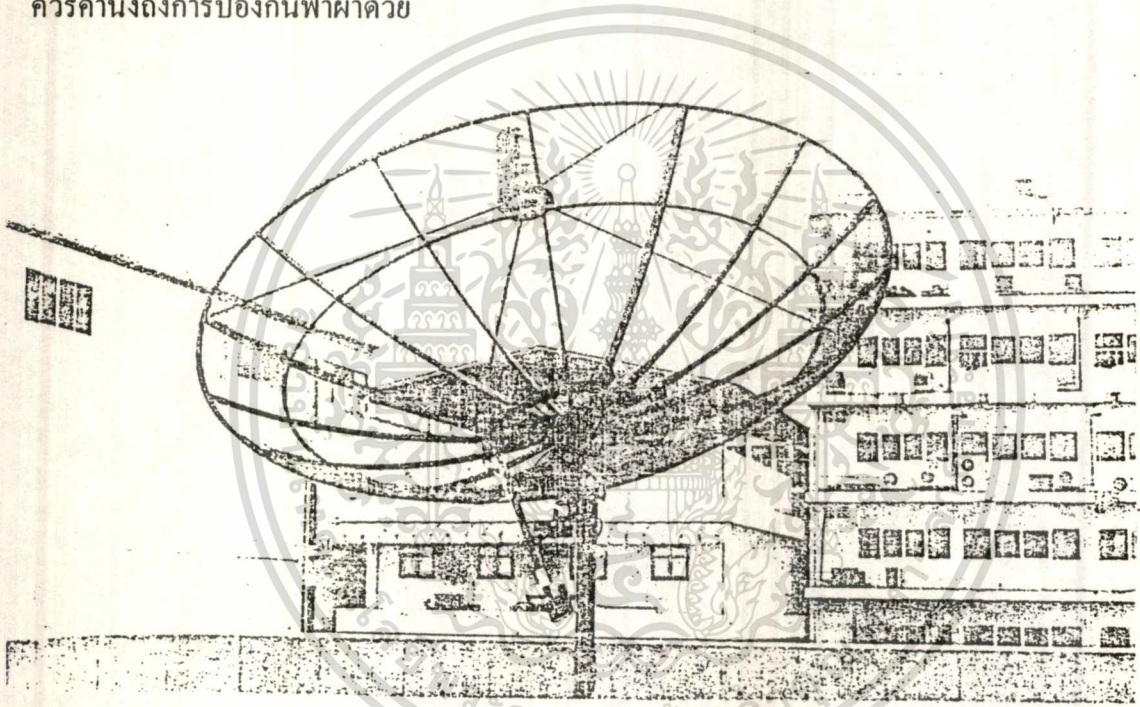
รูปที่ 3.1.4 จานรับสัญญาณแบบที่ขยายความถี่ C-BAND



รูปที่ 3.1.5 จานรับสัญญาณแบบที่ทำได้ด้วยไฟเบอร์กลาส

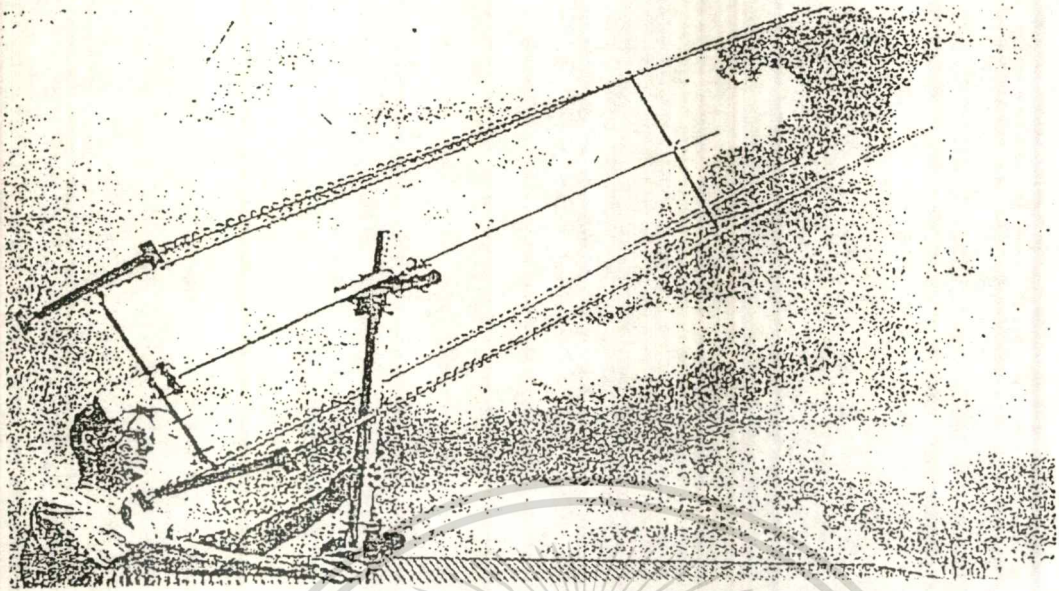
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ 35 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานแบบโปร่ง (MESH ANTENNA DISH) โครงสร้างทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบสีกันสนิม เป็นแผ่นรูตะแกรงประกบกันเป็นส่วนๆ ลมผ่านได้ ขนาดของรูตะแกรงต้องไม่โตกว่าขนาดของความยาวคลื่นส่วนสิบสอง ($\lambda/2$) คือถ้าเป็นความถี่ย่าน Ku-BAND รูตะแกรงต้องไม่โตเกิน 2 มิลลิเมตร และถ้าเป็นความถี่ย่าน C-BAND รูตะแกรงจะต้องโตไม่เกิน 6 มิลลิเมตร จึงจะสามารถสะท้อนสัญญาณได้ดี สัญญาณไม่รอดรูออกไปได้ งานแบบโปร่งเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบันอันเนื่องมาจากน้ำหนักเบา ไม่ต้านลม สวยงาม ขนย้ายสะดวกจึงเหมาะสำหรับการติดตั้งบนที่สูง เช่น บนอาคาร และยังนิยมใช้ในการติดตั้งงานแบบ MOVE แต่งานแบบโปร่งยังมี ข้อเสีย คือ การสะท้อนสัญญาณยังสู้แบบจานทึบไม่ได้ อันเนื่องมาจาก การเจาะรูตะแกรงอาจไม่ดีพอผิวงานที่ถูกเจาะรูมาก ๆ จะบอบบางบิดเบี้ยวได้ง่ายทำให้ไม่โค้งเป็นพาราโบลา และการติดตั้งบนสถานที่สูง ๆ ควรคำนึงถึงการป้องกันฟ้าผ่าด้วย



รูปที่ 3.1.6 จานรับสัญญาณแบบโปร่งเหมาะสำหรับติดตั้งบนสถานที่สูง

สายอากาศแบบยาคิ (YAKI ANTENNA) จะมีรูปร่างไม่เหมือนกับสายอากาศโทรทัศน์ย่าน VHF ที่ใช้กันตามบ้านทั่วไป เนื่องจากความถี่ของสัญญาณจากดาวเทียมมีความถี่สูงมากเป็น Ghz ทำให้ความยาวคลื่นในการรับสัญญาณเล็กมาก และมีขนาดของสัญญาณที่ส่งมาต่ำ ทำให้ต้องเพิ่มจำนวนชิ้นส่วน (ELEMENT) ในการรับเป็นจำนวนมากจึงจะมีอัตราการขยายสูงขึ้น ทำให้แกนสายอากาศ (BOOM) มีความยาวมาก สำหรับประเทศไทยยังไม่เป็นที่นิยมใช้กัน

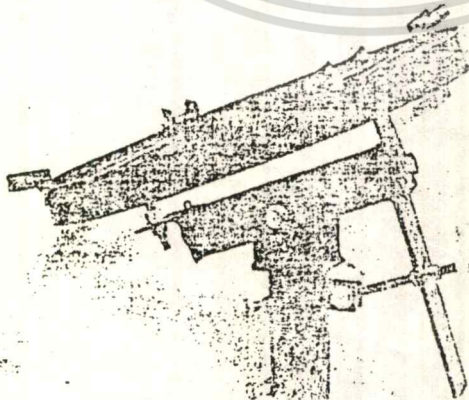


รูปที่ 3.1.7 สายอากาศแบบ YAKI ที่ใช้รับความถี่ย่าน C-BAND

ที่ยึดจาน (MOUNT)

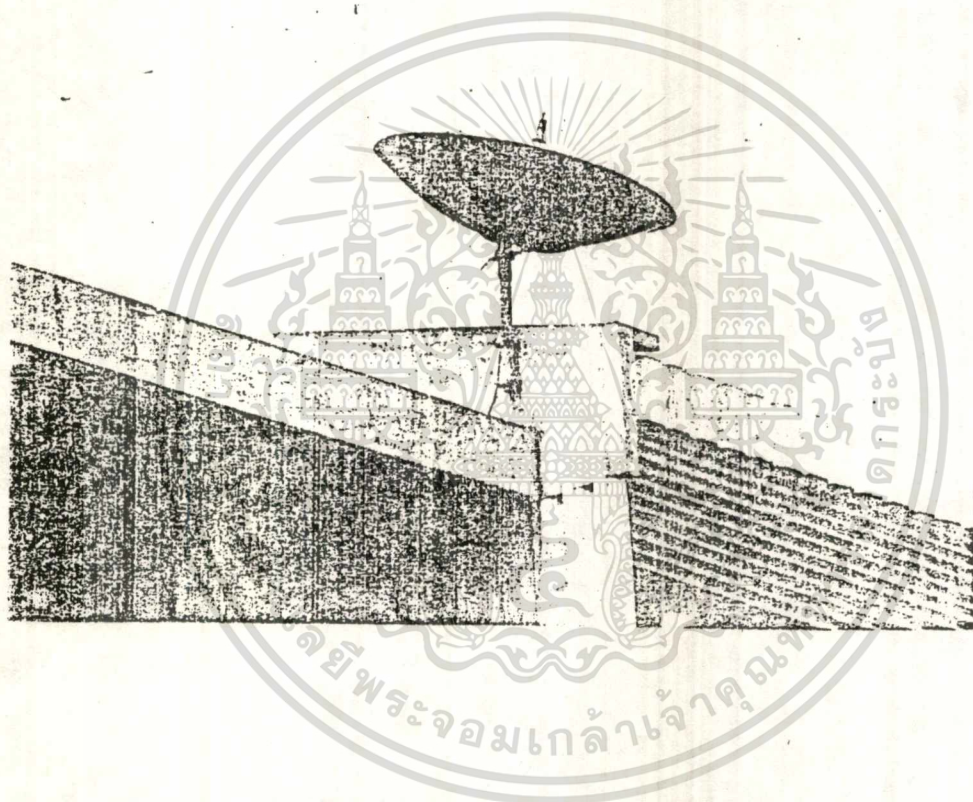
ที่ยึดจานจะเป็นตัวยึดจานให้อยู่บนหัวเสาและสามารถปรับทิศทางได้ตามความต้องการ ปกติจะเป็นเหล็กแล้วใช้น๊อตเป็นตัวล็อกตำแหน่งตามความต้องการ โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. แบบยึดคงที่ (FIXED MOUNT) จะมีราคาถูกรับมุมเงยได้เพียงอย่างเดียว บางแบบจะมีฐานยึดเป็นวงกลมส่วนมากจะเป็นจานที่ประกอบด้วยและติดตั้งง่าย
2. แบบปรับมุมเงยมุมส่ายได้ (EL/AZ MOUNT) สามารถปรับมุมเงยและมุมส่ายของจานได้เป็นอิสระจากกัน เหมาะสำหรับดาวเทียมดวงเดียว เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน
3. แบบโพล่า (POLAR MOUNT) จะหมุนเป็นส่วนโค้งตามแนวเส้นศูนย์สูตร

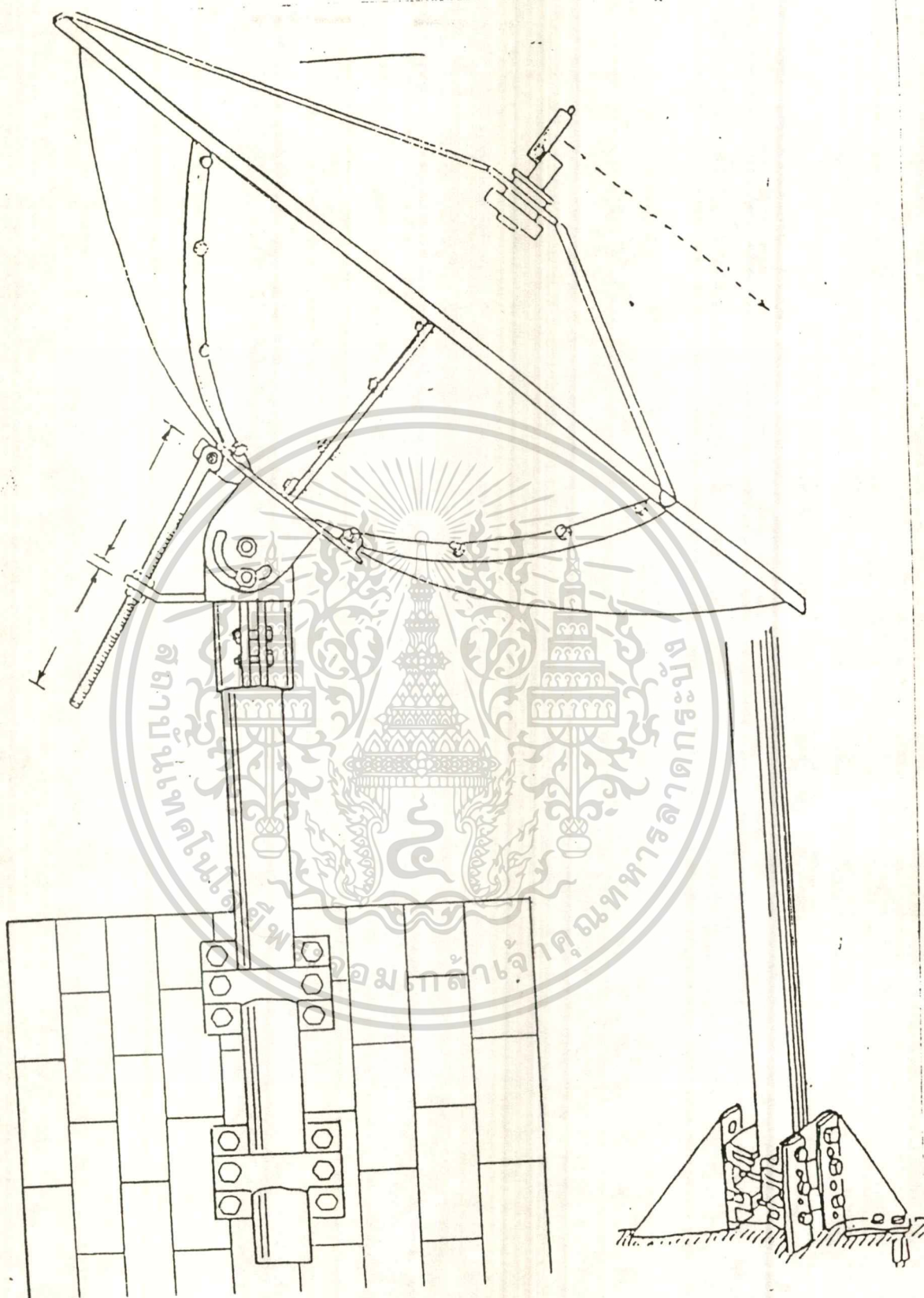


รูปที่ 3.1.8 โครงสร้าง MOUNT

เสาจานรับสัญญาณดาวเทียม เป็นเสาทรงกระบอกที่รับน้ำหนักงานทั้งหมดทำด้วยเหล็กกลวงเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 นิ้ว ยกงานให้สูงขึ้นอีก ประมาณ 1.5-2 เมตร ส่วนหัวเสาจะยึดติดกับเม้าท์ที่ค่องาน ส่วนฐานจะยึดติดกับพื้นปูน มีแบบฐานสี่เหลี่ยมยึดทุก 4 ตัวแบบฐานสามแฉก หรือแบบฐานวงกลมติดกับงานที่บ บางที่ไม่สามารถติดเสาจานไว้บนดินหรือบนหลังคาได้ ก็จะใช้แกล้มปีเหล็กยึดติดกับข้างฝา ถ้าติดตั้งบนพื้นดินควรทำฐานปูนตอกเสาเข็มขนาดประมาณ 0.6 ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 3.1.9 การติดตั้งเสาจานรับสัญญาณด้านข้างอาคารแทนการยึดเสาบนหลังคา

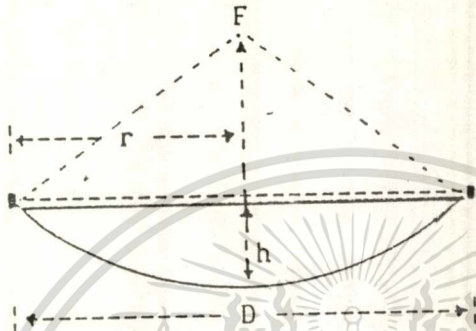


รูปที่ 3.1.10 การยึดฐานงานรับสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อที่ 39 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบจานรับสัญญาณ

พาราโบลา (PARABOLA) หมายถึง ทางเดินของจุดซึ่งอยู่บนระนาบและห่างจากจุดคงที่และเส้นตรงที่คงที่เป็นระยะทางที่เท่ากันเสมอ โดยมีสมการเป็น $Y = 4px$ เราสามารถนำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์มาออกแบบจานรับ และหาระยะทางความยาวโฟกัสของจานเพื่อที่จะวางตำแหน่งฟีดฮอร์นให้รับสัญญาณ ได้ถูกต้อง



รูปที่ 3.1.11 การหาระยะทางโฟกัสของจานแบบพาราโบลา

จากสมการหาระยะทางความยาวโฟกัส

$$F = r^2 / 4h \quad \text{--*}$$

$$= D^2 / 16h \quad \text{--*}$$

F = ทางยาวโฟกัสสำหรับติดตั้งฟีดฮอร์นรวมสัญญาณที่สะท้อนเข้ามาจากจาน

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของจาน นิยมบอกเป็นฟุต

r = รัศมี หรือ ครึ่งหนึ่งของจาน

h = ความสูงหรือความลึกของจานจากท้องจานถึงขอบจานในแนวลึ่ง

ตัวอย่าง จานขนาด 8 ฟุต มีความลึก 1.66 ฟุต จะมีความยาวโฟกัสเท่าใด

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

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

$$= 2.4 \text{ ฟุต} \quad \text{-----} \quad \text{***}$$

ทำเป็นเซนติเมตร = $2.4 * 12 * 2.54$

$$= 73.152 \text{ เซนติเมตร} \quad \text{--} \quad \text{***}$$

ความสัมพันธ์ ระยะโฟกัสต่อเส้นผ่าศูนย์กลาง (F/D RATIO)

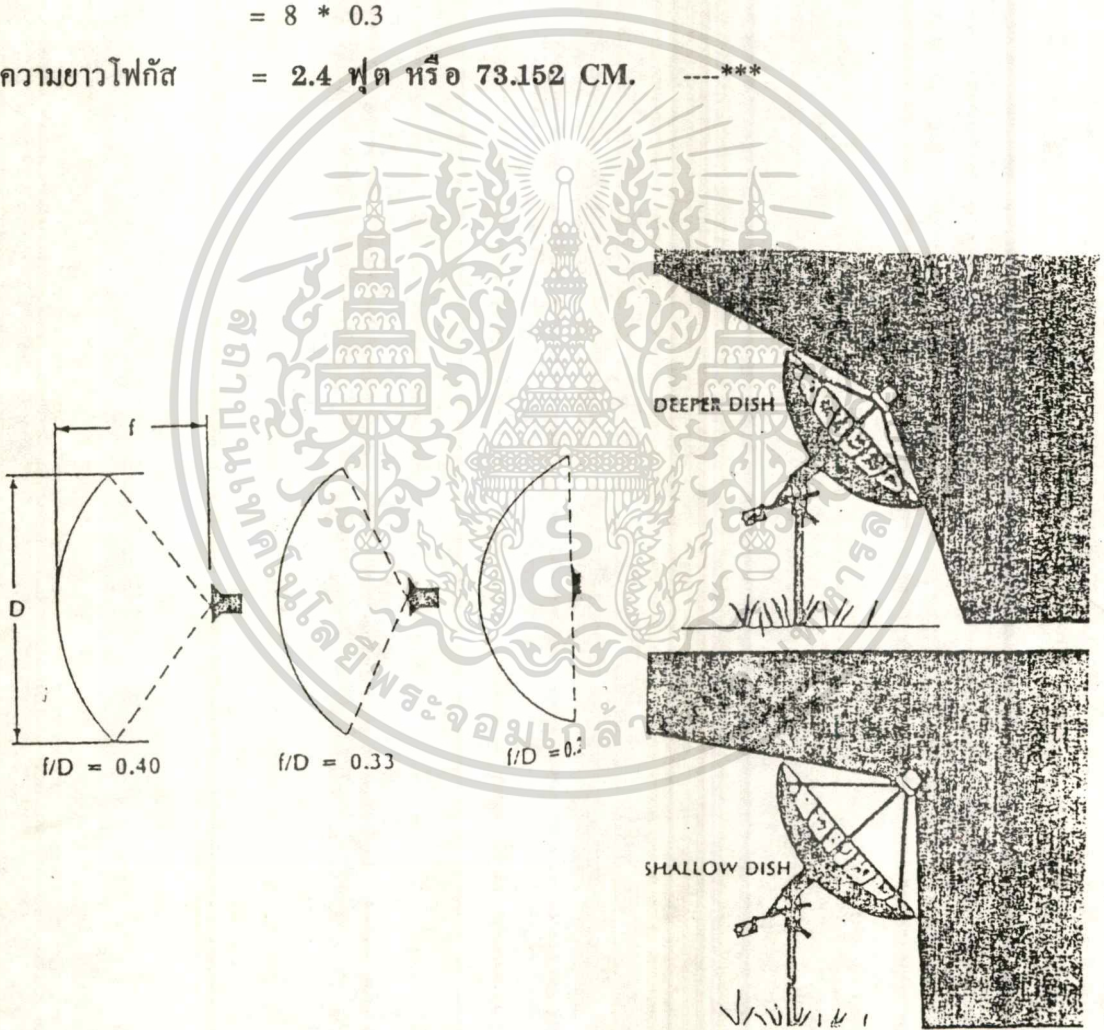
งานต้นมีค่า h ค่าจะปรับสัญญาณได้ดีกว่าแบบจานลึก แต่ก็มีสัญญาณรบกวนมากตามไปด้วยและตำแหน่งโฟกัสจะอยู่สูงทำให้การติดตั้งพีคฮอร์นลำบาก โดยค่า F/D งานต้นนั้นจะมีค่าประมาณ 0.4 และแบบจานลึกมีค่าประมาณ 0.3 หรือเมื่อเราต้องการทราบ ความยาวโฟกัสก็หาได้จาก ค่าของอัตราส่วน คูณด้วยเส้นผ่าศูนย์กลาง

ตัวอย่าง งานรับสัญญาณย่านความถี่ C-BAND 8 ฟุต มีอัตราส่วน F/D งานต้นนั้นจะมีค่าประมาณ 0.4 และแบบจานลึกมีค่าประมาณ 0.3 จะมีขนาดความยาวโฟกัสเท่าใด

$$F = D * (F/D)$$

$$= 8 * 0.3$$

ความยาวโฟกัส = 2.4 ฟุต หรือ 73.152 CM. ----***

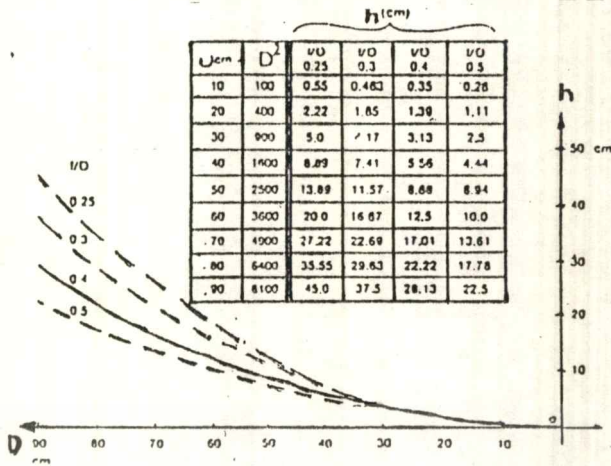


รูปที่ 3.1.12 การเลือกค่า F / D ในการออกแบบจาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าความสูงหรือความลึกของจาน (h)

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



รูปที่ 3.1.13 กราฟการหาค่าความสูงหรือความลึกของจาน

การหาอัตราเกณฑ์การสัญญาณขยาย (G)

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

โดย $\lambda =$ ความยาวคลื่น (V/F) หน่วยเป็นฟุต

$\eta =$ ค่าประสิทธิภาพของจาน (EFFICIENCY)

$D =$ เส้นผ่าศูนย์กลางของจาน หน่วยเป็นฟุต

ตัวอย่าง จานรับสัญญาณดาวเทียมขนาด 8 ฟุต ค่าประสิทธิภาพ (η) 65% รับสัญญาณความถี่ย่าน C-BAND 4 Ghz จะมีอัตราเกณฑ์การขยายเท่าใด

