

## ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดาวเทียมสื่อสาร

### 1.1 ประวัติความเป็นมาของดาวเทียม

**ดาวเทียม** เป็นวิวัฒนาการที่มนุษย์ที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้ประโยชน์ในด้านการทหาร และได้พัฒนามาใช้ทางด้านการพยากรณ์อากาศ การค้นหาทรัพยากรธรณีและการสื่อสารที่จะกล่าวถึงในที่นี้คือ ดาวเทียมสื่อสาร ที่ใช้ในกิจการระบบโทรศัพท์ ( DTH : DIREC TO HOME )

**ดาวเทียมสื่อสาร** ดาวเทียมสื่อสารนั้น จะถูกส่งขึ้นไปในช่วงของอวกาศ เข้าสู่วงโคจรโดยมีความห่างจากพื้นโลกโดยประมาณ **35,786 KM.** ซึ่งความสูงในในระดับนี้จะเป็นผลทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างโลก และดาวเทียม ในขณะที่โลกหมุนก็จะส่งแรงเหวี่ยง ทำให้ดาวเทียมเกิดการโคจรรอบโลกตามการหมุนของโลก ซึ่งถ้าเราอยู่บนพื้นโลกก็จะเห็นดาวเทียมอยู่กับที่ ดาวเทียมสื่อสารที่ส่งขึ้นไปครั้งแรกเมื่อปี 2508 โดยองค์การโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ( **INTERNATIONAL TELLECOMMUNICATIONS SATTELLITE ORGANIZATION** ) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า **INTELSAT** หลังจากนั้น INTELSAT ก็ได้ส่งดาวเทียมในปีต่าง ๆ ต่อไปเรื่อย ๆ ผู้ริเริ่มให้แนวคิดการสื่อสารดาวเทียมคือ “ **อาเธอร์ ซี คลาร์ก** ” ( **Arthur C. Clarke** ) นักเขียนนวนิยายและศาสตราจารย์ผู้มีชื่อเสียงในปลายคริสต์ศตวรรษที่ 20 เขาได้สร้างสรรค์จินตนาการของการสื่อสารดาวเทียมให้เราได้รับรู้ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1945 โดยเขียนบทความเรื่อง “ **EXTRA TERRESTRIAL RELAYS** ” ในนิตยสาร “ **WIRELESS WORLD** ” ฉบับเดือนตุลาคมปี ค.ศ. 1945 ซึ่งบทความนั้นได้กล่าวถึง การเชื่อมระบบสัญญาณวิทยุจากมุมโลกหนึ่งไปยังอีกมุมโลกหนึ่งให้ติดต่อสื่อสารกันได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยใช้สถานีถ่ายทอดวิทยุที่ลอยอยู่ในอวกาศเหนือพื้นโลกขึ้นไปประมาณ **35,786 กิโลเมตร** จำนวน 3 สถานี ในวันที่ 4 ตุลาคม ค.ศ. 1957 ข้อคิดในบทความของ **อาเธอร์ ซี คลาร์ก** เริ่มเป็นจริงขึ้นมา เมื่อสหภาพโซเวียตรัสเซียได้ส่งดาวเทียม “ **สปุตนิก 1** ” ( **SPUTNIK 1** ) ซึ่งเป็นดาวเทียมดวงแรกของโลกที่ขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จและในเดือนต่อมาได้ส่ง “ **สปุตนิก 2** ” ดาวเทียมดวงที่ 2 ขึ้นสู่อวกาศโดยมีสุนัขชื่อ “ **ไลก้า** ” ( **LAIKA** ) ขึ้นไปด้วย และในปีถัดมา เมื่อวันที่ 31 มกราคม 1958 สหรัฐอเมริกาก็ส่งดาวเทียมชื่อ “ **เอ็กซ์พลอเรอร์ 1** ” ( **EXPLORER 1** ) ขึ้นสู่อวกาศสำเร็จเป็นประเทศที่ 2 หลังจากนั้นมาทั้งรัสเซีย และสหรัฐอเมริกา ต่างก็ส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศอีกหลายดวง แต่ดาวเทียมเหล่านั้นเป็นดาวเทียมเพื่อการสำรวจอวกาศทั้งสิ้น ต่อมาเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม ค.ศ. 1958 สหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียมเพื่อการสื่อสารดวงแรก มีชื่อว่า “ **สกอร์** ” ( **SCORE** ) ขึ้นสู่อวกาศ และได้บันทึกสัญญาณที่เป็นคำกล่าวอวยพร ของประธานาธิบดี “ **ไอเซนฮาวร์** ” เนื่องในเทศกาลคริสต์มาสจากสถานีภาคพื้นดิน แล้วถ่ายทอดสัญญาณมาสู่ชาวโลกนับเป็นการส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงจากดาวเทียมมายังพื้นโลกได้เป็นครั้งแรก