จาก $\lambda = V / F$

โดย $V = 180,000 * 1760 * 3 / \text{Ghz} = 0.982$

$\lambda = 0.982 / 4 \sim 1/4$

$= 0.1455$

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

$= 10 \log 6812.24$

เกณฑ์ $= 38.33 \text{ dB. ---***}$

ตารางเกณฑ์การขยายสัญญาณ (G) ย่านความถี่ C-BAND 3.9 Ghz

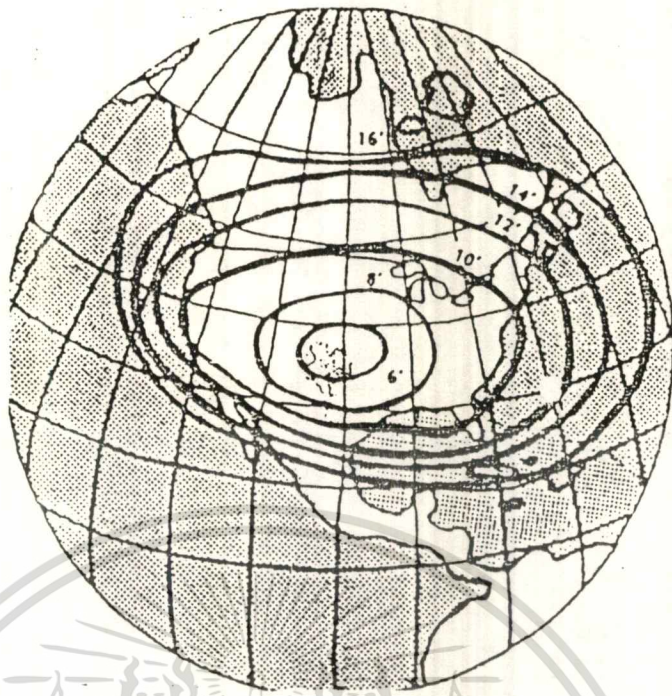
เส้นผ่าศูนย์กลาง D : (FOOT)	ประสิทธิภาพของสายอากาศ η				
	100%	80%	70%	60%	50%
5.0	36.18	35.21	34.63	33.96	33.17
6.0	37.76	36.79	36.21	35.54	34.75
7.0	39.10	38.13	37.55	36.88	36.09
7.5	39.70	38.73	38.15	37.48	36.69
8.0	40.26	39.29	38.71	38.04	37.25
8.5	40.79	39.82	39.24	38.57	37.78
9.0	41.28	39.34	39.73	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

การที่จะออกแบบงานให้มีขนาดใหญ่หรือเล็กต้องดูการใช้งานว่าอยู่ย่านความถี่ใด โดยความถี่ย่าน C-BAND 4-6 Ghz มีความถี่และกำลังส่งต่ำกว่า ย่านความถี่ Ku-BAND 12-14 Ghz ดังนั้น งานความถี่ย่าน C-BAND จึงมีขนาดใหญ่กว่างานความถี่ย่าน Ku-BAND และรวมในประเทศเดียวกันขนาดของงานแต่ละจังหวัดยังไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของ ฟุตพริ้นท์

ฟุตพริ้นท์ (FOOTPRINT) หรือรอยเท้า คือขอบข่ายรัศมี บริเวณพื้นที่ให้บริการในการรับสัญญาณดาวเทียมว่าต้องการให้ปกคลุมพื้นที่บริเวณใด ดังเช่น กรุงเทพมหานคร เป็นศูนย์กลางฟุตพริ้นท์ของดาวเทียมไทยคม ก็จะมี ความเข้มของสัญญาณแรงมากจะใช้งานเล็กกว่าต่างจังหวัดหรือประเทศเพื่อนบ้านที่มีพื้นที่ห่างไกลออกไป เหมือนกับพื้นที่การส่องไฟฉายแสงไป ยิ่งวัตถุ แสงที่ส่งไปตรงกลางจะสว่างจ้ามาก ส่วนบริเวณห่างออกไปจะค่อย ๆ มีดลงตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.14 ฟุตพรีนที่สัญญาณดาวเทียมทำให้ขนาดจานแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน

ตัวอย่าง

คุณสมบัติจานรับสัญญาณดาวเทียม

DIMETER	10-FT (3.0 m)
F/D RATIO	0.38
FACAL LENGTH	116.8 cm.
ACTUATOR	18" STROKE
BEAM WIDTH	1.7 DEGREES
DISH	ALUMINIUM REFLECTOR
MOUNT	STEEL
MOUNTING POLE	STEEL
WEIGHT WITH MOUNT	73 kg.
GAIN	: 40.3 dBi FOR C-BAND 4.2 Ghz : 48.2 dBi FOR Ku-BAND 12.2 GHz

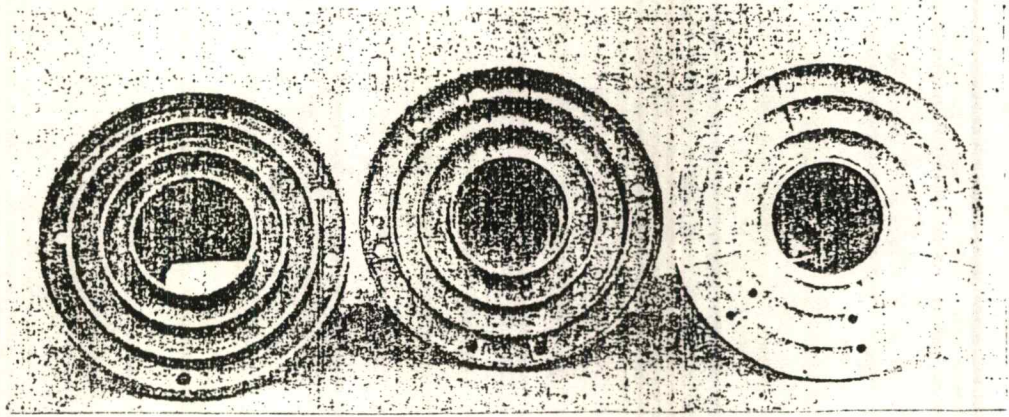
2. ตัวรวมสัญญาณ

ตัวรวมสัญญาณ (FEED HORN) ทำหน้าที่เป็นตัวรวมสัญญาณที่ได้จากการสะท้อนจากจานรับดาวเทียมป้อนเข้าไปทางปากฮอร์นและส่งผ่านไปยังท่อนำสัญญาณ(WAVEGUIDE) เข้าไปยังโพรบสายอากาศทางเข้าของ LNB ซึ่งตัว FEED HORN สามารถขยับให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้เหมือนกับเป็นตัวปรับ FOCUS ของสัญญาณให้มีความแรงมากที่สุดโดยตำแหน่งการวางอุปกรณ์พีคฮอร์นจะมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วน F/D

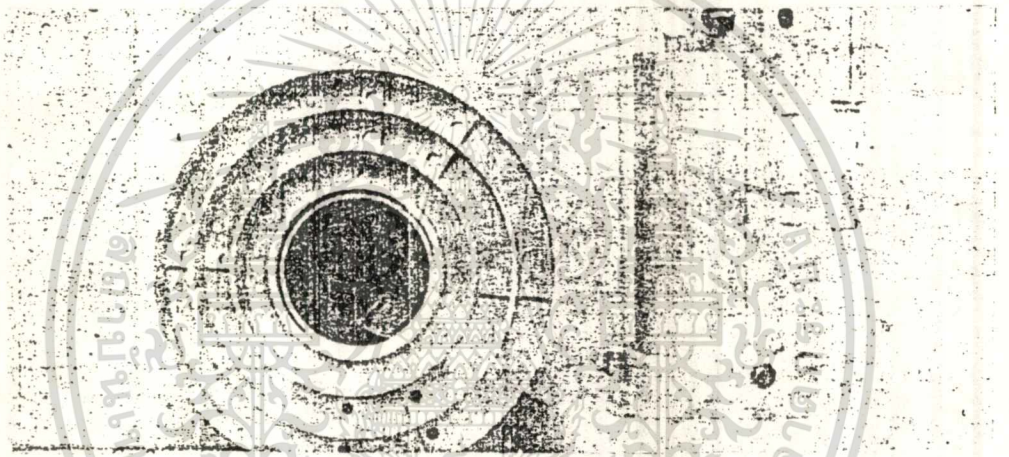
พีคฮอร์นยังมีการใช้งานอยู่ด้วยกันหลายแบบ ได้แก่แบบ LINEAR จะรับสัญญาณในแนวแกนตั้งหรือแกนนอนประเทศไทยเราจะใช้พีคฮอร์นแบบนี้รับสัญญาณในแนวแกนตั้ง (VERTICAL) ส่วนแบบรับสัญญาณคลื่นเป็นวงกลม (CIRCULAR) ไม่นิยมใช้ (ซึ่งตอนนี้ อสมท. ช่อง 3 และช่อง 9 ถ่ายทอดสัญญาณดาวเทียมของ INTELSAT . VF11 63 E) และแบบ PICK UP ที่ใช้รับทั้งสองอย่างยังมีพีคฮอร์นชนิดพิเศษอีกได้แก่ แบบสองขั้วคลื่น (DUAL FEED) และพีคฮอร์นแบบสองย่านความถี่ (HYBRID FEEDS) รับทั้ง C-BAND และ Ku-BAND

พีคฮอร์นแบบ LINEAR ที่นิยมใช้กันจะเป็น SCALAR RING มี 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นเหล็กวงแหวนซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น เพื่อลดการสะท้อนสัญญาณกลับลงไปยังจานอีก ส่วนนี้จะนำไปครอบปากกระบอกท่อนำสัญญาณ (WAVE GUIDE) สามารถขยับขึ้นลง เพื่อเป็นการปรับโฟกัสได้ ที่ปลายท่อนำสัญญาณจะเป็น รูปลิ่มเหลี่ยมผืนผ้าเพื่อยึดติดกับ LNB พีคฮอร์นบางแบบจะมีขั้ว โพลาริ (POLARIZATION) ในตัวมีทั้งแบบทางเวอร์ทางฮอร์สองอันอยู่ในตัวเดียวกันแบบนี้จะรับสัญญาณได้เพิ่มขึ้นอีกและแบบปรับขั้วได้ใช้มอเตอร์ขับในเครื่องรับแบบ MOVE (ต่อสายไฟจากเครื่องรับที่ขั้วต่อ 5 V. 500mA. ไปยังมอเตอร์ที่ติดอยู่ที่ท้ายพีคฮอร์น)

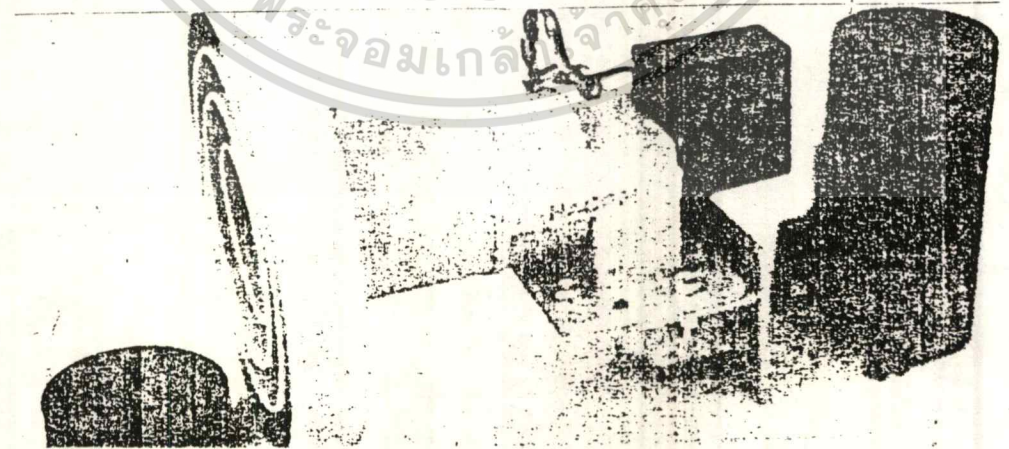
แขนที่ใช้ยึดพีคฮอร์น (FEED BOOM) แบบ PRIME FOCUS มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิดคือแบบมีแขนยึดพีคฮอร์นหลาย ๆ อัน (MULTI ARM) โดยทั่วไปมี 3-4 แขน แต่ละแขนจะต่อรวมกันที่จุดโฟกัส แบบนี้จะมีความแข็งแรงกว่า แบบแขนอันเดียว (BUTTON HOOK) ใช้แขนอันเดียวเป็นท่อนเหล็กยาว ที่ยื่นออกมาตรงกลางจาน ที่ปลายแขนจะงอติดวงแหวน (SUPPORT BRACKET) ไว้ยึดพีคฮอร์นให้ตรงตำแหน่งโฟกัสอยู่ตรงกลางจานพอดี แบบนี้ถ้าจานใหญ่จะไม่ค่อยแข็งแรงอาจต้องใช้สาย (GUY WIRE) ช่วยขึงกันลมพัดตำแหน่งพีคฮอร์นเคลื่อน การติดตั้งจานรับสัญญาณผ่านดาวเทียมอาจไม่ต้องใส่พีคฮอร์นก็ได้ หากจานรับสัญญาณมีขนาดใหญ่พอหรือสัญญาณดาวเทียมมีความแรงมาก เช่น สัญญาณจากดาวเทียมเอเชียแซท หรือ ดาวเทียมไทยคม



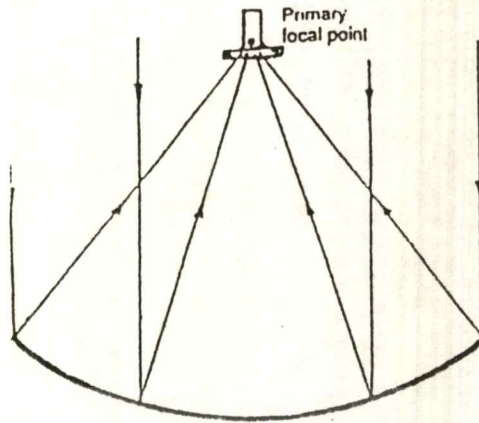
รูปที่ 3.2.1 ฟัดฮอร์นใช้กับจาน FIXED จะมี SCALAR RING ลดการสะท้อนกลับ



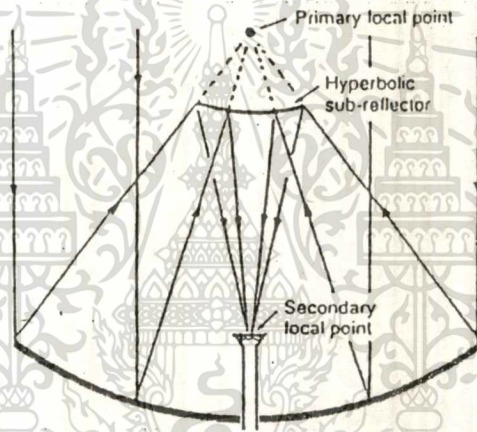
รูปที่ 3.2.2 ฟัดฮอร์นชนิดมีขั้วโพลาริ ทางเวอร์และทางฮอร์ในตัวเดียวกัน



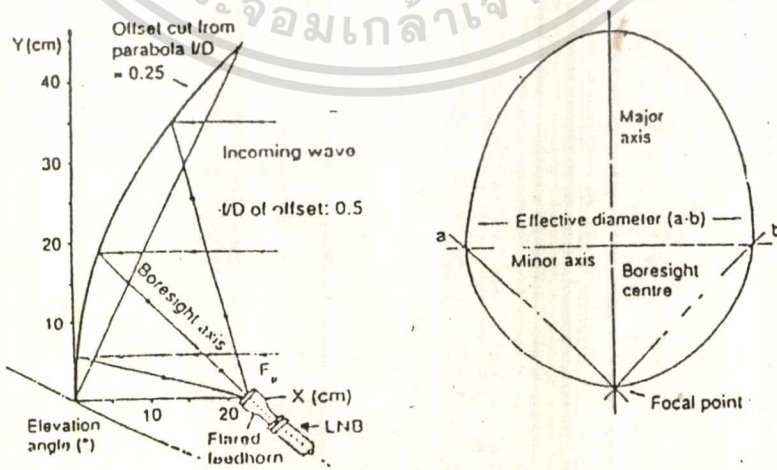
รูปที่ 3.2.3 ฟัดฮอร์นที่ใช้มอเตอร์ปรับโพลาริได้ในจานรับแบบ MOVE



รูปที่ 3.2.4 การติดตั้งฟีดฮอร์นแบบปฐมภูมิในงานแบบเซ็คเตอร์ไฟกัส



รูปที่ 3.2.5 การติดตั้งฟีดฮอร์นแบบทุติยภูมิในงานเคสซีเกรน



รูปที่ 3.2.6 การติดตั้งฟีดฮอร์นในงานรับสัญญาณแบบออฟเซ็ท

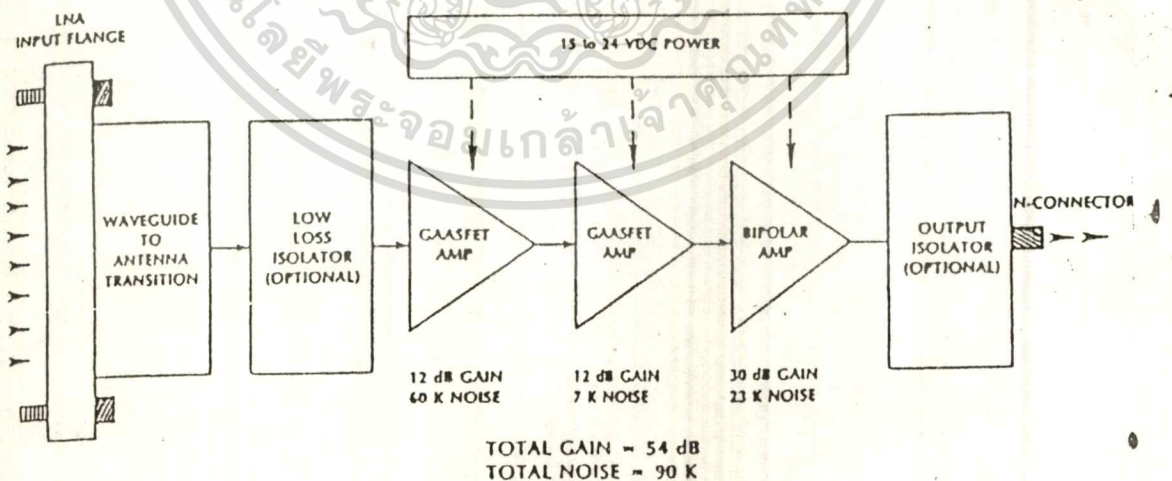
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อที่ 47 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำ

อุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำ LNB (LOW NOISE BLOCK DOWN CONVERTER) คือภาคขยาย RF AMP ที่มี LNA อยู่ภายใน ทำหน้าที่รับและขยายสัญญาณที่ได้จากสายอากาศที่มี การรบกวนต่ำ โดยการขยายสัญญาณจากดาวเทียมเฉพาะความถี่ที่เราต้องการ เช่น ความถี่ย่าน C-BAND หรือ Ku-BAND ซึ่งภาคนี้จะมีอัตราขยายสูงมาก จากนั้นจะส่งผ่านเครื่องแปลงความถี่ให้ต่ำลง (DOWN CONVERTER:D/C) ที่อยู่ในตัวเดียวกันเปลี่ยนความถี่ 3.7 - 4.2 Ghz ย่าน C-BAND ที่รับเข้ามา ให้ลดต่ำลงเหลือความถี่ 950 - 1,450 Mhz หรือ 2,050 Mhz สัญญาณนี้จะถูกส่งต่อผ่านสายนำสัญญาณไปยังเครื่องรับ

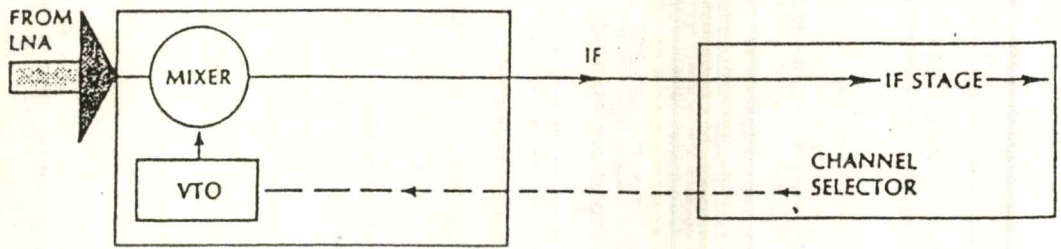
ชนิดของอุปกรณ์ในการรับสัญญาณ

ทำหน้าที่	LNA	LNB	LNC
AMPLIFICATION	ใช่	ใช่	ใช่
DOWNCONVERSION	-	ใช่	ใช่
CHANNEL SELECTION	-	-	ใช่

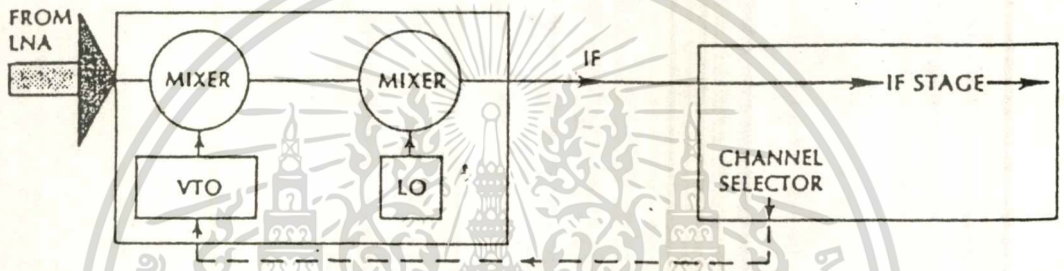


รูปที่ 3.3.1 แผนผังการทำงาน LNA

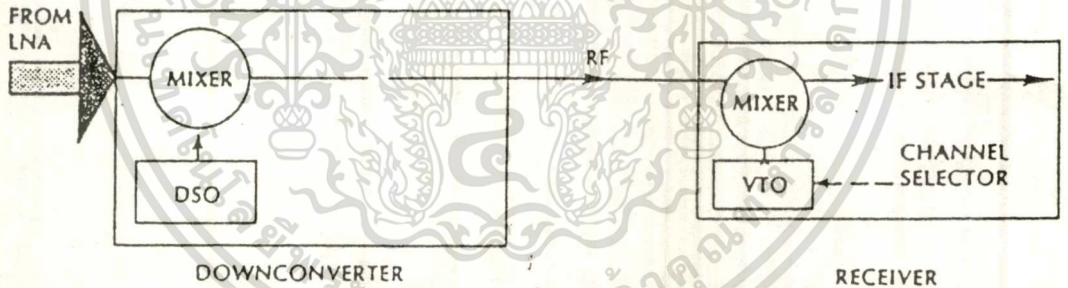
SINGLE CONVERSION



DUAL DOWNCONVERSION

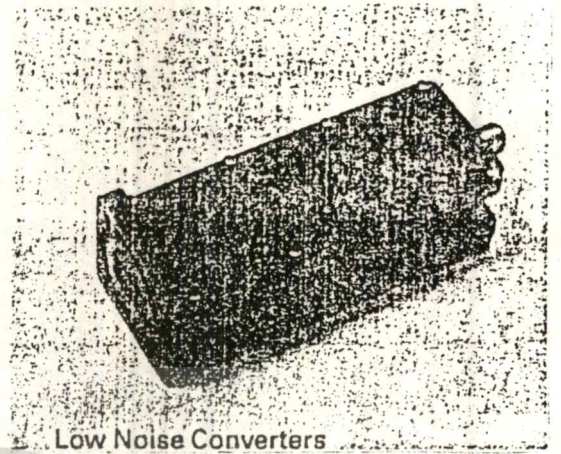
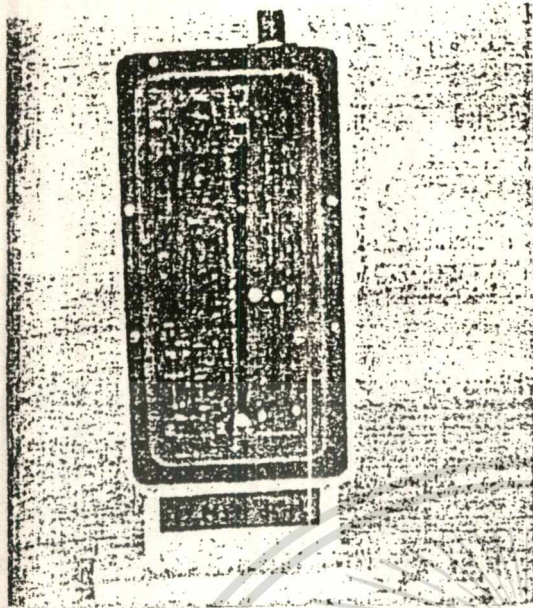


BLOCK DOWNCONVERSION



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 3.3.2 แผนผังการทำงาน DOWN CONVERTER

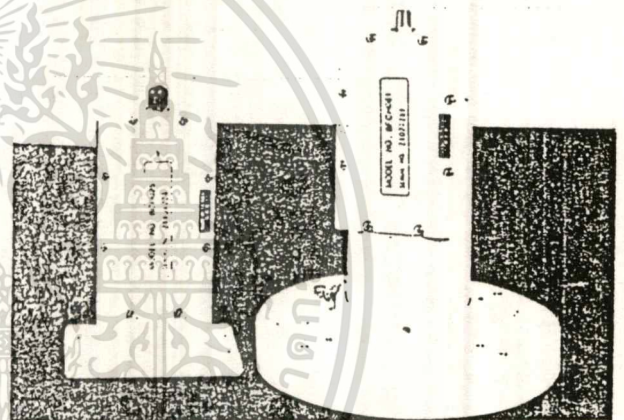


Low Noise Converters

รูปที่ 3.3.3 LNC ความถี่ Ku-BAN

อุปกรณ์ภายในตัว LNB

C-Band LNB



Specifications

Specifications	Model No.	BFCO61	BCHO25
Frequency Range		3.7-4.2 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		±1 dB P-P / 36 MHz 6 dB P-P Over Operating Band	±1 dB P-P / 36 MHz 6 dB 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 (ที่ 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)		169.2 x 180.6	98.5 x 69.8 x 13.2
Weight		0.96 Kg	

รูปที่ 3.3.4 คุณสมบัติของ LNB

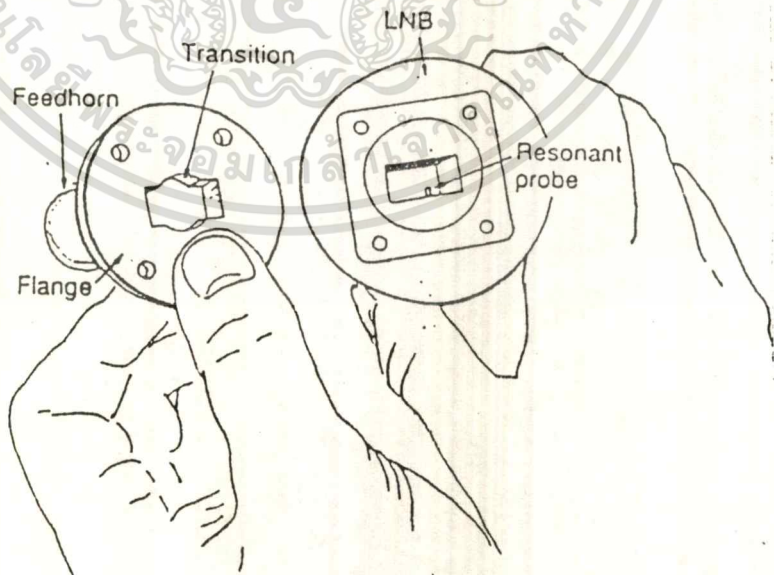
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณโพลาไรเซชัน (POLARISATION)

สัญญาณคลื่นวิทยุจากดาวเทียมจะส่งคลื่นสัญญาณแบบ LINEAR คือมีขั้วคลื่นแนวตั้ง (VERTICAL) หรือ ขั้วคลื่นแนวนอน (HORIZONTAL) และแบบ CIRCULAR สัญญาณขั้วคลื่น วงกลมดังนั้นจะต้องมีขั้วสายอากาศ (RESONANT PROBE) ที่ LNB หรือที่ FEED HORN มารับสัญญาณให้ตรงกันกับขั้วคลื่นสัญญาณ (POLARRISATION) ของดาวเทียมแต่ละดวง



รูปที่ 3.3.5 การรับสัญญาณจากดาวเทียมแนวแกนตั้งและแนวนอน

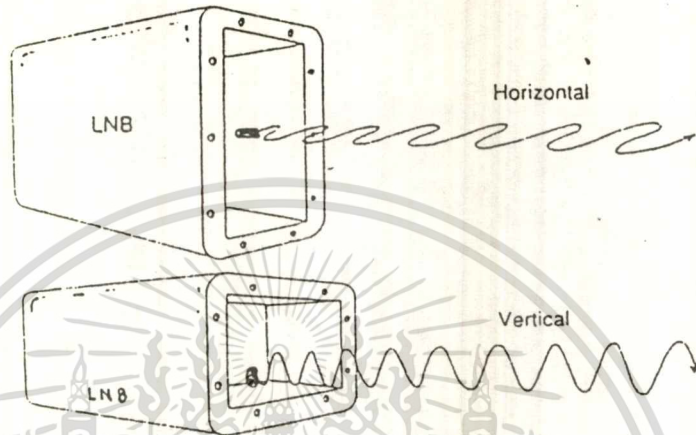


รูปที่ 3.3.6 ขั้วรับสัญญาณ RESONANT PROBE

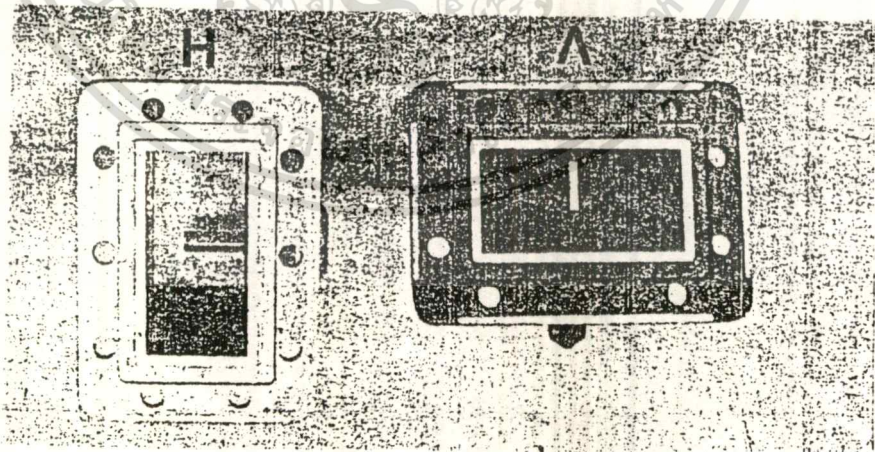
ชนิดขั้วคลื่นสัญญาณจากดาวเทียม

1. แบบ LINEAR POLARIZATION

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



รูปที่ 3.3.7 การรับสัญญาณจาก LNB ในแนวแกนตั้งและแกนนอน

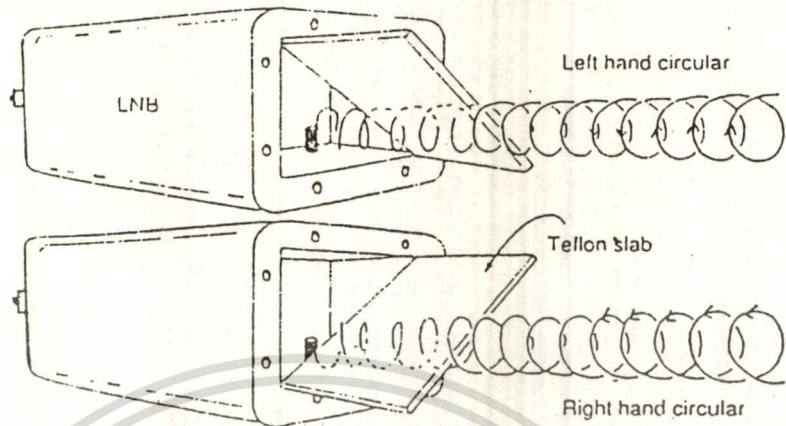


รูปที่ 3.3.8 LNB สามารถรับสัญญาณในแนวแกนตั้งและแนวแกนนอนก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อที่ 52 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณขั้วคลื่นวงกลม (CIRCULAR POLARIZATION)

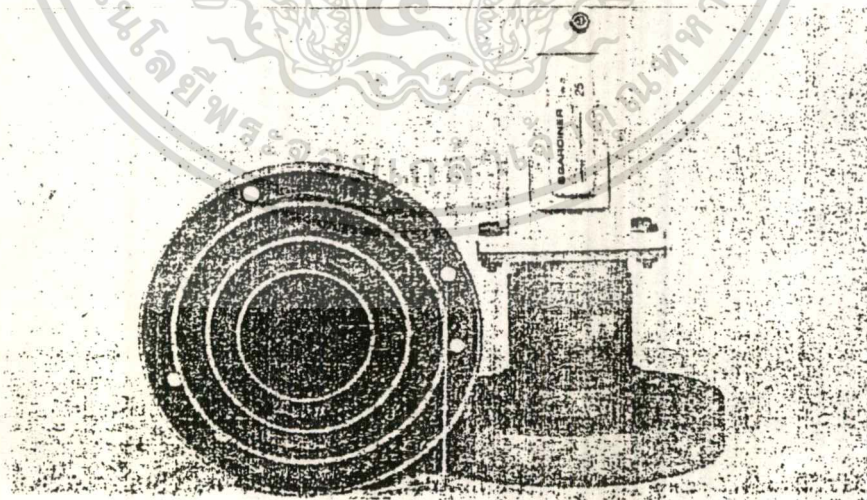
มีแบบคลื่นที่หมุนไปทางซ้ายและหมุนไปทางขวามือ ยังไม่เป็นที่นิยมใช้กันในบ้านเรา



รูปที่ 3.3.9 สัญญาณขั้วคลื่นแบบวงกลม

การใช้งาน LNB

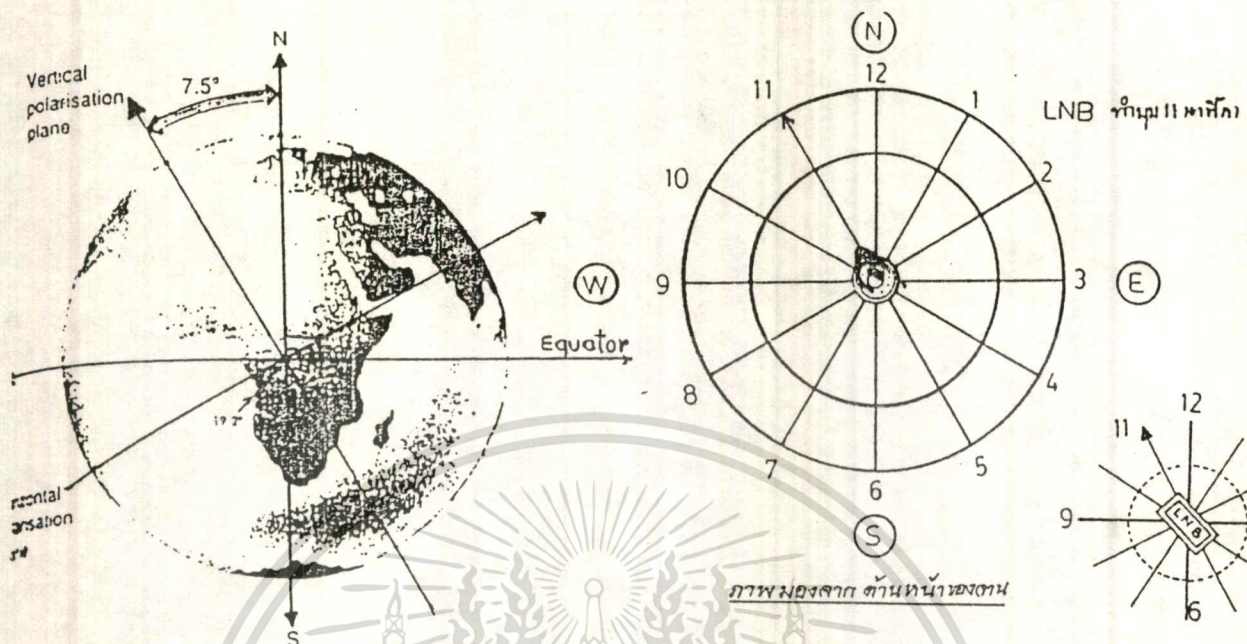
การใช้งาน LNB โดยทั่วไปจะนำไปยึดติดกับ ฟีดฮอร์น คุแล้วเหมือนเป็นชิ้นส่วนเดียวกัน สามารถปรับฟีดฮอร์นให้เลื่อนขึ้นลงได้และสัญญาณทางออกของ LNB จะต่อด้วยขั้วต่อ F-type



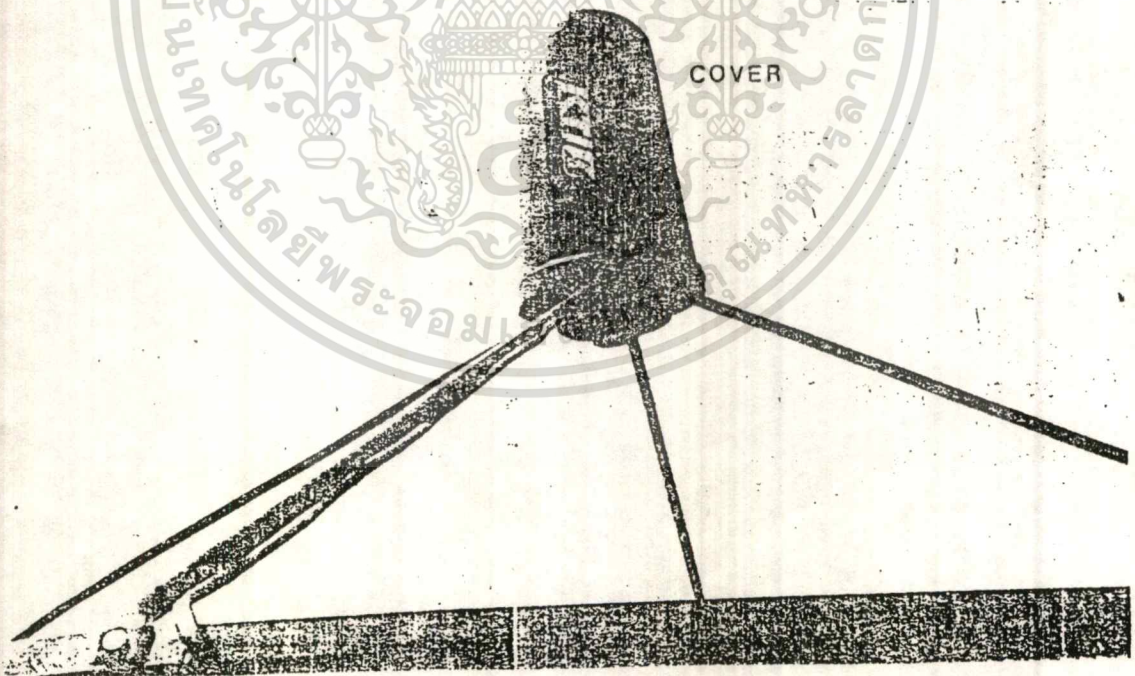
รูปที่ 3.3.10 การใช้งานจะยึด LNB เข้ากับ FEED HORN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ .

การวางตำแหน่ง LNB



รูปที่ 3.3.11 การติดตั้ง LNB ทาง VER ให้เอียงประมาณ 11 นาที กับหน้าจาน



รูปที่ 3.3.12 ฝาครอบป้องกัน LNB เสียหายเนื่องจากแดดและฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 54 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้งาน LNB

ควรเลือกการใช้งานว่าดาวเทียมส่งย่านความถี่ใด C-BAND หรือ Ku-BAND โดย LNB จะบอกคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

1. จะบอกอัตราขยาย (GAIN) มีหน่วยเป็นเดซิเบล เกนการขยายสูงสุดจะอยู่ในช่วงความถี่กลาง โดยทั่วไปจะมีค่า 65 dB. และ LNB แต่ละตัวรุ่นเดียวกัน บริษัทเดียวกันจะมี GAIN ไม่เท่ากันทุกตัวแต่จะใกล้เคียงกันดังนั้นการซื้อแต่ละครั้งควรเลือก GAIN ให้มีค่ามาก ๆ

2. จะบอกค่าสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิ (NOISE TEMPERATURE) มีค่าของ NOISE FIGURE แสดงการสูญเสียทางอุณหภูมิต่อสัญญาณรบกวนที่ความถี่ต่าง ๆ กัน มีหน่วยเป็น (องศาเคลวิน) หรือระดับการรบกวน DEGREE ค่า K ยังเป็นตัวบอกมาตรฐานเปรียบเทียบคุณภาพของ LNB โดย NOISE FIGURE มีค่า K ยิ่งต่ำยิ่งดี จะทำให้การรับสัญญาณสูงขึ้นงานจะมีขนาดเล็กลง ปัจจุบันนิยมใช้ค่า 25 - 35 K ในการใช้งาน

NOISE TEMPERATURE คือ ค่าเพาเวอร์ของสัญญาณรบกวนที่เข้าออกที่อุณหภูมิ

To จะได้

$$N_o = G * N_i = G K T_o B \quad W \text{ ----} ***$$

N_o = เพาเวอร์ของสัญญาณรบกวนที่เข้าออก

G = อัตราขยายจาก (So/Si)

N_i = เพาเวอร์ของสัญญาณรบกวนที่เข้า

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

T_o = อุณหภูมิมาตรฐาน 290K

B = ความกว้างแบนด์ หน่วยเป็น Hz

THERMAL NOISE สัญญาณรบกวนที่เกิดจากความร้อนที่อิเล็กทรอนิกส์ วงจรกัน การหาค่า NOISE BOLTAGE ที่เกิดขึ้นจากตัวต้านทาน (R) ได้จากสมการ

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

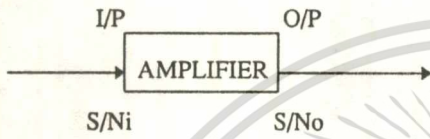
E_n = นอยส์โวลต์เตจ

T = อุณหภูมิขั้ววัด K

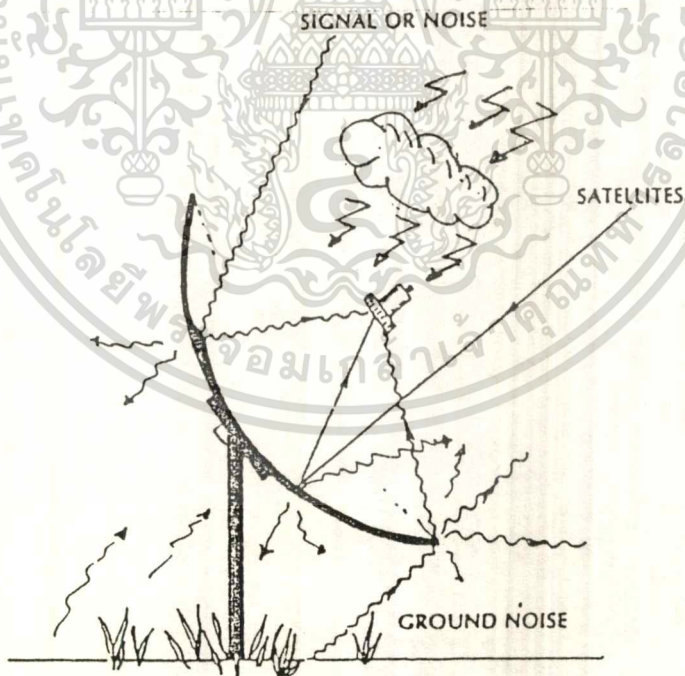
R = ตัวต้านทาน หน่วยเป็นโอห์ม

NOISE FIGURE คือ อัตราส่วนระหว่างสัญญาณที่ต้องการ (SIGNAL) ต่อสัญญาณรบกวนซึ่งในการรับสัญญาณที่มีความเข้มของสนามไฟฟ้าต่ำ ๆ NOISE จะเกิดขึ้นที่ขั้วทางเข้าของวงจรและ NOISE จะเกิดจากวงจรขยายถูกขยาย นอยส์ที่เกิดขึ้นในวงจะเกิดจาก เทอร์มอลนอยส์ ถ้าในระบบมีการรับสัญญาณ (SIGNAL INPUT : Si) แล้วมีการขยายสัญญาณนั้นออกไป (SIGNAL OUTPUT : So) แต่ในขณะที่เดียวกันก็รับสิ่งรบกวน (NOISE INPUT : Ni) เข้าไปในระบบแล้วขยายออกมาด้วย (NOISE OUTPUT : SO) จะได้เป็นสมการ

$$\text{NOISE FIGURE (FdB)} = 10 \log \left[\frac{(S_i/N_i)}{(S_o/N_o)} \right] \text{ -----dB}$$



$$\text{NOISE FACTOR} = \frac{(S_i/N_i)}{(S_o/N_o)} \text{ -----***} \text{ ----dB}$$



รูปที่ 3.3.13 สิ่งรบกวนในการรับสัญญาณดาวเทียม

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 3.3.14 การเปรียบเทียบ NOISE TEMPERATURE กับ NOISE FIGURE

การเปรียบเทียบคุณสมบัติ LNB แต่ละตัว

จากสเปคของ LNB รุ่นเดียวกัน บริษัทเดียวกัน ย่านความถี่เดียวกัน ค่าอัตราขยายจะไม่เท่ากัน และค่า NOISE FIGURE จะไม่มีความสัมพันธ์กับความถี่และ GAIN การขยาย ขึ้นอยู่กับการผลิตแต่ละตัว



NOISE FIG : 25 DEGS
 GAIN : 65 dB (TYP)
 IN 3.7-4.2 GHz OUT 950-1450 MHz
 LOCAL OSCILLATOR : 5.15 GHz
 FREQ. MHz dBGAIN DEG (K)
 3700 65.1 18
 3800 66.5 21
 3900 67.4 17
 4000 67.6 20
 4100 67.8 25
 4200 66.9 25
 C95-25 BC00172911 898006



Made In USA



NOISE FIG : 25 DEGS
 GAIN : 65 dB (TYP)
 IN 3.7-4.2 GHz OUT 950-1450 MHz
 LOCAL OSCILLATOR : 5.15 GHz
 FREQ. MHz dBGAIN DEG (K)
 3700 65.6 25
 3800 66.9 20
 3900 67.8 20
 4000 68.1 22
 4100 68.5 22
 4200 67.1 21
 C95-25 BC00173971 898006



Made In USA

รูปที่ 3.3.15 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของ LNB

การออกแบบท่อนำสัญญาณ (WAVEGUIDE)

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

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

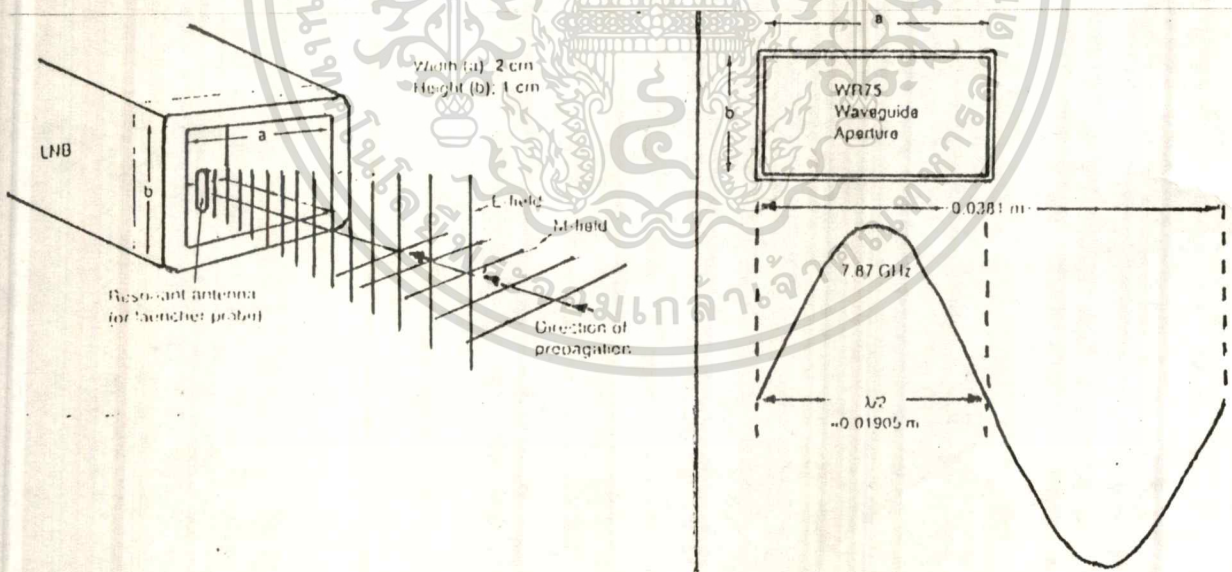
ตัวอย่าง ออกแบบท่อนำสัญญาณ WAVEGUIDE ความถี่ CUT - OFF = 7.87 GHz
หาค่าความกว้าง A และความสูง B ตามมาตรฐานของ AMERICAN WR75