เมื่อในวันที่ 20 สิงหาคม ค.ศ. 1964 ประเทศสมาชิกสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ( **ITU** ) จำนวน 11 ประเทศร่วมกันจัดตั้งองค์การโทรคมนาคมทางดาวเทียมระหว่างประเทศหรือที่เรียกว่า “ **อินเทลแซท** ” ( **INTELSAT : INTERNATIONAL TELLECOMMUNICATIONS SATTELLITE ORGANIZATION** ) ขึ้นที่กรุงวอชิงตัน ดี.ซี. สหรัฐอเมริกา โดยให้ประเทศสมาชิกเข้าถือหุ้นดำเนินการใช้ดาวเทียมเพื่อกิจการโทรคมนาคมพาณิชย์แห่งโลก **INTELSAT** ตั้งคณะกรรมการ **INTERIM COMMUNICATIONS SATTELLITE**

COMMITTEE ( ICSC ) เป็นผู้จัดการในธุรกิจต่าง ๆ ตามนโยบายของ ICSC ได้แก่ การจัดสร้างดาวเทียมการปล่อยดาวเทียมการกำหนดมาตรฐานสถานีภาคพื้นดินการกำหนดค่าเช่าใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม เป็นต้น

ในวันที่ 10 ตุลาคม ค.ศ. 1964 ได้มีการถ่ายทอดโทรทัศน์พิธีเปิดงานกีฬาโอลิมปิกครั้งที่ 18 จากกรุงโตเกียว ผ่านดาวเทียม “ SYNCOM III ” ไปสหรัฐอเมริกา นับได้ว่าเป็นการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมครั้งแรกของโลก

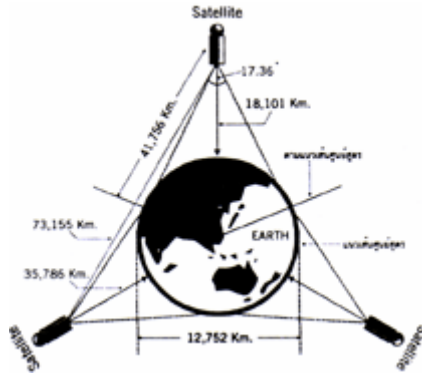
ในวันที่ 6 เมษายน ค.ศ. 1965 COMSAT ส่งดาวเทียม “ TELSAT 1 ” ที่รู้จักกันในชื่อว่า EARLY BIRD ส่งขึ้นไปเหนือมหาสมุทรแอตแลนติกนับได้ว่าเป็นดาวเทียมเพื่อการสื่อสารเพื่อการพาณิชย์ดวงแรกของโลกในระยะหลังมีหลายประเทศที่มีดาวเทียมเป็นของตัวเอง ( DOMSAT ) เพื่อใช้ในการสื่อสารภายในประเทศ เช่น PALAPA ของอินโดนีเซีย SAKURA ของญี่ปุ่น COMSTAR ของอเมริกา THAICOM ของประเทศไทย แต่การสื่อสารระหว่างประเทศยังใช้ดาวเทียม INTELSAT เป็นหลักในการสื่อสารอยู่ขอบข่ายของระบบการสื่อสารโดยผ่านดาวเทียม สามารถครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกโดยใช้ดาวเทียม 3 ดวง ยิ่งขึ้นไปในโคจรอยู่นือเส้นศูนย์สูตร จากพื้นผิวโลกโดยมีระยะทางประมาณ 35,786 กม. ในตำแหน่งที่ทำมุมซึ่งกันและกัน 120 องศา โดยการโคจรพร้อมไปกับโลก ด้วยความเร็วเท่ากับเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง ( SYNCHRONOUS ORBIT ) ดังนั้นตำแหน่งดาวเทียมจะคงที่ตลอดเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับโลกโดยกำหนดให้

ดาวเทียมดวงที่ 1 โคจรอยู่นือ มหาสมุทรแอตแลนติกที่จุดเส้นรุ้งที่ 335 องศา ใช้ติดต่อระหว่างทวีปยุโรป แอฟริกา และอเมริกา ได้แก่ดาวเทียม INTELSAT V ( F – 10 )

ดาวเทียมดวงที่ 2 โคจรอยู่นือ มหาสมุทรแปซิฟิก ที่จุดเส้นรุ้งที่ 174 องศา ใช้ติดต่อระหว่างทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย และอเมริกา ได้แก่ดาวเทียม INTELSAT V ( F – 3 )

ดาวเทียมดวงที่ 3 ได้โคจรอยู่นือ มหาสมุทรอินเดีย ที่จุดเส้นรุ้งที่ 60 องศา ใช้ติดต่อในระหว่างทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย และอเมริกา ได้แก่ ดาวเทียม INTELSAT V - A ( F – 15 )

นอกจากนั้นเหนือมหาสมุทรแต่ละด้าน ยังมีดาวเทียมสำรองอีก 1 - 2 ดวงไว้สำหรับในกรณีในกรณีที่ดาวเทียมดวงหลักเกิดขัดข้องไม่สามารถใช้งานตามปกติได้ในระบบสื่อสารดาวเทียม จะต้องมียุติยานกมนาคภาคพื้นดินตั้งตามจุดต่าง ๆ ตามพื้นโลก เพื่อเป็นสถานีรับส่งสัญญาณระหว่างพื้นโลกกับดาวเทียมโดยจะอยู่ห่างกันอย่างมากที่สุดเท่ากับ 12,000 กม. หรือ ประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นโลก โดยสถานีภาคพื้นดินจะติดต่อสถานีอีกแห่งจะต้องแลเห็นดาวเทียมดวงเดียวกัน ไม่ต่ำกว่ามุมเงย 5 องศา



รูปที่ 1.1 ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม

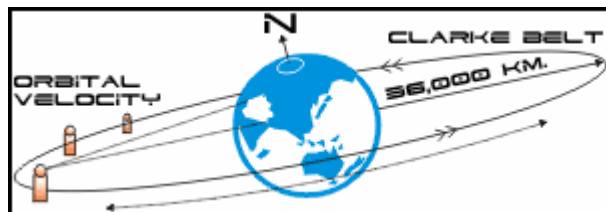
## 1.2 ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม

ดาวเทียมที่ใช้กันอยู่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีด้วยกัน 2 ชนิดคือ จำแนกตามวงโคจรที่ที่มันโคจรอยู่ดังนี้

1. ดาวเทียมที่อยู่ในวงโคจรทั่วไป มีวงโคจรเป็นรูปวงรีมีระนาบที่แน่นอน ตำแหน่งดาวเทียมเมื่อเทียบกับโลกก็ไม่แน่นอน มักใช้งานในด้านการสำรวจภูมิอากาศ ภูมิประเทศ แหล่งทรัพยากรธรณี และงานจารกรรมทางทหาร