จะได้ความยาวคลื่น $\lambda = v/f$

$$\lambda = (3 * 10^8 / 7.87 * 10^9) = 0.0381 \text{ m.}$$

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

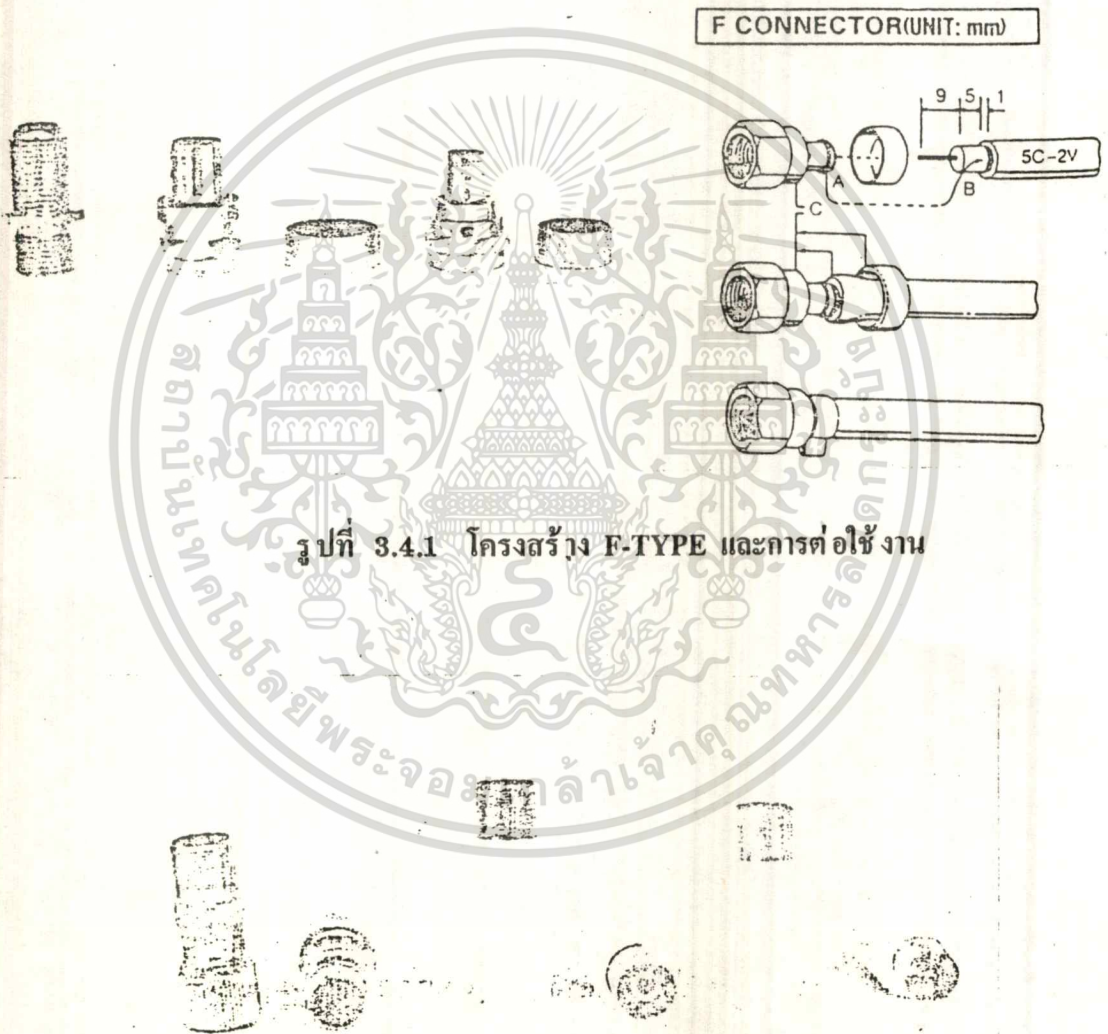
ความถี่ใช้งาน จะอยู่ในช่วง 10-15 GHz ย่านความถี่ Ku-band



รูปที่ 3.3.15 การคำนวณพื้นที่หน้าตัด WAVEGUIDE

4. ขั้วต่อและสายนำสัญญาณ

ขั้วต่อ (CONNECTOR) เนื่องจากคลื่นความถี่ในระบบการรับสัญญาณดาวเทียมย่าน UHF ความถี่สูงมีการสูญเสียง่าย ขั้วต่อและสายนำสัญญาณจึงต้องใช้อย่างดีกว่าเครื่องรับโทรทัศน์ปกติ ปัจจุบันนิยมใช้ขั้วต่อสัญญาณดาวเทียมแบบ F-TYPE CONNECTOR เนื่องจากมีเกลียวภายในลึอกจุดต่อทำให้ขั้วต่อแน่น มีความแข็งแรงทนทาน และการใช้งานไม่ต้องบัดกรี ส่วนใหญ่นิยมใช้งานในช่วงความถี่สูง เช่น จากจุดออกของ LNB มายังทางเข้าของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม หรือขั้วต่อเข้ากับจุดต่อของ BOOSTER ความถี่สูง



รูปที่ 3.4.1 โครงสร้าง F-TYPE และการต่อใช้งาน

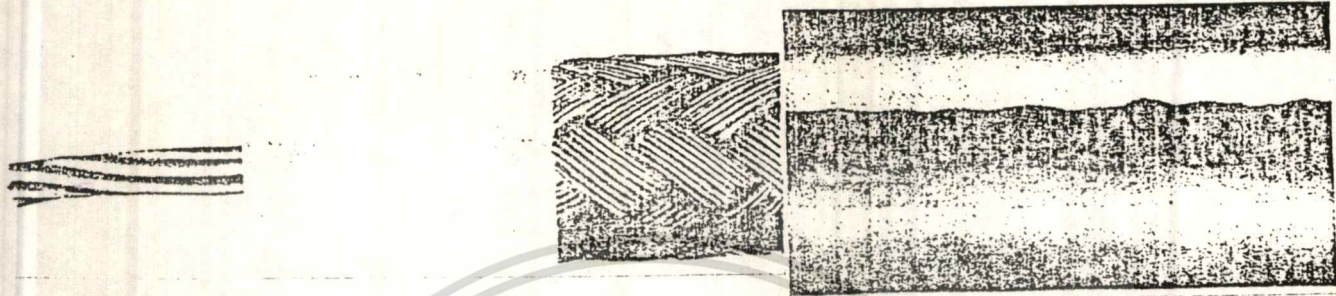
รูปที่ 3.4.2 ขั้วต่อสายอากาศโทรทัศน์แบบธรรมดา

สายนำสัญญาณ (CABLE FINDER)

RG - 59 U

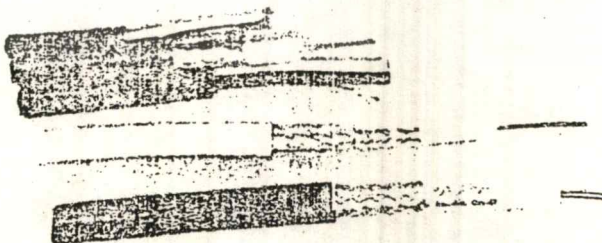
RG - 6 U

RG - 11 U



รูปที่ 3.4.3 สายนำสัญญาณ

สายนำสัญญาณที่ใช้ในการติดตั้งการรับสัญญาณดาวเทียมจะแตกต่างจากสาย COAXIAL ธรรมดา 75 โอห์ม สืบมาใช้ในการรับสัญญาณจากเสาอากาศทีวีโดยนำสัญญาณดาวเทียมนี้จะส่งผ่านความถี่สูงมาก ย่านไมโครเวฟ ทำให้มีการสูญเสียง่ายจึงต้องมีการ SHIELD อย่างดีโดยทั่วไปจะเป็นแบบ DOUBLE SHIELD 75 โอห์ม LOW LOSS (FOAM) มีทั้งแบบเดินภายนอกและภายในอาคาร การเลือกซื้อควรดูที่สเปคของสายว่า ใช้ความถี่เท่าใด มีการลดทอนสัญญาณกี่ dB. สายชนิดดีก็มีมากหรือเปล่า ทำด้วยเงินหรือทองแดง มีอิมพีเนี่ยมฟอร์ย ชิลด์ด้วยหรือไม่และฉนวนที่กั้นระหว่างสายนำสัญญาณด้านใน กับสายชิลด์ทำด้วยอะไรควรให้มีรูอากาศระบายในฉนวน ฉนวนแบบโฟมจะดีกว่าพลาสติก PE ระยะแรก ใช้ไปนาน ๆ จะไม่ค่อยดี



รูปที่ 3.4.4 สายนำสัญญาณที่นิยมใช้งาน อิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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	5.18	5.18

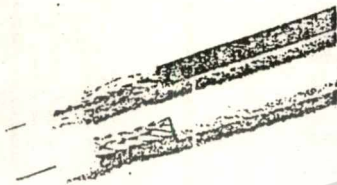
รูปที่ 3.4.5 การลดทอนสัญญาณของสายต่อ 100 ฟุต ที่ความถี่ต่าง ๆ

Cable Type	Model	Shield Type	Attenuation (dB/100 ft)	
			400 Mhz	900 MHz
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	Foil & Copper	7.1	10.9
RG-59	9275	Foil & Wire	5.4	8.4

รูปที่ 3.4.6 การสูญเสียของสายชนิดต่าง ๆ

Coaxial Cables for CATV/SMATV Systems

MCL[®] MATV & BROADCAST CABLES FOAM VERSION (75 Ω)



Part No.	Conductor	Insulation	Dielectric	Att. Coef.	Att. (dB/100ft)	Att. (dB/100m)	Temp. (°C)	Temp. (°F)	Material
9518	RG-4/U	1/32 94	SC	4.57	CPE	AL/T	8.88	10.29	PVC
9511	RG-11/U	1/16 83	BC	7.24	CPE	C %	10.29	17.1	PE
9522	RG-39/U	1/16 82	CCW	3.71	CPE	C	9.13	17.1	PVC

Part No.	Conductor	Insulation	Dielectric	Att. Coef.	Att. (dB/100ft)	Att. (dB/100m)	Temp. (°C)	Temp. (°F)	Material
9518	75	78	54.8	4.9	6.9	10.2	16.4	22.6	
9511	75	78	56.8	3.3	4.9	7.3	12.1	17.1	
9522	75	78	56.7	5.9	8.5	12.5	21.0	27.6	

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

MCL[®] SPECIAL 75 Ω COAXIAL CABLES UL 1354 RJ

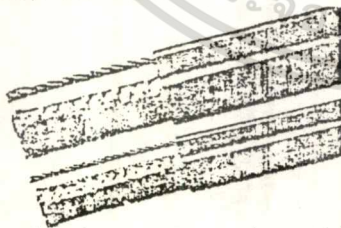


Part No.	Conductor	Insulation	Dielectric	Att. Coef.	Att. (dB/100ft)	Att. (dB/100m)	Temp. (°C)	Temp. (°F)	Material
9826	RG-11/U	7/32 404	IC	7.24	PE	10.3		PVC	
9827	RG-11A/U	7/32 404	IC	7.24	PE	T	10.3		NC/PVC

Part No.	Conductor	Insulation	Dielectric	Att. Coef.	Att. (dB/100ft)	Att. (dB/100m)	Temp. (°C)	Temp. (°F)	Material
9826	75	67	67	6.0	7.0	3.6	7.3	11.0	460
9827	75	67	67	6.0	7.0	3.6	7.3	11.0	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



Part No.	Conductor	Insulation	Dielectric	Att. Coef.	Att. (dB/100ft)	Att. (dB/100m)	Temp. (°C)	Temp. (°F)	Material
7905	50-2V-65	2.80	MC	4.9	PE	C	7.3		PVC
7907	50-2V-65	1.20	MC	7.3	PE	C	10.3		PVC
7910	50-2V-52	1.50	MC	9.7	PE	C	13.3		PVC

Part No.	Conductor	Insulation	Dielectric	Att. Coef.	Att. (dB/100ft)	Att. (dB/100m)	Temp. (°C)	Temp. (°F)	Material
7905	75	67	67	0.76	2.5	4.7	13.5		
7907	75	67	67	0.49	1.7	3.2	8.9		
7910	75	67	67	0.38	1.3	2.2	6.1		

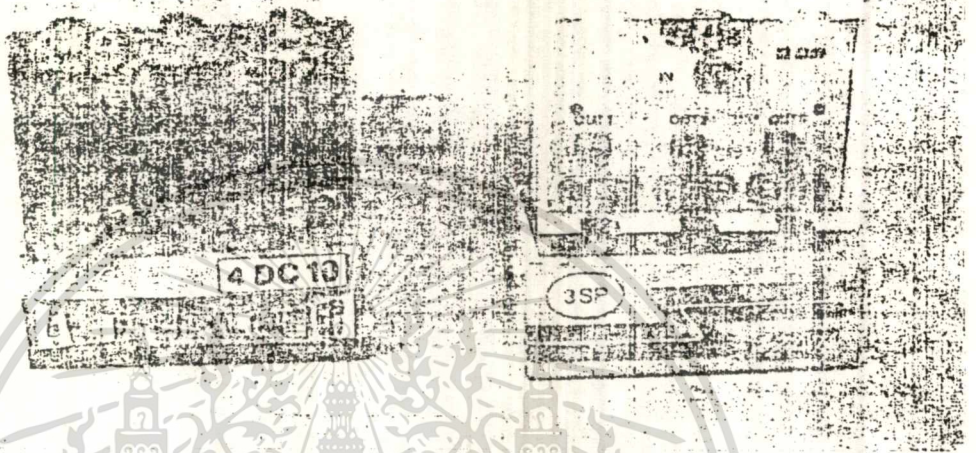
รูปที่ 3.4.7 คุณสมบัติของสายนำสัญญาณชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทลับแยกสัญญาณ

ทลับแยกสัญญาณ (SPLITTER)

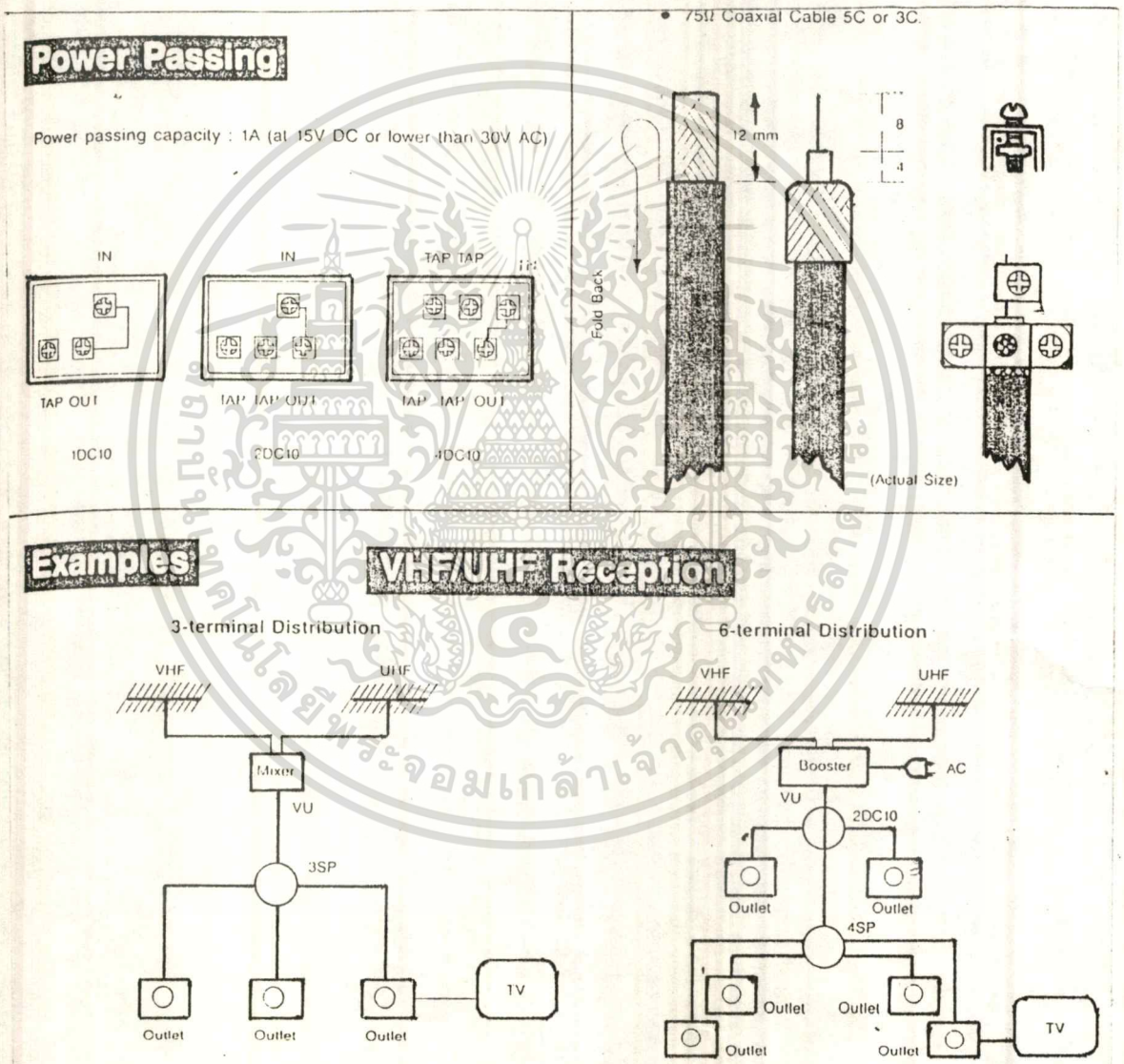


รูปที่ 3.5.1 ทลับแยกสัญญาณแบบมีต่อตรงและแบบแยก 3 ทาง

การที่เราต้องการแยกสัญญาณไปหลาย ๆ จุดด้วยการพ่วงหรือขนาดจุดต่อตรง ๆ จะทำให้เกิดการแบ่งสัญญาณ สัญญาณที่ได้จะมีการสูญเสียมาก ดังนั้นทลับแยกสัญญาณจะเป็นตัวช่วยลดการสูญเสียของสัญญาณด้วยการ แมชชิง ฟิลเตอร์ ให้เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ที่แยกออกไปยังทีวีแต่ละเครื่องมีอิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม การที่แยกสัญญาณ (TAP) ออกไปมากจุดเกินของสัญญาณที่ทีวี ก็จะตกมากตามไปด้วย แต่ก็ยังประหยัดคิดว่าต้องไปซื้อสายอากาศเฉพาะเครื่องใดเครื่องหนึ่ง ทลับแยกสายยังมีแบบใช้ภายในและภายนอกอาคาร ภายนอกอาคารต่อด้วยขั้วต่อ F-TYPE เป็นตัวถังแบบเหล็กปิดอุปกรณ์สนิทกันฝนเข้า ราคาแพงกว่าที่ใช้ภายในบ้าน และการเลือกใช้ทลับแยกสายควรคำนึงถึงย่านความถี่ในการใช้งานด้วย

การใช้ทลับแยกสัญญาณ เพื่อส่งต่อสัญญาณไปยังทีวีหลาย ๆ เครื่อง ควรเข้าใจคุณสมบัติและการใช้งานก่อน เช่น 2 SP หมายถึง 2WAY SPLITTER สัญญาณทีวีเข้า 1 ออก 2 ทาง สูญเสียประมาณ 4 dB. ตัวเลขหน้า SP จะเป็นตัวบ่งบอกว่าแยกออกกี่ทาง (WAY) ถ้า 4 SP ก็แยก 4 ทาง ยิ่งแยกเข้าทีวีหลาย ๆ จุดสัญญาณจะตกลงตามไปด้วย

สำหรับในระบบที่ต้องการแยกจุดจำนวนมาก ๆ เช่นในระบบ MATV และ CATV จะใช้ตัวแยกสัญญาณ แบบมีต่อสัญญาณตรง (VIRECTIONAL COUPLERS) เข้าช่วยซึ่งจุดต่อตรงเรียกว่า POWER PASS หรือ TAP OUT จะมีการสูญเสียน้อยมาก กว่าทางแยกปกติ เช่น 4 DC10 หมายถึง 4 WAY DIRECTIONAL COUPLER แยกออกไปที่วิ 4 ทาง สูญเสียจุดละประมาณ 12 dB. มีจุดต่อแยกทางตรง 1 ทาง สูญเสียประมาณ 4 dB. ความถี่การสูญเสียทางย่าน UHF จะมีค่ามากกว่าย่าน VHF หากสัญญาณที่ได้จากคลับแยกสายมีเกินต่ำกว่า 60 dB. จะทำให้ภาพไม่คมชัด จำเป็นต้องใช้เครื่องขยายสัญญาณความถี่สูง (BOOSTER) เข้าช่วย



รูปที่ 3.5.2 การใช้งาน การต่อคลับแยกสาย

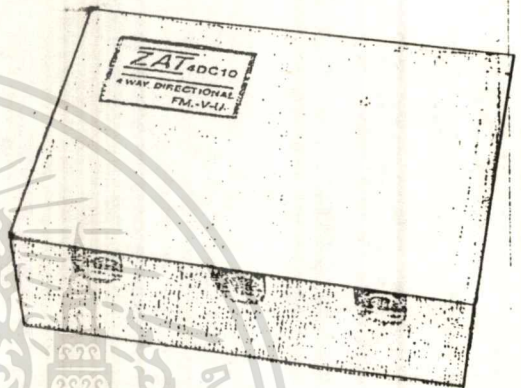
for Home

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



Specifications

INDOOR SPLITTERS

4-way Directional
Coupler
4 DC 10

Type	Model	Impedance (Ω)		Max. Splitting Loss (dB)		Isolation Out-to-Out (dB)		VSWR		Dimensions (mm) HxWxD	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	60x85x30	
3-way	3SP			4.8	6.1						
4-way	4SP			6.4	7.5						

INDOOR DIRECTIONAL COUPLERS

Maximum Power Passing Current:
Power passing between IN and OUT terminals 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) HxWxD	Symbol
		IN	OUT	TAP	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	
2-way	2DC10				1.5	2.5	11	12							
4-way	4DC10				3.5	4.5	11	12							

รูปที่ 3.5.3 คุณสมบัติและการใช้งานตัวยกสายแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 65 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม

การคำนวณการติดตั้ง

การคำนวณหามุมการรับแบบรับดาวเทียมคงเดิม (FIXED)

1. หามุมเงย (ELEVATION ANGLE) : α

$$\tan \alpha = \frac{\cos \lambda \cos \varnothing - K}{\sqrt{1 - \cos \lambda \cdot \cos \varnothing}}$$

K : เป็นอัตราส่วนระหว่างรัศมีของโลกกับรัศมีวงโคจรของดวงอาทิตย์

$K = 6,370 * 10^3 / 35,860 * 10^3 \text{ ม.} = 0.15084$ (สำหรับประเทศไทย)

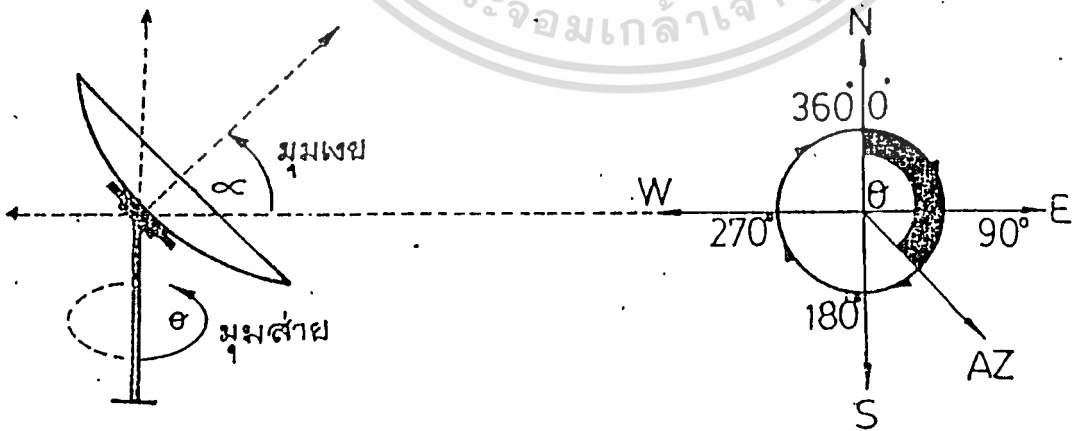
λ : เป็นความแตกต่างของเส้นแวง (LONGITUDE) ระหว่างจุดที่ตั้งจานสายอากาศและดาวเทียม

\varnothing : เป็นค่าเส้นรุ้ง (LATITUDE) ของตำแหน่งที่ตั้งจานสายอากาศ

2. หามุมส่าย (AZIMUTH ANGLE) : θ

$$\tan Az = \frac{\sin \lambda}{\sin \varnothing}$$

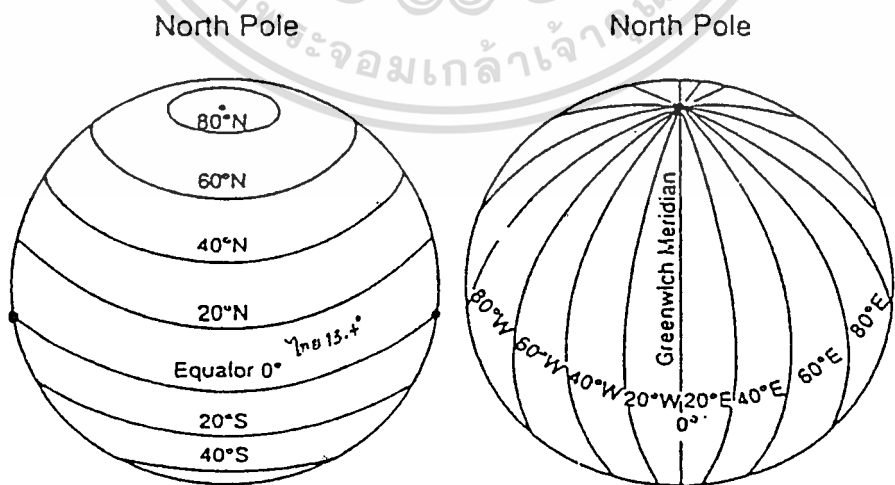
 (เทียบทิศได้เป็นหลัก)



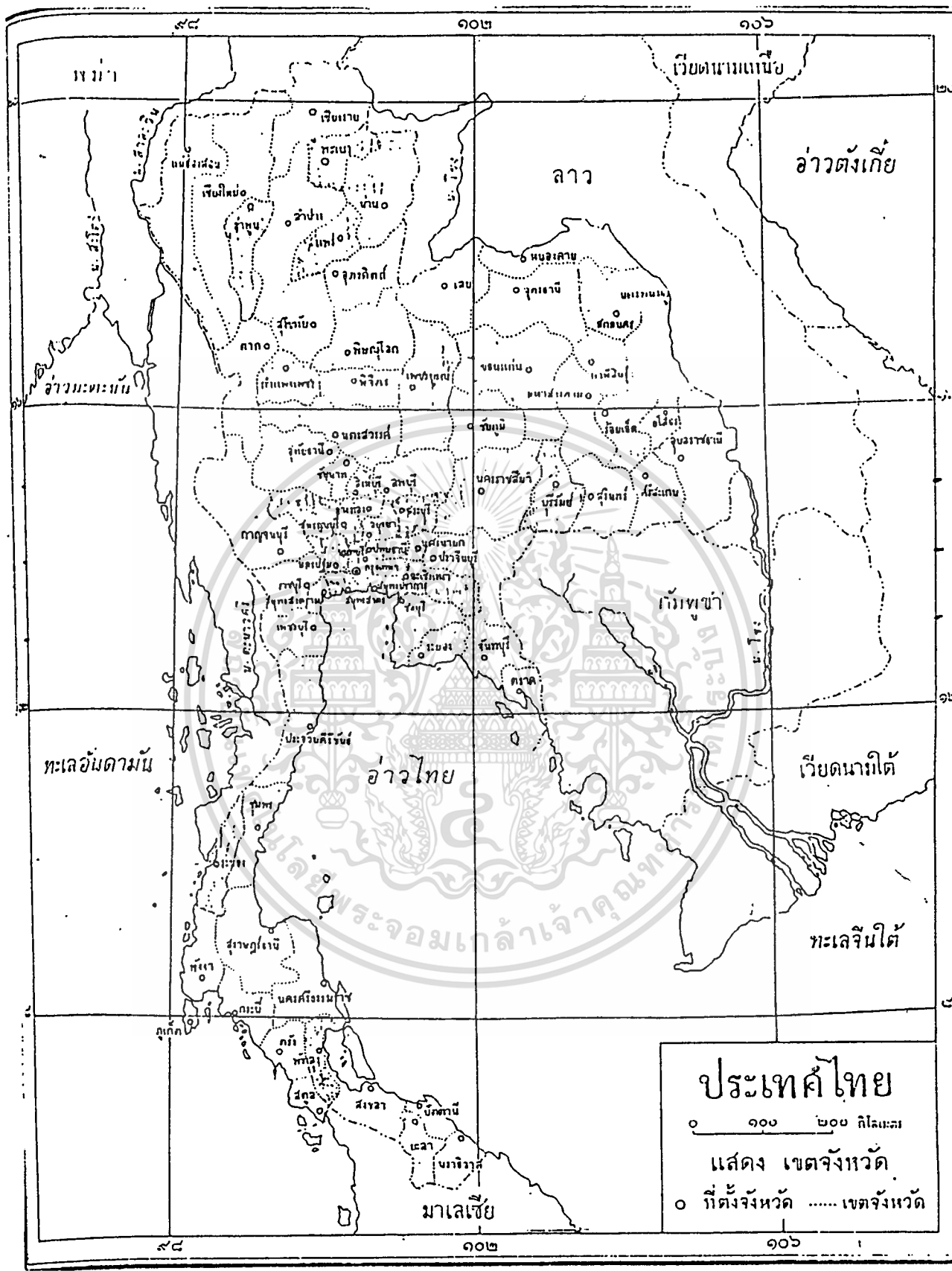
รูปที่ 4.1 การคำนวณมุมเงยและมุมส่าย

ชื่อดาวเทียม	ตำแหน่ง	มุมสาย AZ	มุมเงย EL	90°EL
GORIZONT 140	140 °E	106.07	42.13	47.87
PALAPA B4	118 °E	126.98	64.11	25.89
CHINASAT - 5	115 °E	131.60	66.30	23.70
PALAPA B2P	113 °E	136.96	68.32	21.68
CHINASAT DF H2-A2	110.5°E	144.82	70.46	19.54
PALAPA B1 (B2R)	108 °E	150.99	71.67	18.33
ASIASAT 1 **	105.5°E	159.77	72.85	17.15
INDIA	93.5 °E	207.35	71.94	18.06
GORIZONT 2	90 °E	217.98	69.79	20.21
CHINASAT DF H2-A1	87.5 °E	224.20	67.93	22.07
GORIZONT 3	80 °E	237.59	61.34	28.66
THAICOM 1 **	78.5 °E	239.60	59.90	30.10
INTELSAT V-F7	66 °E	250.94	47.31	42.69
INTELSAT VF11	63 °E	252.81	44.21	45.79

ตารางแสดงตำแหน่งของดาวเทียมที่สามารถรับได้ใน กทม.

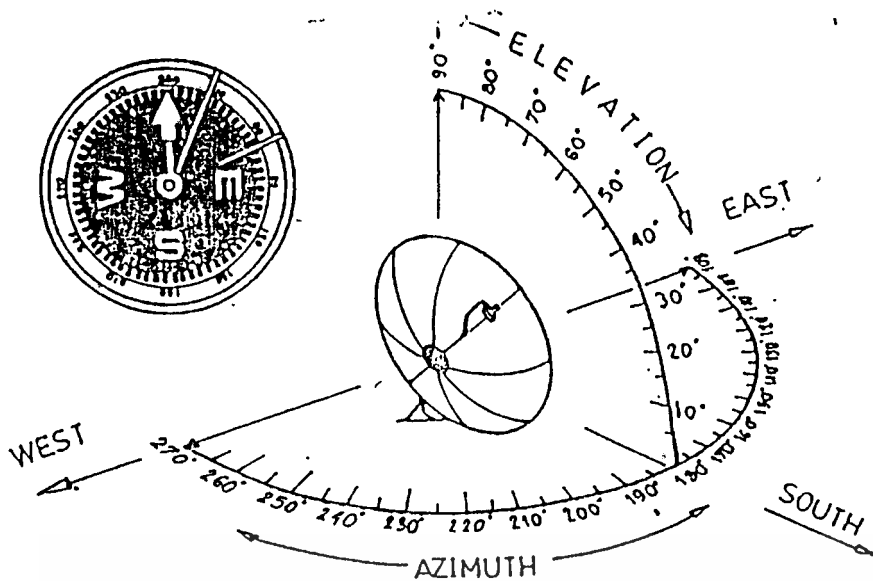


รูปที่ 4.2 เส้นรุ้ง จะอยู่ในแนวแกนนอน เส้นแวงจะอยู่ในแนวแกนตั้งของโลก



รูปที่ 4.3 ตำแหน่งเส้นรุ้งเส้นแวงของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 68 ละต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 การดูทิศและมุมเงย มุมต่ำ

ตัวอย่าง: ต้องการรับสัญญาณดาวเทียมที่ กรุงเทพฯ ซึ่งอยู่ตำแหน่งเส้นรุ้ง (LATITUDE) มุม 13.4° N เส้นแวง (LONGTITUDE) 100.37° E ต้องการรับรายการโทรทัศน์ดาวเทียม สัญญาณจากดาวเทียม ASIASAT ซึ่งอยู่ในตำแหน่งเส้นแวง 105.5° E จะต้องตั้งงานสายอากาศมีมุมเงย (ELEVATION ANGLE) และมุมต่ำ (AZIMUTH) เท่าไร

วิธีทำ : จาก $\phi =$ เส้นรุ้ง (LATITUDE) = 13.4° N

$$\lambda = \text{เส้นแวง (LONGTITUDE)} = 100.37^\circ \text{ E}$$

$$= 105.5^\circ - 100.37^\circ = 5.13 \text{ องศา}$$

$$\text{มุมเงย } \alpha = \left\{ (\cos 5.13^\circ)(\cos 13.4^\circ) - 0.1584 \right\} / \sqrt{1 - (\cos 5.13^\circ \cdot \cos 13.4^\circ)}$$

$$= 0.818 / 0.247$$

$$= 3.30476 \text{ องศา}$$

$$\alpha = \tan^{-1} 3.30476 = 73.1345 \text{ องศา} \text{ ---***}$$

$$\text{เทียบมุมเงย } 90 \text{ องศา} = 90^\circ - 73.1645^\circ$$

$$\text{ตอบ มุมเงย } 90^\circ \text{ EL} = 16.83 \text{ องศา} \text{ ---***}$$

$$\text{มุมต่ำ } \theta : \tan \text{AZ} = \tan 5.13^\circ / \sin 13.4^\circ$$

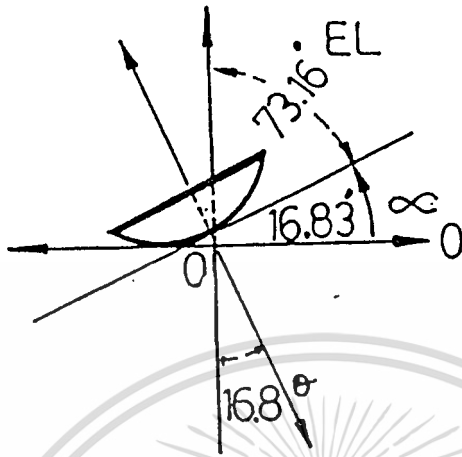
$$= 0.0897 / 0.2317$$

$$= 0.38738 \text{ องศา} \text{ ---***}$$

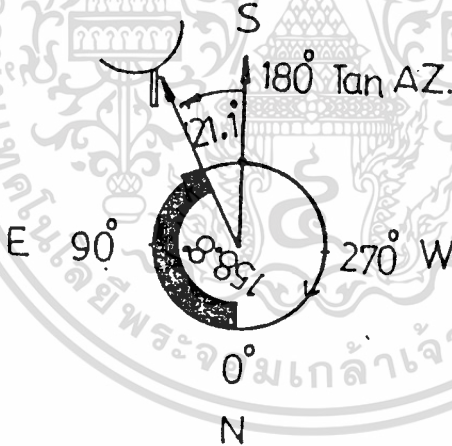
$$* \text{ มุมต่ำ } \text{AZ} = \tan^{-1} 0.38738 = 21.175 \text{ องศา}$$

$$\text{เทียบ } 180 \text{ กับทิศได้} = 180^\circ - 21.175^\circ$$

$$= 158.824 \text{ องศา} \text{ ---***}$$



รูปที่ 6.5 มุมเงย 17 องศา



รูปที่ 4.6 มุมสาย 159 องศา

ตอบ : มุมเงย ใช้ที่ตั้งมุมเงยติดที่ก้านงานให้หน้างานแหงนขึ้นที่มุม 17 องศา
 มุมสาย ใช้เข็มทิศส่องที่คอกงานเป็นหลัก หันหน้างานไปทิศใต้ที่มุม 159 องศา

การติดตั้งมุมเงยมุมสายรับสัญญาณดาวเทียมแต่ละจังหวัด

จังหวัด	THAICOM 1,2 78.5 °E		ASIASAT 1,2 105.5 °E		PALAPA B-2P 113 °E		CHAINASAT-5 115.5 °E		PALAPA B-4 118 °E		มุมเงยดาว MOVE
	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	90 °EL
	1. กรุงเทพฯ	239.6	30.1	159.9	17.2	137.0	21.7	131.6	23.7	127.0	25.9
2. กระบี่	249.4	25.7	140.6	12.2	119.2	19.0	115.2	21.6	112.1	24.2	9.21
3. กาญจนบุรี	237.8	29.4	156.7	17.9	135.3	22.7	130.3	24.7	126.0	26.9	16.11
4. กาญจนบุรี	238.8	34.6	173.0	19.4	149.4	22.2	143.1	23.7	137.6	25.5	18.41
5. กำแพงเพชร	233.6	31.0	159.8	20.6	139.0	24.8	134.8	26.7	130.3	28.7	18.41
6. ขอนแก่น	238.0	33.9	170.7	19.6	147.6	22.6	141.6	24.2	136.2	26.0	18.41
7. จันทบุรี	243.5	31.1	164.8	15.3	138.6	19.5	132.5	21.5	127.5	23.7	13.81
8. ฉะเชิงเทรา	240.4	30.6	161.9	16.9	138.2	21.2	132.6	23.2	127.9	25.4	14.96
9. ชลบุรี	240.8	30.4	161.1	16.6	137.4	21.0	131.8	23.0	127.1	25.2	14.96
10. ชัยนาท	236.5	30.6	160.2	18.9	138.9	23.2	133.6	25.2	129.1	27.3	17.26
11. ชัยภูมิ	238.0	32.8	170.7	19.0	144.6	22.5	138.7	24.2	133.6	26.1	17.26
12. ชุมพร	244.2	27.0	148.7	14.4	126.5	20.3	121.9	22.7	118.1	25.1	11.51
13. เชียงราย	249.4	25.7	163.8	24.2	119.2	19.0	115.2	21.6	112.1	24.2	21.84
14. เชียงใหม่	229.2	32.1	160.5	23.3	142.2	27.3	137.4	29.0	133.1	31.0	20.70
15. ตวิง	251.2	26.2	141.9	11.3	118.9	18.0	114.8	20.6	111.6	23.3	8.06
16. ตราด	244.6	31.3	166.2	14.8	138.9	18.9	132.6	20.9	127.4	23.0	13.81
17. ตาก	232.3	30.9	159.0	21.1	139.6	25.5	134.7	27.3	130.3	29.4	18.41
18. นครนายก	239.6	31.1	163.0	17.4	139.6	21.6	133.9	23.5	129.1	25.6	16.11
19. นครปฐม	238.8	29.7	158.2	17.4	136.1	22.1	130.8	24.2	126.4	26.4	14.96
20. นครพนม	238.4	35.6	175.4	20.2	152.2	22.6	145.7	24.0	140.1	25.7	19.55
21. นครราชสีมา	239.4	56.7	167.1	18.0	143.3	21.6	137.3	23.4	132.2	25.4	16.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัด	THAICOM 1,2 78.5 °E		ASIASAT 1,2 105.5 °E		PALAPA B-2P 113 °E		CHAINASAT-5 115.5 °E		PALAPA B-4 118 °E		หมายเหตุ NOTE
	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	90 °EL
22. นครศรีธรรมราช	249.6	26.9	146.5	11.8	122.3	18.2	117.8	20.7	114.2	23.3	9.21
23. นครสวรรค์	235.7	31.0	160.8	19.5	139.8	23.7	134.5	25.6	130.0	20.7	17.26
24. นนทบุรี	239.4	30.2	159.9	17.3	137.2	21.8	131.7	23.8	127.2	26.0	14.96
25. นราธิวาส	255.4	28.3	150.2	8.7	119.5	15.0	114.7	17.7	111.1	20.4	6.91
26. น่าน	231.8	33.6	165.6	22.7	146.1	26.1	140.8	27.7	136.1	29.5	20.70
27. นongคาย	235.7	34.8	171.1	21.2	149.5	24.1	143.6	25.6	138.4	27.3	19.55
28. บุรีรัมย์	240.5	33.3	170.8	17.8	146.0	21.0	139.7	22.7	134.2	24.6	16.11
29. ปทุมธานี	239.1	30.3	160.2	17.5	137.6	21.9	132.1	23.9	127.6	26.1	16.11
30. ประจวบคีรีขันธ์	242.3	28.3	154.0	15.4	131.1	20.7	126.1	22.9	121.9	25.3	12.66
31. ปราจีนบุรี	240.1	31.1	163.5	17.2	139.7	21.3	134.0	23.2	129.1	25.4	16.11
32. ปัตตานี	254.1	27.8	148.1	9.5	119.9	16.0	115.2	18.5	111.7	21.2	6.91
33. พระนครศรีอยุธยา	239.8	31.5	164.5	17.5	140.8	21.5	135.0	23.3	130.0	25.4	16.11
34. เพชรบูรณ์	230.1	33.2	163.4	23.4	144.7	27.0	139.6	28.7	135.1	30.5	21.84
35. พังงา	248.1	25.4	140.2	12.9	119.6	19.6	115.7	22.2	112.5	24.8	9.21
36. พัทลุง	251.5	26.7	144.4	11.0	120.0	17.6	115.7	20.2	112.3	22.8	8.06
37. พิจิตร	234.8	31.7	162.3	20.2	141.6	24.2	136.3	26.0	131.7	28.0	18.41
38. พิษณุโลก	234.1	31.8	162.4	20.7	142.0	24.6	136.7	26.4	132.1	28.4	18.41
39. เพชรบุรี	240.0	29.2	156.8	16.7	134.4	21.6	129.2	23.7	124.8	26.0	14.96
40. เพชรบูรณ์	235.9	32.4	165.0	19.9	143.4	23.6	137.9	25.4	133.0	27.3	18.41
41. นคร	231.9	32.6	163.2	22.2	143.8	25.9	138.6	26.4	134.0	29.5	20.70
42. ภูเก็ต	249.2	25.0	137.8	12.5	117.8	19.4	114.0	22.0	111.1	24.7	8.06

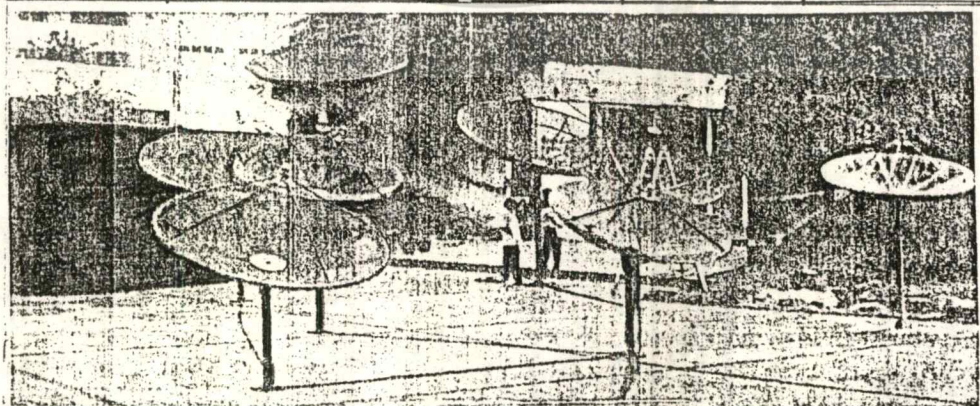
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัด	THAICOM 1,2 78.5 °E		ASIASAT 1,2 105.5 °E		PALAPA B-2P 113 °E		CHAINASAT-5 115.5 °E		PALAPA B-4 118 °E		มุมเงยดาว NOVE
	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	90 °EL
43. มหาสารคาม	238.9	34.2	172.2	19.2	148.5	22.1	142.2	23.6	136.7	25.5	18.41
44. แม่ฮ่องสอน	226.9	31.7	158.2	24.2	140.9	28.4	136.3	30.2	132.2	32.2	21.84
45. มุกดาหาร	240.0	35.8	177.3	19.4	152.9	21.6	146.2	23.1	140.3	24.7	18.41
46. ชะลา	254.8	27.7	147.1	9.2	118.8	15.7	114.2	18.4	110.8	21.0	6.91
47. ชลบุรี	240.5	34.8	175.0	18.6	150.2	21.2	143.6	22.7	137.8	24.5	17.26
48. ร้อยเอ็ด	239.5	34.5	173.4	19.0	149.2	21.7	142.8	23.3	137.2	25.1	18.41
49. ระนอง	244.7	26.2	145.2	14.2	124.1	20.5	119.7	22.9	116.2	25.4	10.36
50. ระยอง	242.4	30.3	161.4	15.7	136.6	20.2	130.9	22.2	126.1	24.5	13.81
51. ราชบุรี	239.0	29.3	157.0	17.2	135.0	22.1	129.8	24.2	125.5	26.4	14.96
52. ลพบุรี	239.2	31.8	165.3	18.0	141.8	21.8	136.0	23.6	131.1	21.7	16.11
53. ลำปาง	230.7	32.2	161.5	22.5	142.6	26.5	137.6	28.2	133.2	30.1	20.70
54. ลำพูน	229.6	32.0	160.3	23.0	142.0	27.1	137.1	28.8	132.8	30.8	20.70
55. เลย	235.0	33.6	167.6	21.0	146.4	24.3	140.8	25.9	135.8	27.8	19.55
56. ศรีสะเกษ	241.7	34.6	175.5	17.8	149.7	20.4	142.9	22.0	137.0	23.8	17.26
57. สกลนคร	238.4	35.6	175.4	20.2	152.1	22.6	145.7	24.0	140.1	25.7	19.55
58. สงขลา	252.8	27.2	145.6	10.2	119.7	16.8	115.2	19.4	111.8	22.0	8.06
59. สุดค	253.7	26.4	140.5	10.1	116.7	17.0	112.7	19.7	109.6	22.4	6.91
60. สมุทรปราการ	239.9	30.1	160.0	17.0	136.9	21.5	131.5	23.5	126.5	25.7	14.96
61. สมุทรสงคราม	239.5	29.4	157.5	17.0	135.1	21.8	129.9	23.9	125.5	26.1	14.96
62. สมุทรสาคร	239.6	29.8	158.7	17.0	136.0	21.7	130.7	23.8	126.2	26.0	14.96
63. สระแก้ว	241.4	31.7	165.9	16.7	141.0	20.6	135.0	22.5	129.9	24.5	16.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 73 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัด	THAICOM 1,2 78.5 °E		ASIASAT 1,2 105.5 °E		PALAPA B-2P 113 °E		CHAINASAT-5 115.5 °E		PALAPA B-4 118 °E		หมายเหตุ MOVE
	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	AZ	90 °EL	90 °EL
64. สระบุรี	238.7	31.0	162.3	17.9	139.5	22.1	133.9	24.0	129.2	26.1	16.11
65. สิงห์บุรี	237.4	30.7	160.9	18.5	139.0	22.8	133.6	24.7	129.0	26.8	16.11
66. สุโขทัย	233.2	31.6	161.3	21.0	141.3	25.1	136.2	26.9	131.7	28.9	19.55
67. สุพรรณบุรี	237.8	30.2	159.4	18.1	135.7	22.6	132.3	24.6	127.8	26.8	16.11
68. สุราษฎร์ธานี	247.3	26.5	145.7	13.0	123.1	19.3	118.7	21.7	115.2	24.3	10.36
69. สุรินทร์	241.2	33.7	172.2	17.6	146.9	20.7	140.4	22.3	134.8	24.2	16.11
70.หนองบัวลำภู	236.4	34.0	169.8	20.4	147.7	23.5	141.8	25.1	136.7	26.9	19.55
71. อ่างทอง	238.0	30.6	160.7	18.1	138.5	22.5	133.1	24.4	128.5	26.6	16.11
72. อำนาจเจริญ	240.9	35.3	176.9	18.6	151.7	21.0	144.9	22.4	139.0	24.2	17.26
73. อุดรธานี	236.5	34.5	171.0	20.7	114.9	23.6	143.0	25.1	137.7	26.9	19.55
74. อุดรพิสัย	232.6	32.2	162.7	21.6	142.9	25.5	137.7	27.2	133.2	29.2	19.55
75. อภัยธานี	236.1	30.7	160.2	19.1	139.0	23.5	133.8	25.4	129.3	27.5	17.26
76. อมลราชธานี	242.1	35.2	177.6	17.9	151.4	20.2	144.4	21.7	138.4	23.5	17.26

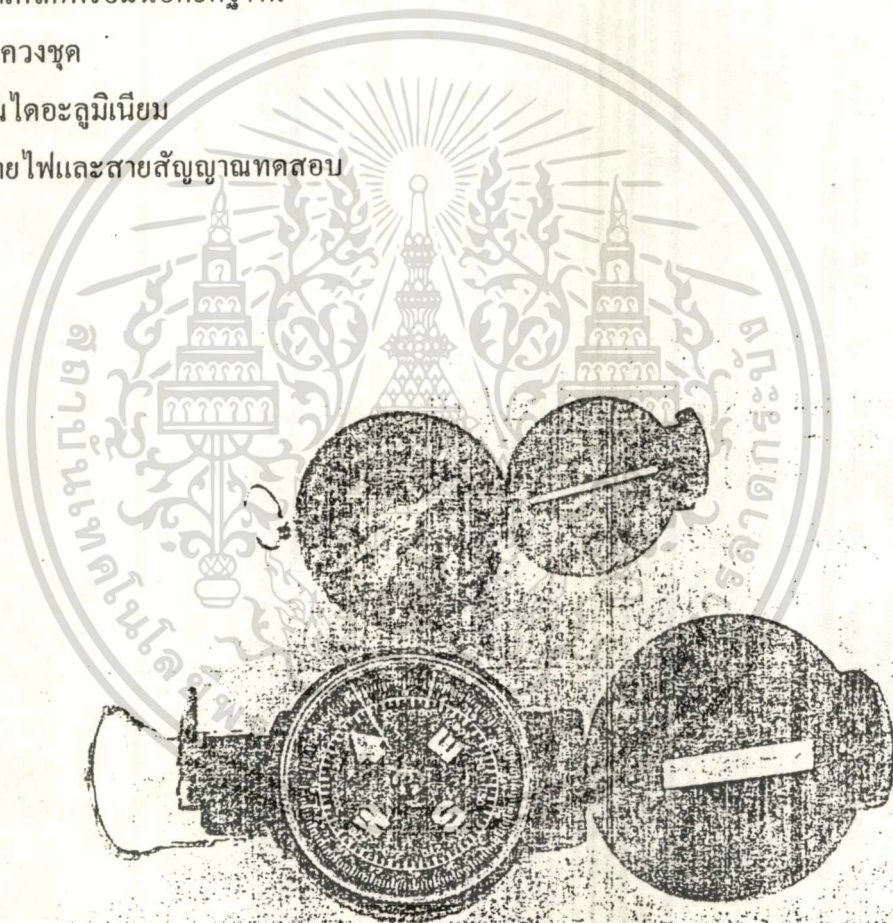


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

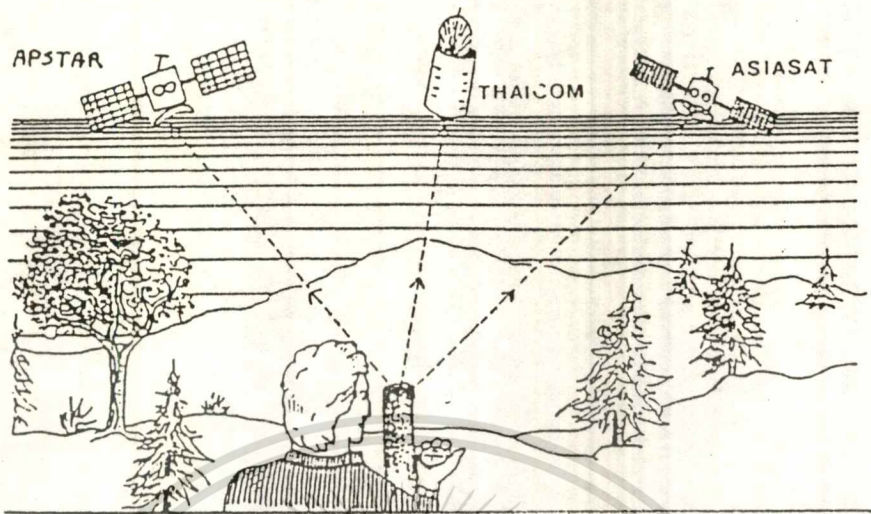
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้ง

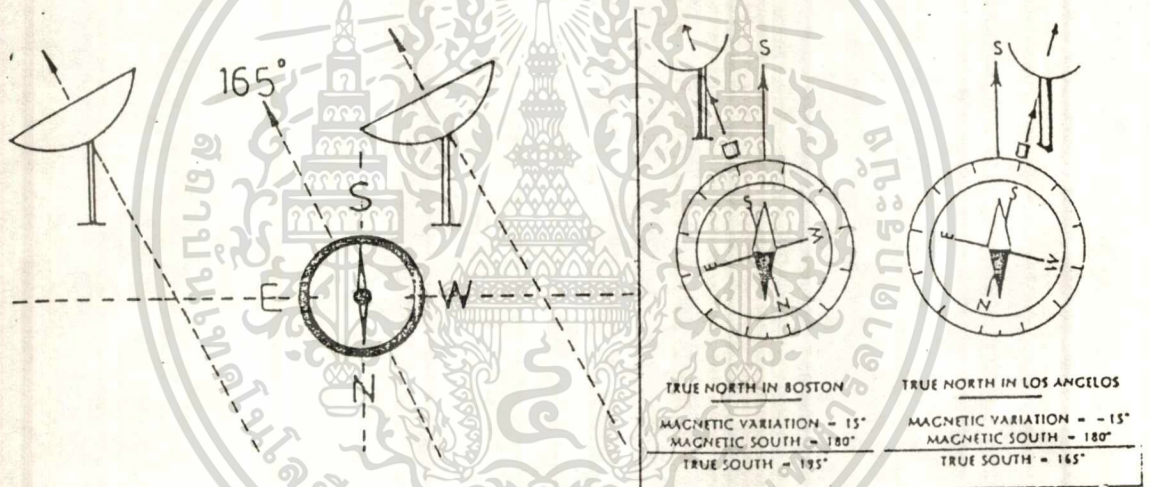
1. เข็มทิศ สำหรับหามุมสาย
2. ที่ตั้งมุมเงย (ELEVATION ANGLE)
3. แผนที่ประเทศไทย มุมตำแหน่งและความถี่ช่องโปรแกรมต่าง ๆ ของดาวเทียม
4. เครื่องวัดความแรงของสัญญาณ (SATELLITE FINDER) หรือ ทีวี ทดสอบ
5. ประแจชุด คีมตัด คัทเตอร์
6. สว่านไฟฟ้าพร้อมดอกเจาะคอนกรีต และปลั๊กไฟพ่วง
7. พุกเหล็กพร้อมน็อตยึดฐาน
8. ไขควงชุด
9. บันไดอะลูมิเนียม
10. สายไฟและสายสัญญาณทดสอบ



รูปที่ 4.7 เข็มทิศใช้หามุมสาย

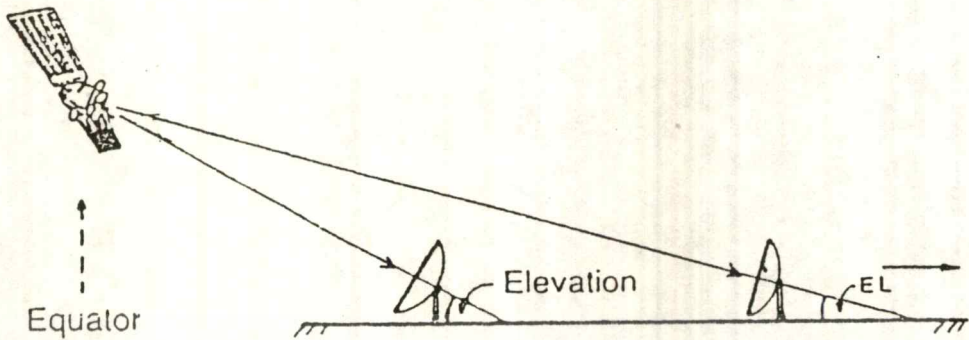


รูปที่ 4.8 เส้นศูนย์สูตรมีดาวเทียมหลายดวง จึงต้องใช้เข็มทิศหามุมสายดาวเทียมที่ต้องการ

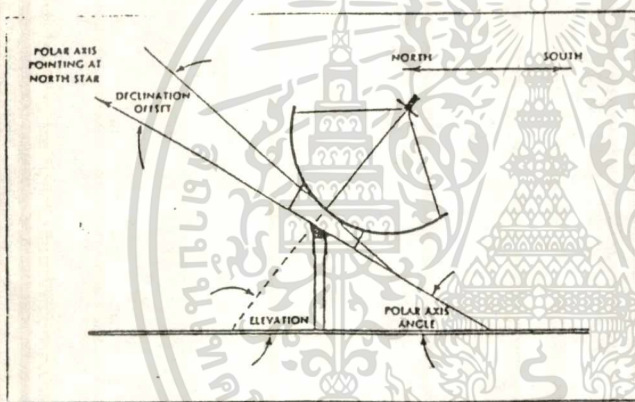


รูปที่ 4.9 การใช้เข็มทิศหาค่าแห่งมุมสายของจาน

ประเทศไทยอยู่สูงกว่าเส้นศูนย์สูตร จึงหันจานไปทางทิศใต้ โดยใช้เข็มทิศเทียบทิศใต้เป็นหลัก แล้วหันจานไปมุมที่คำนวณได้ เช่น คำนวณมุมสายได้ 165 E ก็ให้เข็มทิศอยู่ในแนวเหนือใต้แล้วมองดูมุมที่ต้องการ โดยให้จานขนานกับมุมที่ถูกต้อง หรือ เอามุมสายไปลบออกจากมุม 180 องศา จะได้ 15 องศา เอาค่าที่ได้ไปบวกกับ 180 องศา จะได้มุม 195 องศา แล้วให้เข็มทิศชี้ไปที่มุม 195 องศา จากนั้นมองไปช่องมองขั้วใต้ของเข็มทิศ โดยยึดคอกจานเป็นหลักให้จานหันตรงกับช่องมองของเข็มทิศ จะได้จานหันไปที่มุมสาย 165 องศาตามที่ต้องการ

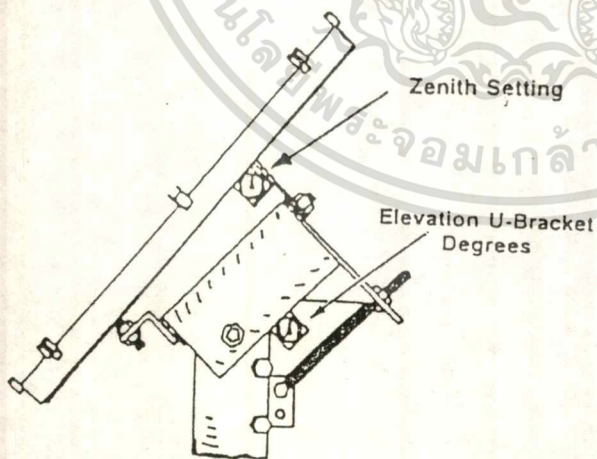


รูปที่ 4.10 เนื่องจากตำแหน่งเส้นรุ้งของแต่ละจังหวัดไม่เท่ากันทำให้มุมเงยไม่เท่ากันด้วยโดยจังหวัดภาคใต้มีเส้นรุ้งใกล้เส้นศูนย์สูตรจะห่างจากที่ตั้งฉากกับท้องฟ้ามากกว่าภาคเหนือ

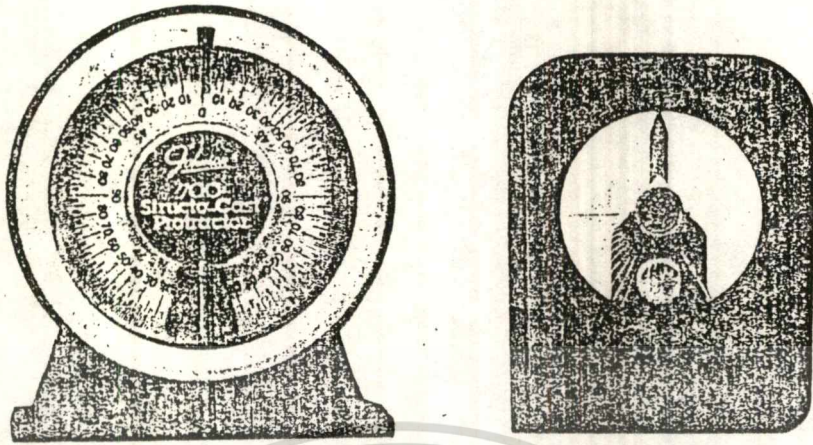


ELEVATION/DECLINATION CHART

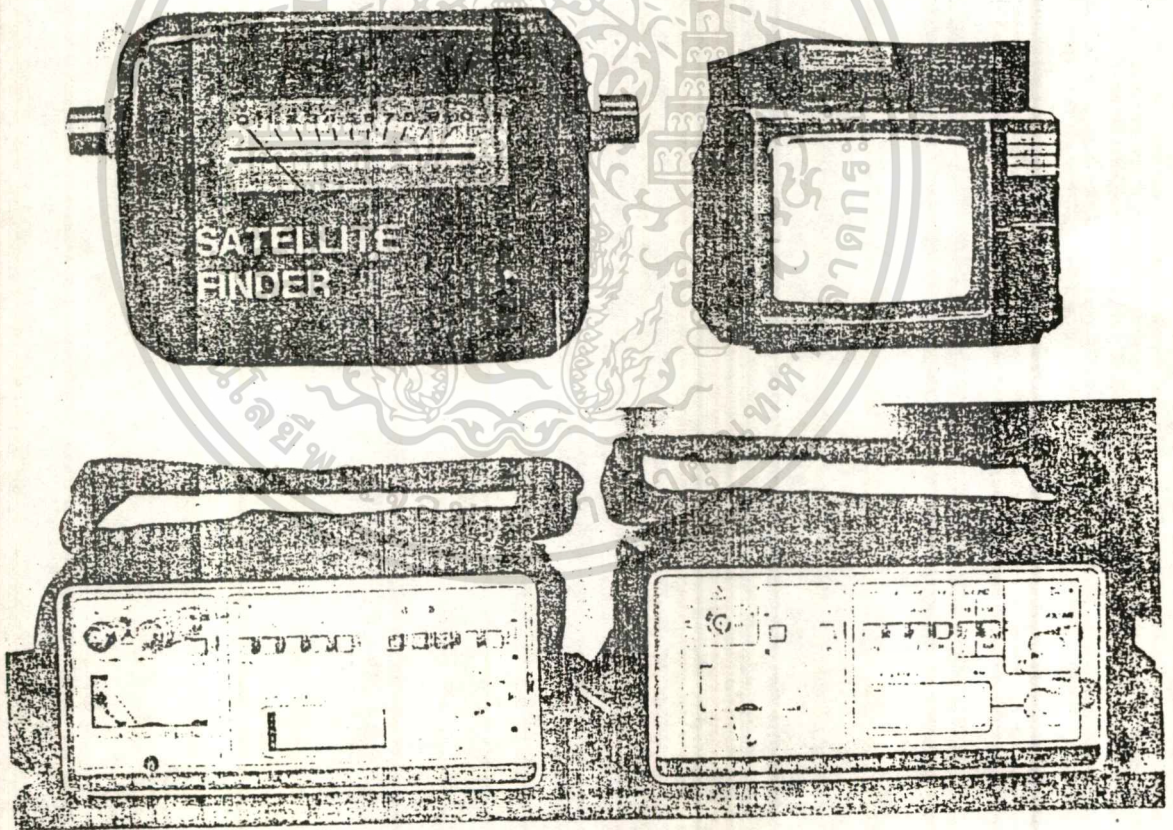
Latitude Degrees	(A) Elevation U-Bracket Degrees	Declination Offset Angle Degrees	(B) Zenith Setting (Declination + Elevation)
1	1.02	.15	1.17
3	3.07	.46	3.53
5	5.12	.76	5.88
7	7.17	1.06	8.23
9	9.22	1.36	10.58
11	11.27	1.66	12.93
13	13.31	1.96	15.27
15	15.36	2.26	17.62
17	17.40	2.55	19.95
19	19.44	2.84	22.28
21	21.47	3.12	24.59
23	23.51	3.40	26.91
25	25.57	3.66	29.23
27	27.59	3.94	31.53
29	29.62	4.20	33.82
31	31.64	4.47	36.11
33	33.67	4.71	38.38
35	35.68	4.97	40.65
37	37.69	5.21	42.90
39	39.70	5.45	45.15
41	41.71	5.67	47.38
43	43.72	5.89	49.61
45	45.71	6.11	51.82
47	47.70	6.32	54.02
49	49.70	6.51	56.21
51	51.69	6.70	58.39
53	53.67	6.89	60.56
55	55.66	7.06	62.72
57	57.64	7.22	64.86
59	59.61	7.39	67.00
61	61.57	7.52	69.09
63	63.54	7.66	71.06
65	65.51	7.78	73.29
67	67.48	7.90	75.38
69	69.44	8.01	77.45
71	71.41	8.11	79.52
73	73.37	8.20	81.57
75	75.33	8.28	83.61



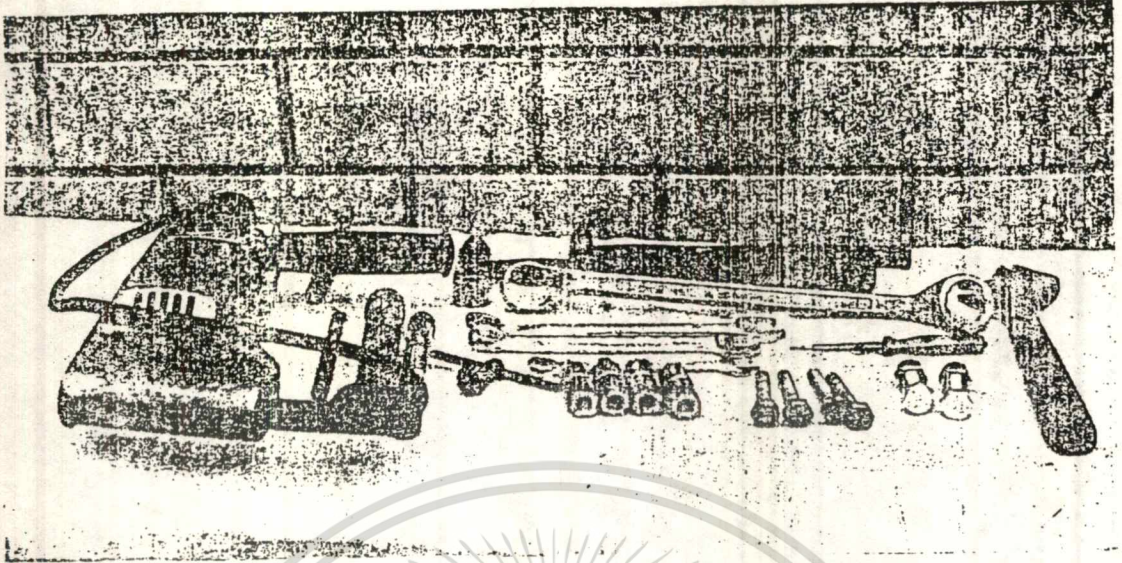
รูปที่ 4.11 การใช้ที่ตั้งมุมเงยวัดมุมเงยที่คอจานและการปรับมุมชดเชย



รูปที่ 4.12 เครื่องวัดมุมแบบต่าง ๆ ที่ฐานจะเป็นแม่เหล็กไว้ติดตั้งกับคอนกรีตที่ต้องการวัด



รูปที่ 4.13 เครื่องวัดความเข้มสัญญาณ ถ้าไม่มีให้ใช้ทีวี ทดสอบโดยตรง



รูปที่ 4.14 เครื่องมือช่างที่ใช้ในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม

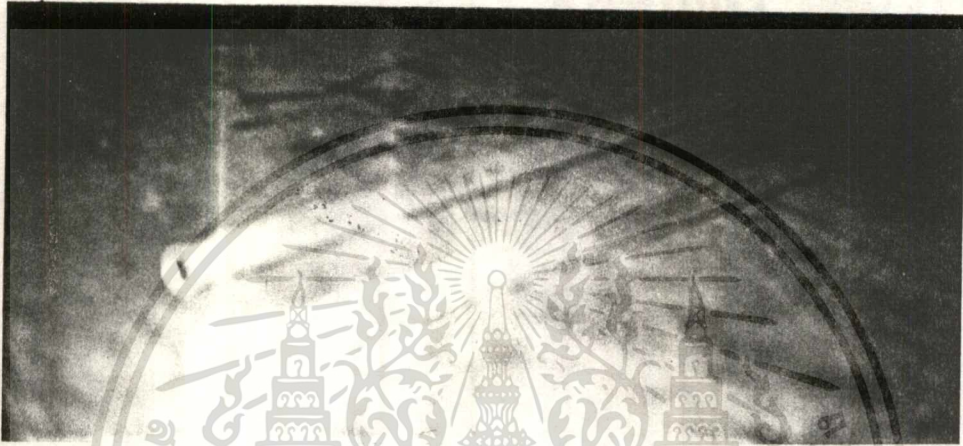
การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมแบบคงที่ (FIXED)

1. ขันเตรียม เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อม หาสถานที่ในการติดตั้งให้เหมาะสม
2. ตั้งฐานเสา ฟันทุกตะกั่วให้แน่นแข็งแรง ตั้งเสาให้ตรง ให้ได้ฉาก 90 องศา
3. ประกอบจาน ประกอบจานแต่ละชั้นตามคู่มือที่ให้มา ขันน็อตทุกจุดให้แน่น
4. ติดตั้งตัวรับสัญญาณ ประกอบ LNB และ FEEDHORN เข้าด้วยกันแล้วนำไปติดตั้งในตำแหน่งจุดรวมสัญญาณที่กลางจานโดยให้ตัว LNB เอียงกับหน้าจานประมาณ 11 นาฬิกา
5. ตั้งมุมเงย แขนงานขึ้นใช้ที่วัดมุมเงยวัดที่คอจานให้ได้มุมเงยตรงกับดาวเทียมที่ต้องการรับ
6. ตัวมุมสาย หันงานไปทางทิศใต้เป็นหลัก ใช้เข็มทิศส่องที่คอจานให้ได้มุมสายตามที่ต้องการ
7. ต่อสายสัญญาณ ต่อสายสัญญาณจาก LNB มายังเครื่องรับ และจากเครื่องรับไปยังทีวี
8. การปรับแต่ง จูนทีวีรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ UHF โปรแกรมรายการดาวเทียมให้ครบทุกช่องหากยังไม่มีการรับภาพให้ทำการสายงานไปมาอย่างซ้ำ ๆ จนเกิดภาพ

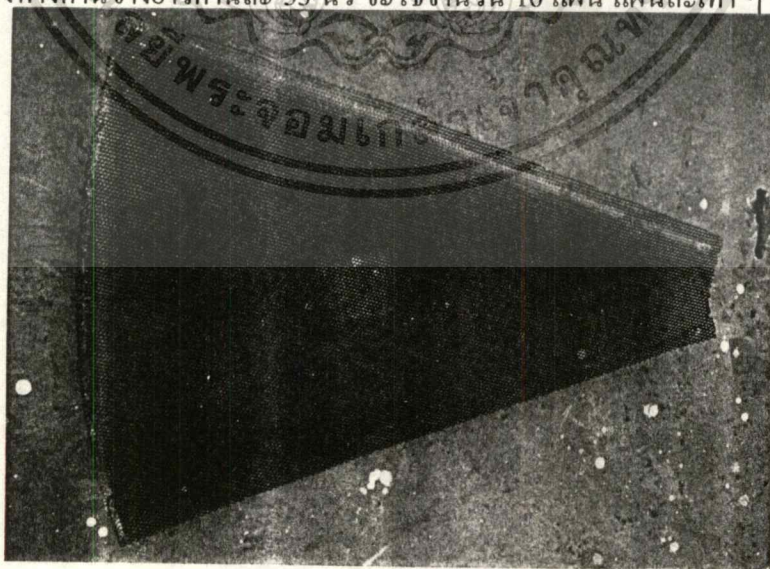
ขั้นตอนการสร้างงานดาวเทียม

อุปกรณ์และวัสดุ

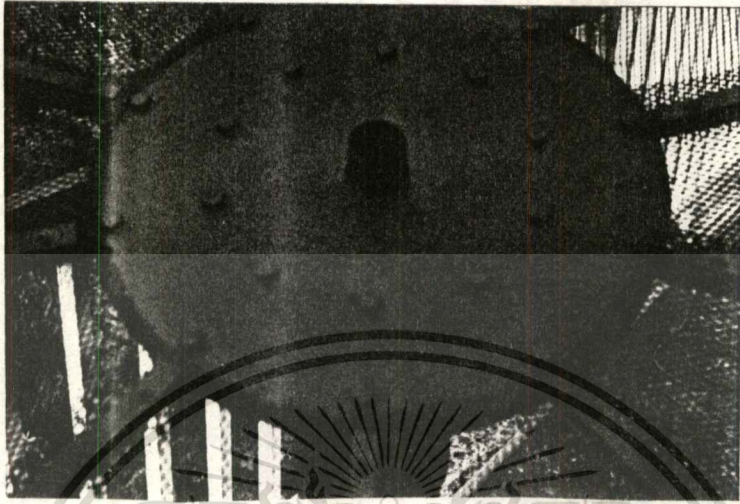
1. อลูมิเนียม เราจะใช้อลูมิเนียมเส้นกลมซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตรซึ่งหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด หรือตามร้านขายวัสดุทั่วไป แล้วทำการตัดจำนวน 10 เส้น เส้นละ 35 นิ้ว แล้วทำการคัดโดยใช้เครื่องมือตัดท่อน้ำยาแอร์ทั่ว ๆ ไปได้ทำการตกแต่งเล็กน้อยเพื่อให้ได้รูปทรง พาราโบลา ทั้ง 10 เส้น



2. ตะแกรง เป็นตะแกรงที่หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดซึ่งเป็นตะแกรงสำหรับใช้ทำตู้กับข้าวซึ่งจะทำให้ไม่ผลต่อการรับสัญญาณดาวเทียมแต่อย่างใด คุณภาพพอ ๆ กับตะแกรงจากโรงงานทำการตัดเพื่อเป็นตัวสะท้อนสัญญาณตัดเป็นแผ่นซึ่งมีด้านกว้างด้านที่ 1 ยาว 5.5 นิ้ว ด้านที่ 2 ยาว 24 นิ้ว ตะแกรงทางด้านข้างยาวด้านละ 33 นิ้ว จะใช้จำนวน 10 แผ่น แผ่นละเท่า ๆ กัน

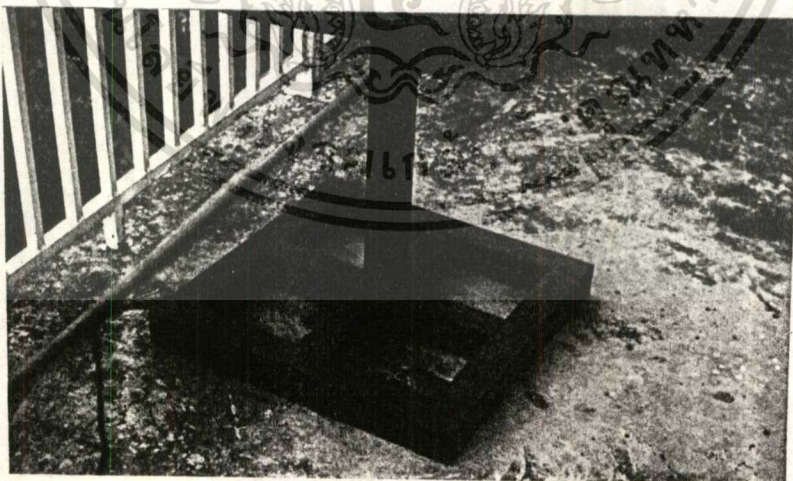


3. เหล็กแผ่นขนาด 2 หุนตัดเป็นรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น แผ่นเหล็กนี้เจาะรูเพื่อยึดทำเป็นที่ยึดคอกมึนิเยม ที่ตัดไว้ทั้ง 10 เส้น เพื่อขึ้นโครงงานดาวเทียมขนาด 6 ฟุต

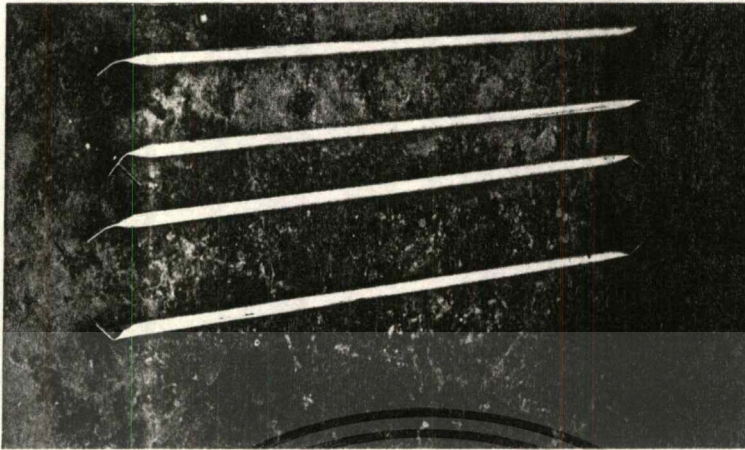


4. เหล็กกลมใหญ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว ยาว 150 เซนติเมตรเพื่อเป็นเสายึดงานกับ ผนัง

4.1 เหล็กเหลี่ยมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 26.5 นิ้ว ตัดเป็น 4 เส้น เพื่อเป็นแท่นยึดเสา และเชื่อมติดกันเพื่อเป็นฐานเสา



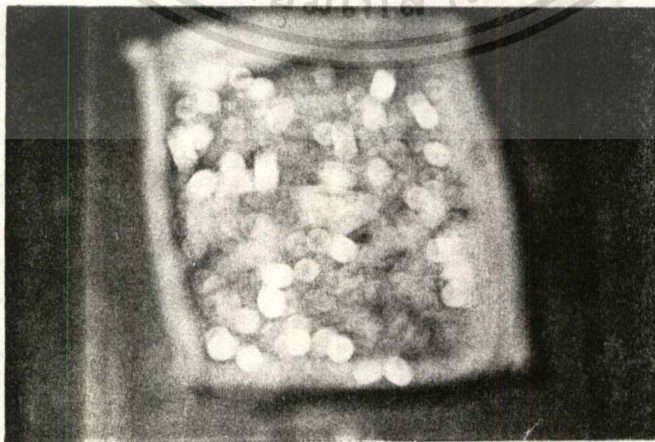
5. อลูมิเนียมเส้นขนาด 1.5 เซนติเมตรตัดยาว 40 นิ้ว จำนวน 4 เส้น เพื่อทำเป็นขายึด ฟีดฮอร์น
ทำการตัดให้สูงห่างจากกลางงาน 77 เซนติเมตร



6. อลูมิเนียมเส้นแบนตัดให้ยาว 35 นิ้ว จำนวน 10 เส้น อลูมิเนียมเส้นนี้จะเป็นตัวยึดตะแกรง
กับขาอลูมิเนียมให้ติดกันเพื่อจะได้เป็นรูปทรง พาราโบล่า และตัดเป็นขอบยาว 24 นิ้ว เพื่อยึด
เป็นขอบงาน



7. สกรู และ น็อตต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นตัวยึดอลูมิเนียม และ ส่วนต่าง ๆ ให้ติดกัน



ตัวอย่าง ต้องการรับสัญญาณดาวเทียมของ ASIASAT ที่มุม $105.5^{\circ}E$ มุมเงย 17 องศา มุมสาย 159 องศา รายการดนตรี MTV ความถี่ 1250 MHz ที่กรุงเทพมหานคร

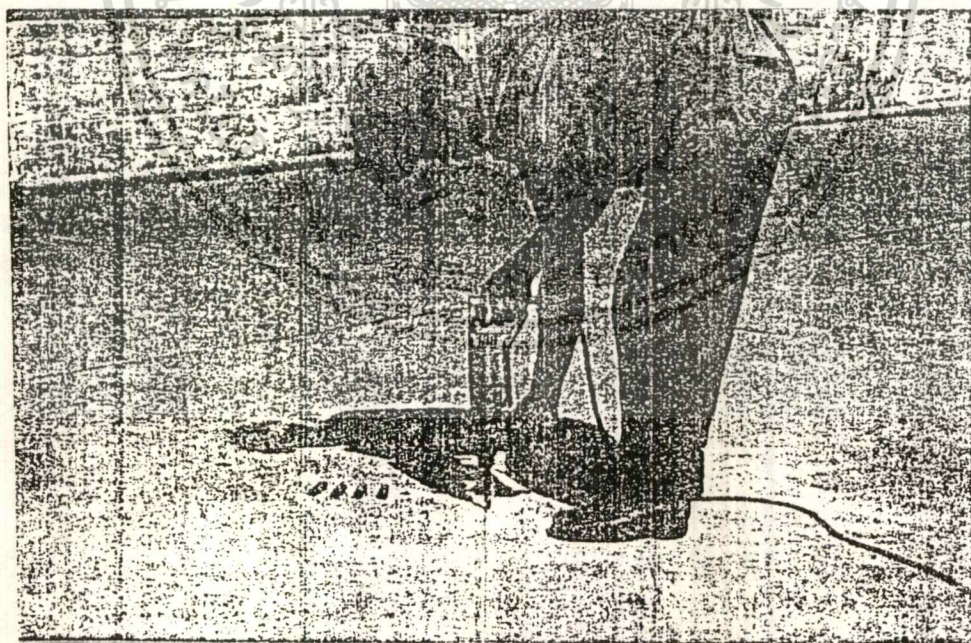
(ถ้าของดาวเทียม PALAPA B2P ที่มุม $113^{\circ}E$ ตั้งมุมเงย 22 องศา มุมสาย 137°)

(ถ้าของดาวเทียม PALAPA B4 ที่มุม $118^{\circ}E$ ตั้งมุมเงย 26 องศา มุมสาย 127°)

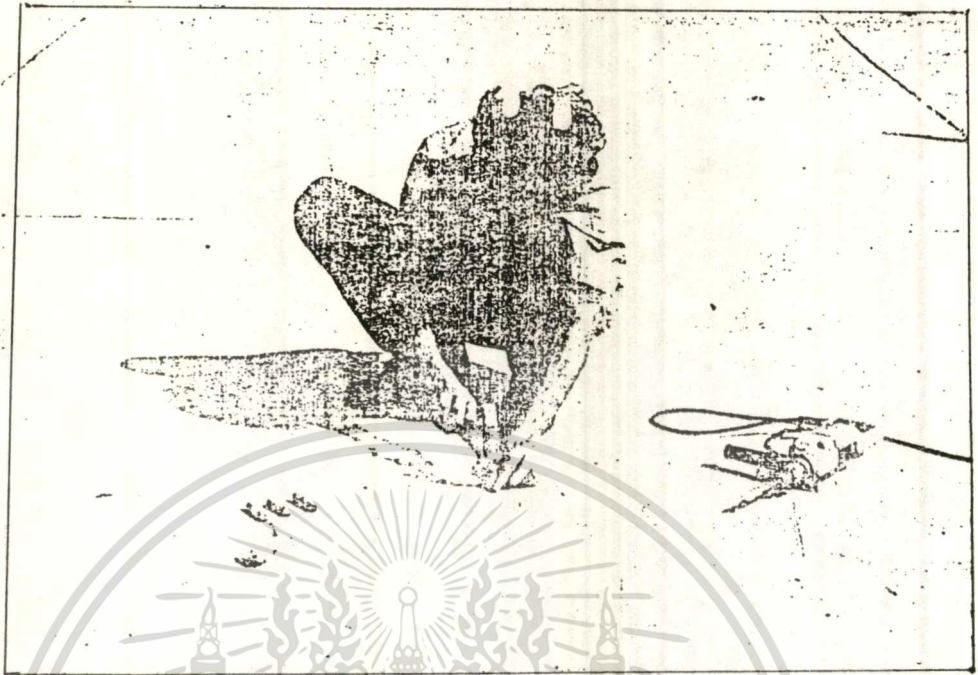
(ถ้าของดาวเทียม THAICOM 1 ที่มุม $78.5^{\circ}E$ ตั้งมุมเงย 30 องศา มุมสาย 240°)

เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือในการติดตั้งให้พร้อม เช่น สว่านเจาะคอนกรีต พุก ตะกั่ว ขนาดใหญ่ ปลั๊กไฟ เข็มทิศ เครื่องตั้งมุมเงย กระจก ไขควง และอุปกรณ์งานรับ สัญญาณดาวเทียมให้พร้อม สำรวจพื้นที่ในการติดตั้งว่าส่วนใดเหมาะสม ที่สุดบน หลังคา หรือบนพื้นดิน ใช้งานเล็กหรือใหญ่, ฟ้าหรือโปร่ง, การเดินสายยาว มากน้อยเพียงใด, มีอาคาร หรือ กิ่งไม้บังสัญญาณ หรือไม่ต้องการรับสัญญาณดาวเทียม ตำแหน่งใด, รับกี่จุด, แล้ว นำข้อมูล ที่ได้มาพิจารณาประกอบการติดตั้งโดยติดตั้งตามลำดับขั้น ดังต่อไปนี้

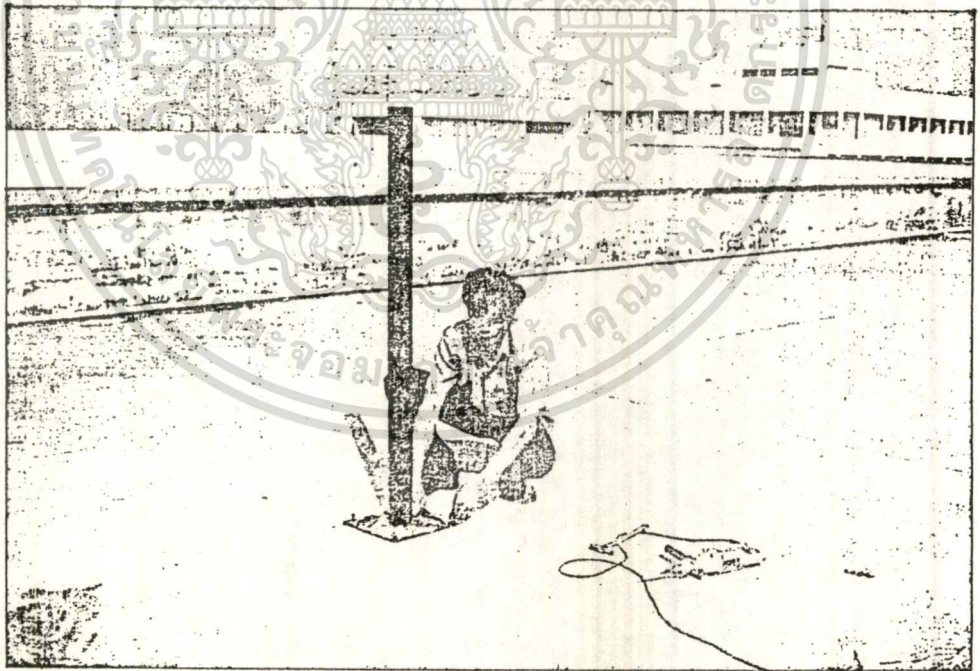
ภาพลำดับขั้นการติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียมแบบคงที่(FIXED) รับสัญญาณจากดาวเทียม ASIASAT 105.5 องศาตะวันออก รายการดนตรี [V] 1250 MHz



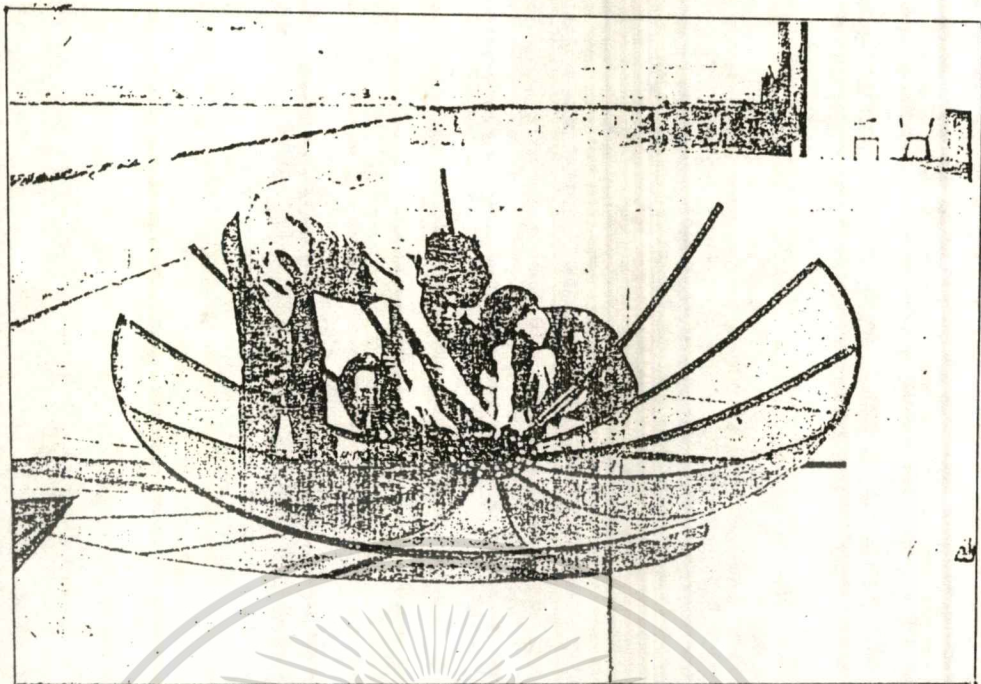
รูปที่ 4.15 ตั้งฐานเสาโดยการใช้ฐานเสาของที่ผลิต ดังรูป



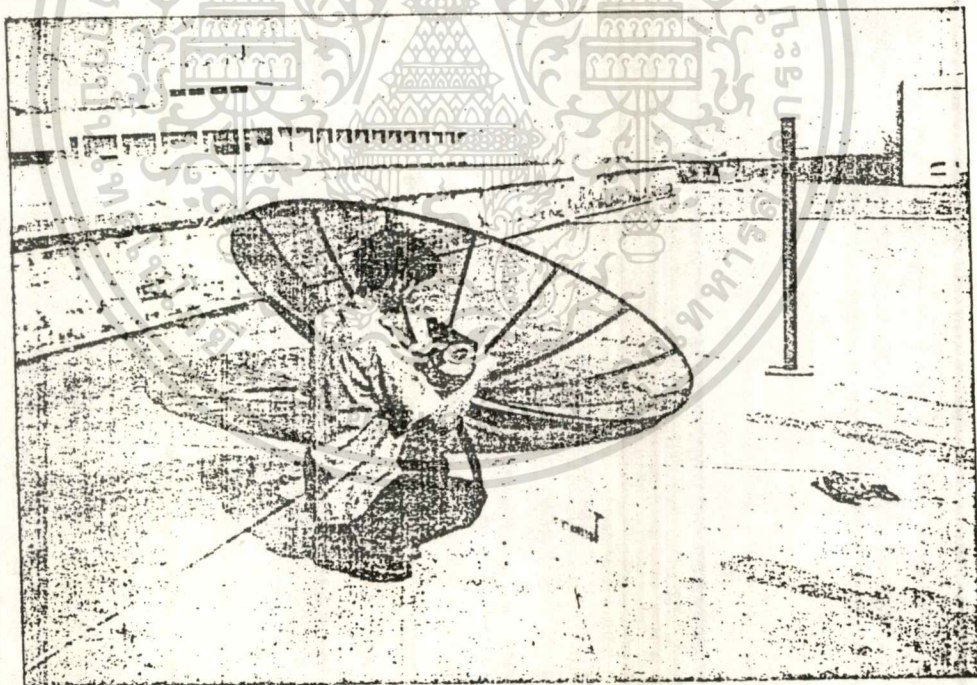
รูปที่ 4.16 ทำฐานเสาเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อง่ายต่อการติดตั้งและทดลอง



รูปที่ 4.17 ตั้งเสาให้ตั้งฉาก 90 องศา ฐานน็อคฐานให้แน่น

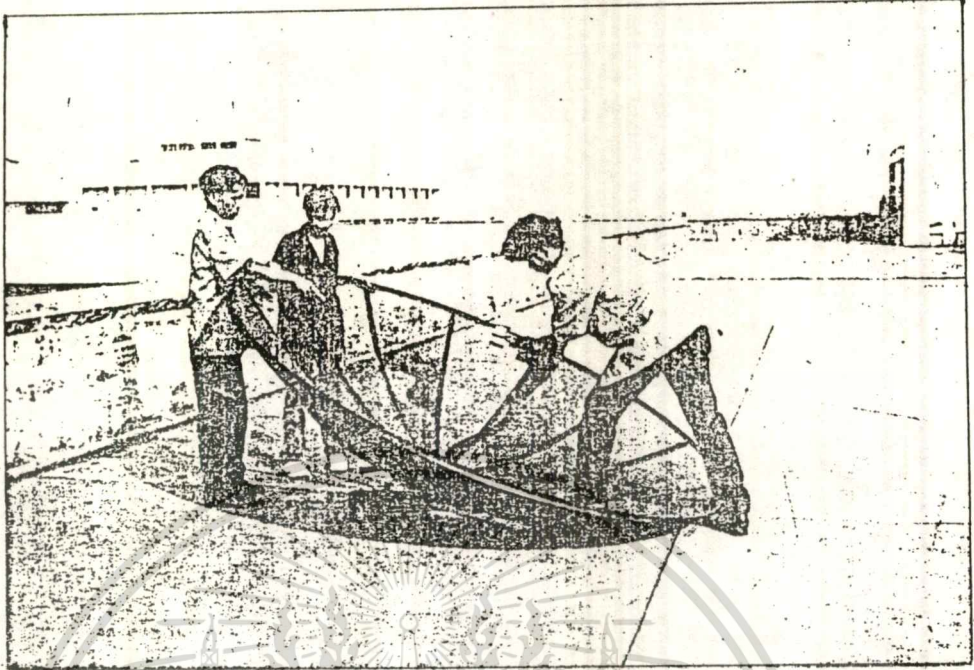


รูปที่ 4.18 ประกอบงาน ไปร้งตามคู่มือที่บริษัทให้มาทุกชิ้นและยึดเม้าท์ที่กั้นงาน

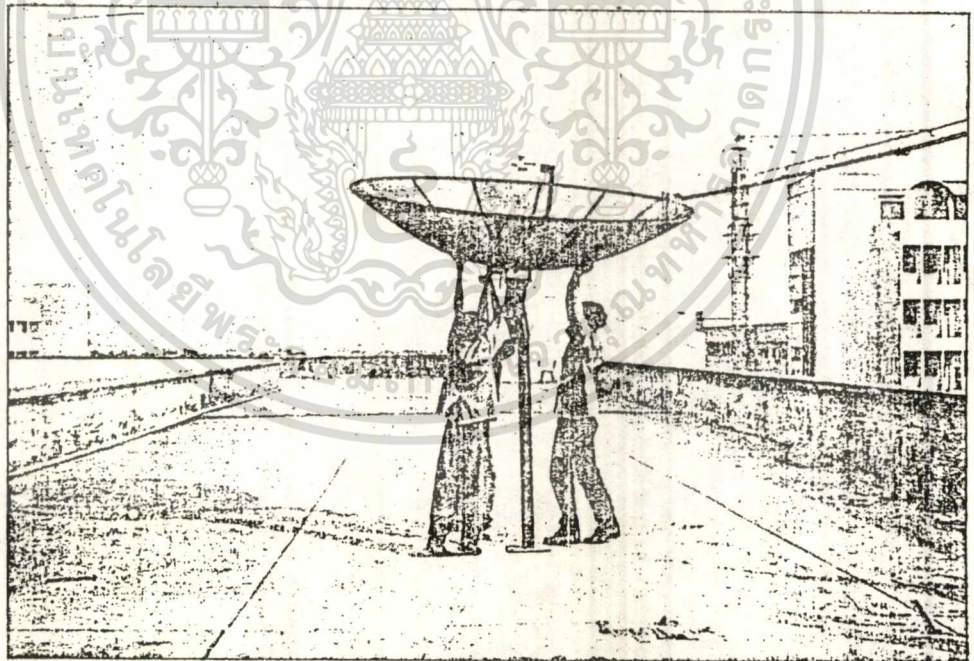


รูปที่ 4.19 ติดตั้งฟีดฮอร์นและ LNB เข้ากับแขนยึด

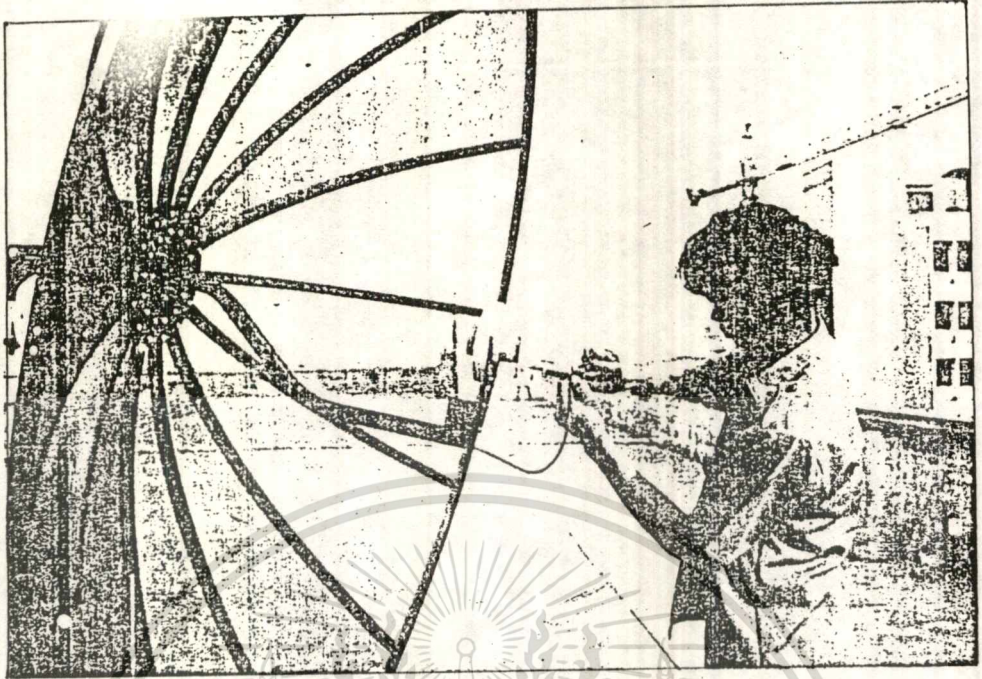
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



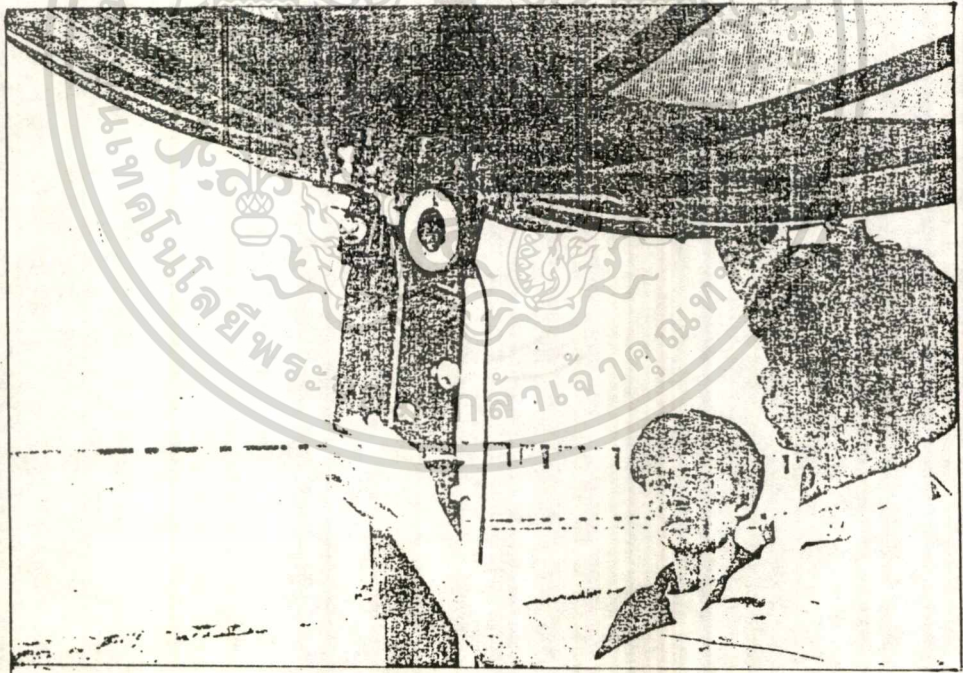
รูปที่ 4.20 ใส่ว LNB ให้เอียงประมาณ 11 นาฬิกาหันหน้างาน



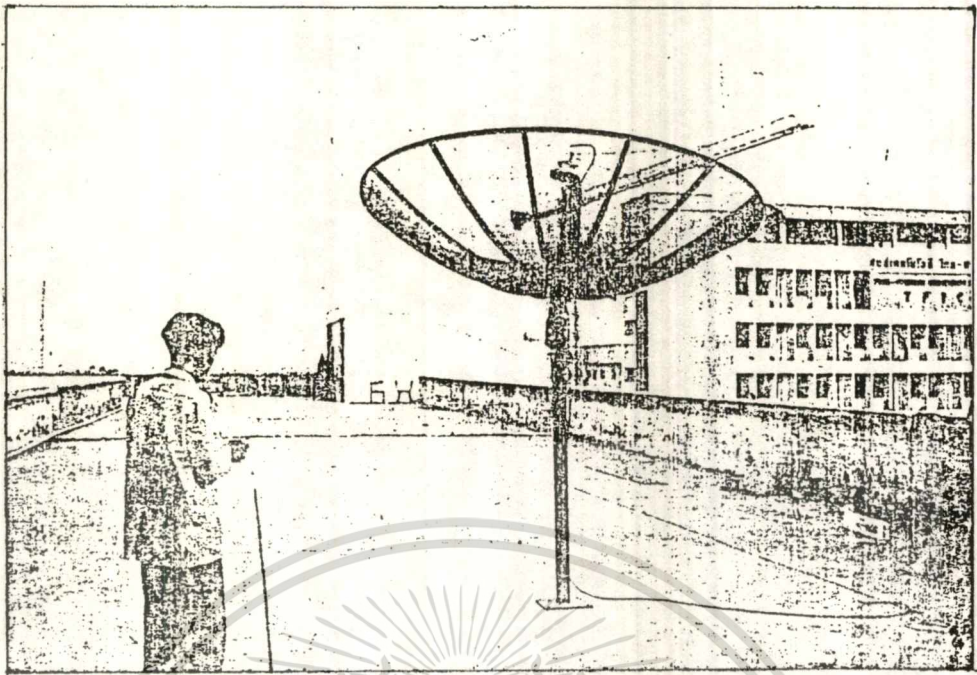
รูปที่ 4.21 ยกงานขึ้นเสาโดยหันหน้างานไปทางทิศใต้



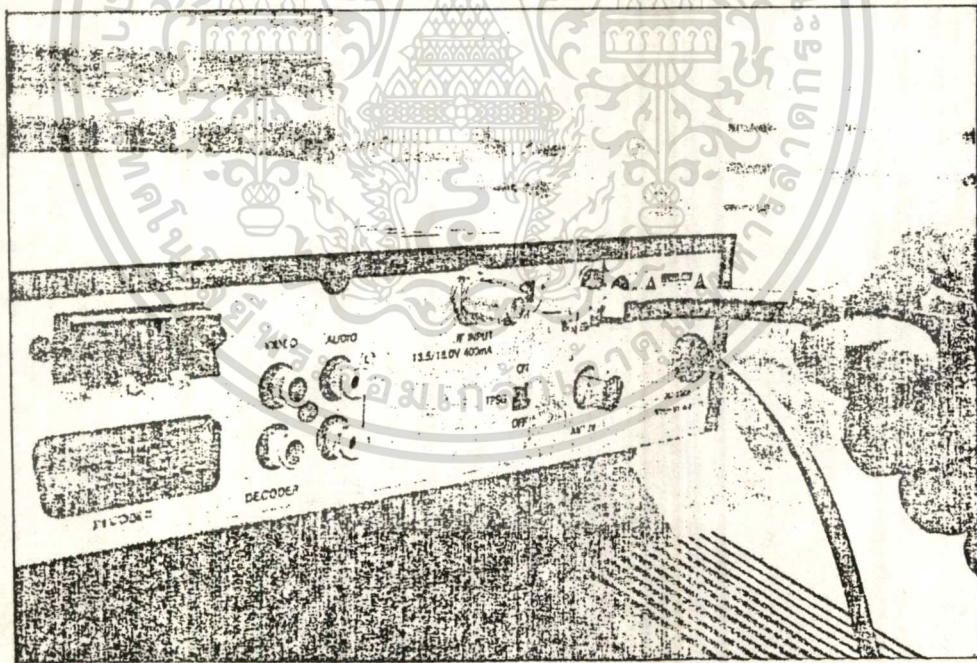
รูปที่ 4.22 ต่อสายจากจุดออกสัญญาณของ LNB ด้วยขั้วต่อแบบ F-TYPE



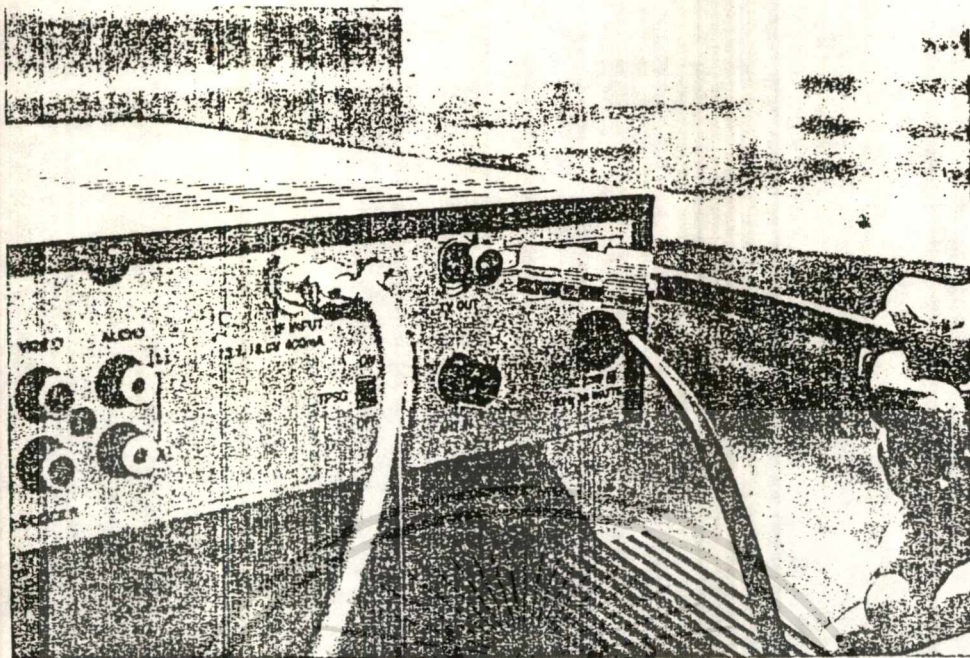
รูปที่ 4.23 ตั้งมุมเงยของจาน 17 องศา รัศมีสัญญาณดาวเทียม ASIASAT



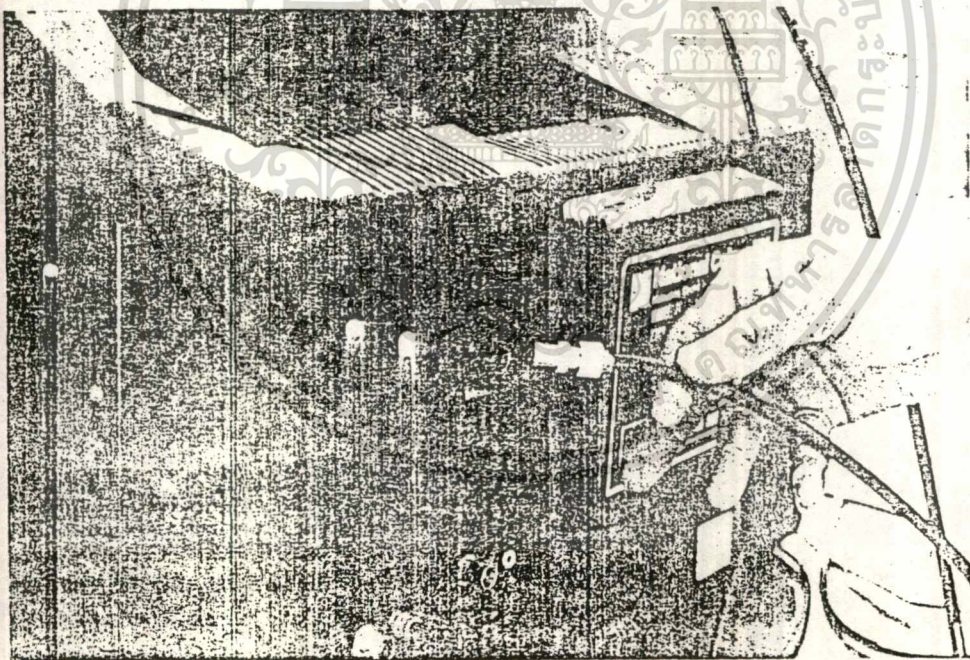
รูปที่ 4.24 หน้หน้างานไปทางทิศใต้ ตั้งมุมสายให้หน้างานหัน 159 องศา



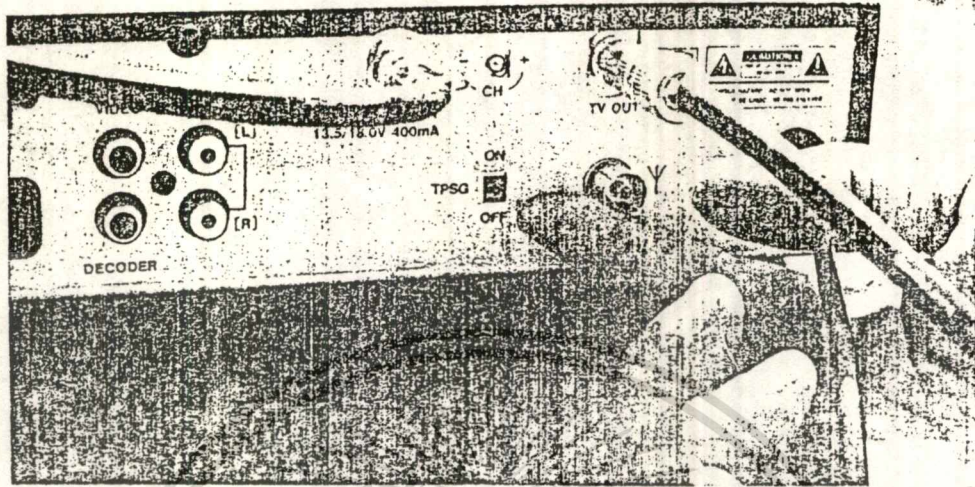
รูปที่ 4.25 ต่อสายสัญญาณที่มาจาก LNB มาเข้าเครื่องรับที่เขียนว่า LNB (IF INPUT)



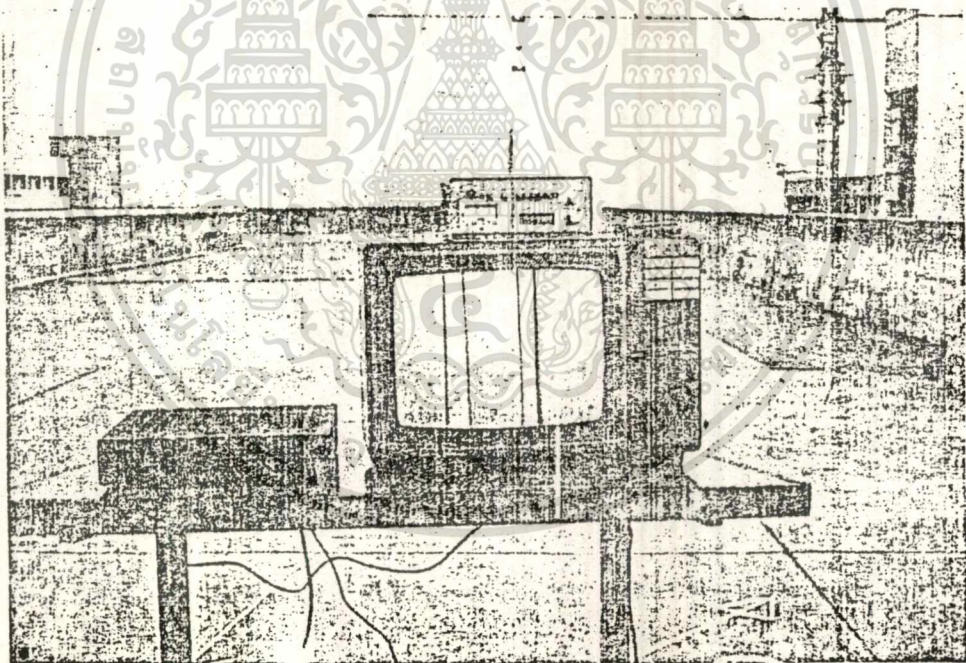
รูปที่ 4.26 ต่อสายสัญญาณ RF.OUT ที่เขียนว่า TO TV ไปเข้าจุดต่อสายอากาศทีวี



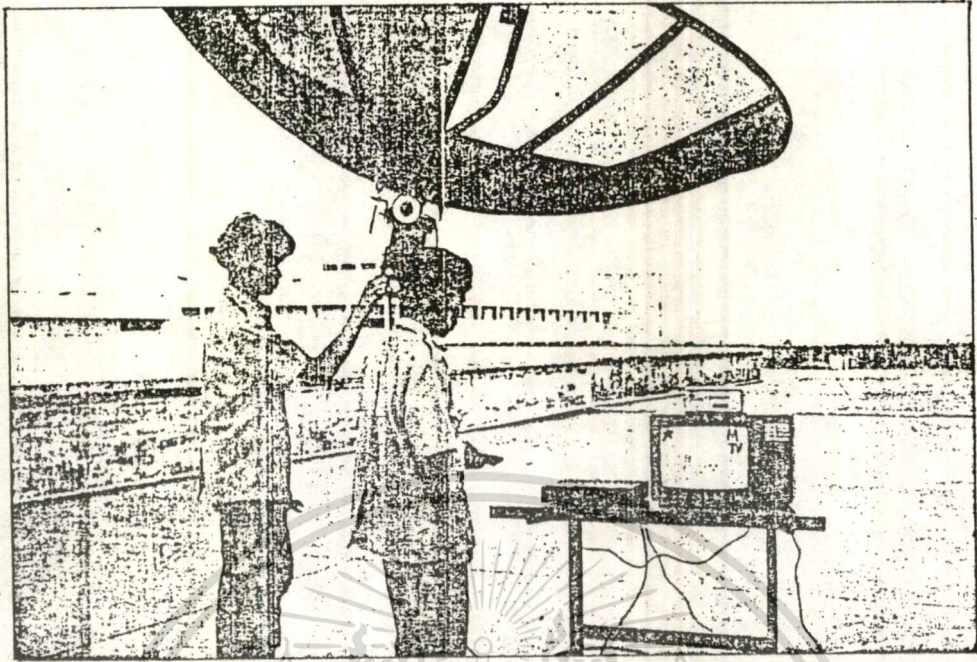
รูปที่ 4.27 ต่อสายสัญญาณจากเครื่องรับมาเข้าจุดต่อสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์



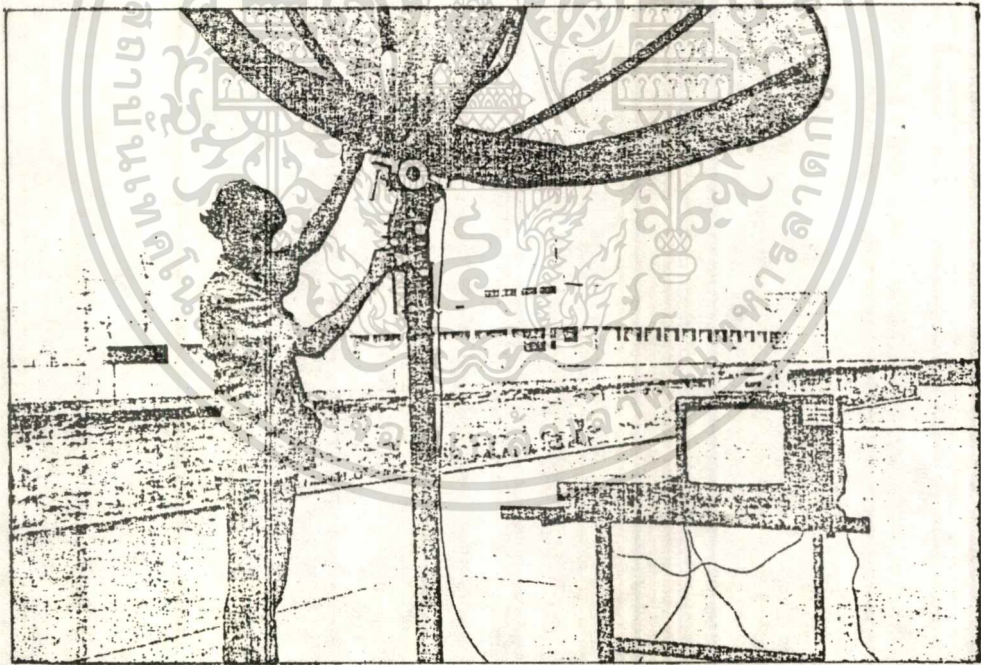
รูปที่ 4.28 เลื่อนสวิทซ์สัญญาณทดสอบที่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมไปที่ตำแหน่ง "ON"



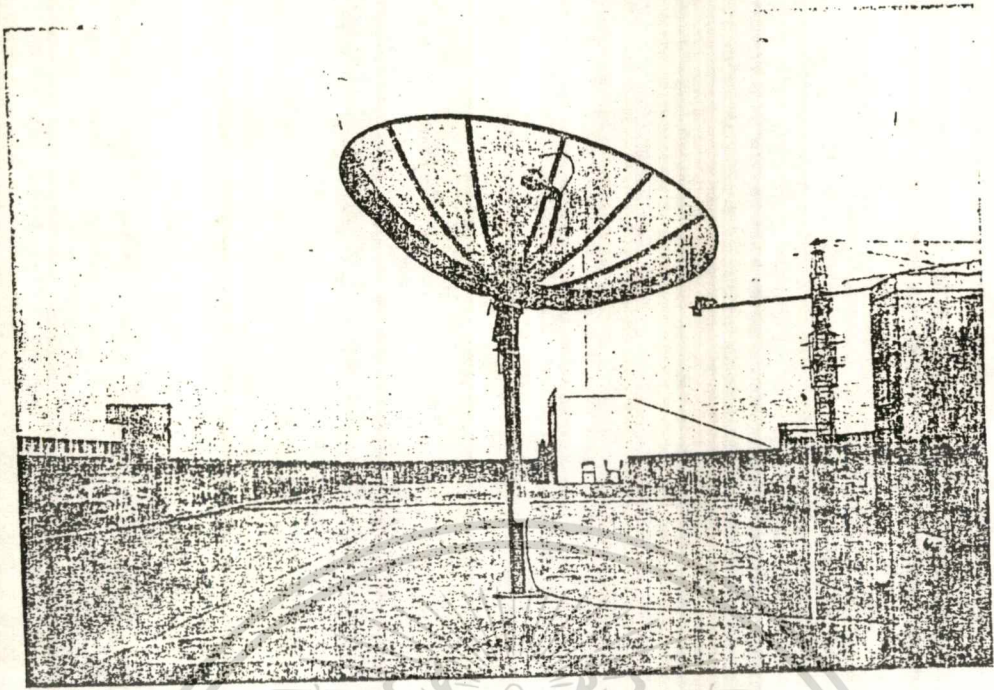
รูปที่ 4.29 จูนทีวี ไปย่านความถี่ UHF ให้ตรงกับความถี่ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม เมื่อจูนความถี่ถูกต้องจะเกิดภาพบาร์ ขาว-ดำ จากนั้น ปิดสวิทซ์ทดสอบหลังเครื่องรับ



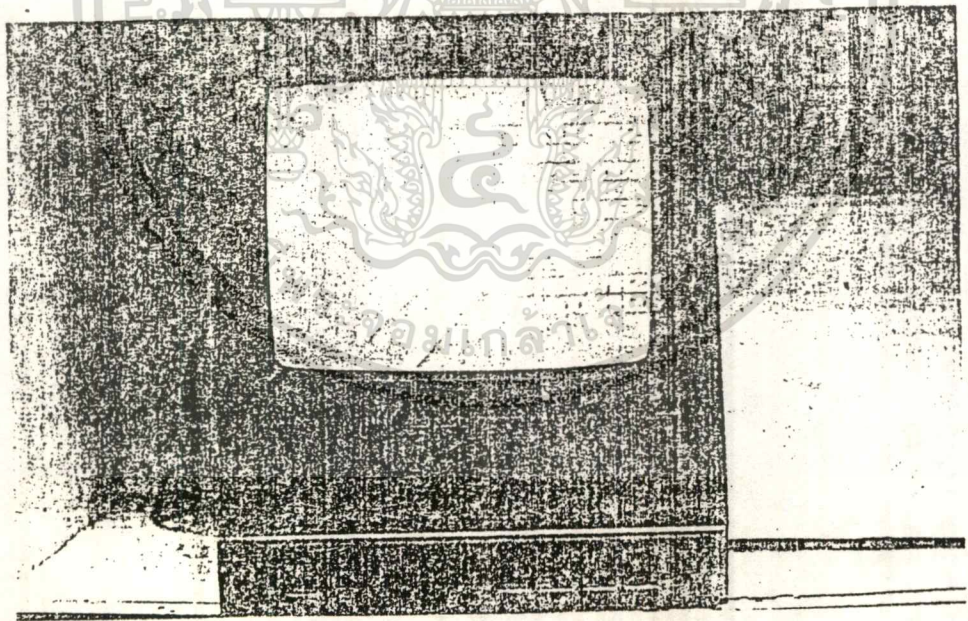
รูปที่ 4.30 ตั้งโปรแกรมรายการต่าง ๆ ด้วยรีโมทคอนโทรลให้ครบทุกช่อง



รูปที่ 4.31 หากสัญญาณภาพไม่มีหรือไม่ชัดให้ทำการปรับแต่งด้วยการขยับจานสายไปมา หรือก้มเงยจาน จนภาพชัดเจนที่สุดแล้วล็อกน๊อตให้แน่นทุกจุด



รูปที่ 4.32 เดินสายสัญญาณมายังเครื่องรับภายในบ้านตรวจสอบการรับสัญญาณอีกครั้ง
ก็เป็นอันเสร็จวิธี การติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียมแบบคงที่



ผลการทดลอง

เมื่อทำงานรับดาวเทียมเสร็จตามผลที่ได้จากการคำนวณ นำมาทำการต่อกับเครื่อง รับสัญญาณดาวเทียม ภาพที่ได้ออกมาไม่สามารถรับได้ตามที่คิดมีแต่เสียงและภาพลំม จึงได้ทำการเลื่อนฟิลาซอร์ขึ้นลงเมื่อทำการเลื่อนขึ้นสูงจากจุดเดิมภาพที่ได้มีความคมชัดขึ้นกว่าเดิมมาก จึงได้ทำการวัดค่าความสูงระหว่างจุดล่างสุดของพื้นงานกับจุดที่ฟิลาซอร์มีความคมชัดนั้นได้ค่าออกมาเท่ากับ 77 เซนติเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการปรับปรุงโดยการคำนวณใหม่อีกครั้ง นำค่าที่ได้จากการคำนวณใหม่นี้มาทำการปรับเปลี่ยนงานรับสัญญาณดาวเทียม แล้วมาทำการต่องานรับสัญญาณดาวเทียมที่ได้จากปรับเปลี่ยนแล้วเข้ากับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ปรากฏว่าภาพที่ได้ออกมา มีความคมชัดดีขึ้นกว่าครั้งแรก

สรุป

จากผลการทดลองที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ คือ มีราคาถูก อุปกรณ์หาซื้อได้ง่าย ผลิตได้ง่าย ประสิทธิภาพของงานที่ผลิตเทียบเท่ากับงานที่ผลิตจากโรงงาน

บรรณานุกรม

จารุพงศ์ จินาพันธ์ ; มาตรฐานเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมใช้เองกันดีกว่า ; แชนแนลไลท์ ไทยแลนด์ ฉบับที่ 1 (2537) ; 78-90 .

มนต์ชัย กุลกวีวัฒน์ ; อิเล็กทรอนิกส์แฮนด์บุ๊ค (มกราคม - กุมภาพันธ์ 2537) .

มาร์ก ลอง และ เจฟฟรีย์ คีตติง ; โลกของการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ; แปลโดย รังสรรค์ วงศ์สรรค์ . กรุงเทพฯ ฯ ; สำนักพิมพ์นิตยสารซีทีว , 2536 .

สมพร พิระโรจนพงษ์ และ สมนึก ธัญญาวินิชกุล ; เทคโนโลยีการสื่อสาร เทคนิคการติดตั้งงานรับดาวเทียม ; บริษัท โพลีเทคนิค เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด .

สมชาย วิลาวรรณ ; การสื่อสารดาวเทียม ; แผนก อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี .

จิรศักดิ์ อินทร์ประสิทธิ์ , วีระ ปานลักษณ์ , ศิริชัย ปิ่นประชา ; เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ; วิทยานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . ปีการศึกษา 2537 .