2. ดาวเทียมค้างฟ้า ( GEOSTATIONARY SATELLITE ) เป็นดาวเทียมที่อยู่กับที่เมื่อเทียบกับโลกมีวงโคจรอยู่ในระนาบเดียวกันกับเส้นศูนย์สูตร อยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,786 กม. วงโคจรพิเศษนี้เรียกว่า “ วงโคจรค้างฟ้า ” หรือ “ วงโคจรคลาร์ก ” เพื่อเป็นเกียรติแก่นาย Arthur C. Clarke ผู้ค้นพบวงโคจรนี้ วงจรคลาร์กเป็นวงโคจรจรในระนาบเส้นสูงศูนย์สูตร ( EQUATOR ) ที่มีความสูงเป็นระยะที่ทำให้ดาวเทียมที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุม เท่ากันกับการหมุนของโลก แล้วทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมีค่าพอดีกับค่าแรงดึงดูดของโลกพอดีเป็นผลให้ดาวเทียมดูเหมือนคงอยู่กับที่ ณ. ระดับความสูงนี้ ดาวเทียมค้างฟ้าส่วนใหญ่ใช้ในการสื่อสารระหว่างประเทศและภายในประเทศ เช่น ดาวเทียมอนุกรม อินเทลแซต ดาวเทียมปาลาปา ของประเทศอินโดนีเซีย และ ดาวเทียมไทยคม ของประเทศไทย

ปัจจุบันมีดาวเทียมค้างฟ้าเป็นร้อย ๆ ดวงที่ปรากฏอยู่ในวงโคจรคลาร์ก

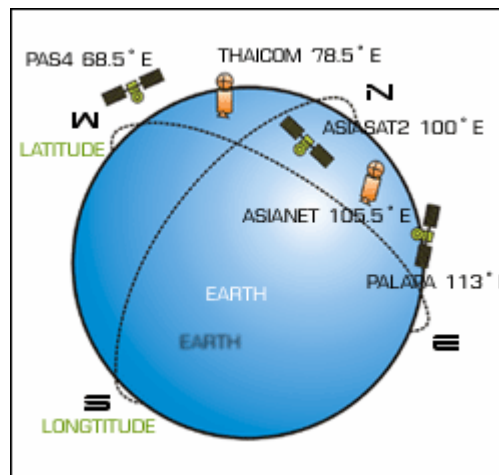


รูปที่ 1.2 วงโคจรของดาวเทียม

### 1.3 ประเภทของดาวเทียม

**ดาวเทียม** คือ วัตถุที่เกิดจากการประดิษฐ์คิดค้นโดยมันสมองของมนุษย์ซึ่งมันสามารถจะลอยอยู่ในอวกาศและโคจรรอบโลก หรือเคลื่อนไปยังจุดหมายปลายทางที่มนุษย์ต้องการได้ โดยอาศัยกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่นแรงดึงดูดของโลก ซึ่งทำให้ดาวเทียมสามารถโคจรรอบโลกได้ในลักษณะเดียวกันกับที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดาวเทียมมีมากมายหลายประเภท และสามารถแบ่งประเภทการใช้งานได้ **11 ประเภท** ดังนี้

1. ดาวเทียมที่ใช้ในการสื่อสารแบบจุดต่อจุด เช่น ดาวเทียม **ปาလာปา** ดาวเทียม **ไทยคม**
2. ดาวเทียมสื่อสารระหว่างดาวเทียม เช่น ดาวเทียม **TDRS**
3. ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารเคลื่อนที่บนบก ในน้ำ และในอากาศ เช่น ดาวเทียม **อินมาร์แซต**
4. ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารวิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรศัพท์ เช่น ดาวเทียม **ASTRA**
5. ดาวเทียมเพื่อการสำรวจโลก สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ดาวเทียม **LANDSAT**
6. ดาวเทียมเพื่อการสำรวจอวกาศ เช่น ดาวเทียม **METEOR**, ดาวเทียม **EXPLORER**
7. ดาวเทียมเพื่อการพยากรณ์อากาศ เช่น ดาวเทียม **GMS** ดาวเทียม **NOVA 6-9**
8. ดาวเทียมเพื่อการปฏิบัติในห้วงอวกาศ เช่น ดาวเทียม **SPAS** ดาวเทียม **SKYLAB**
9. ดาวเทียมเพื่อกิจการวิทยุสมัครเล่น เช่น ดาวเทียม **JAS-1** หรือ ดาวเทียม **FUJI**
10. ดาวเทียมเพื่อกำหนดตำแหน่ง เช่น ดาวเทียม **NAVSTAR**
11. ดาวเทียมเพื่อการนำร่องเรือ และ อากาศยาน เช่นดาวเทียม **TRANSIT** ดาวเทียม **COSMOS**

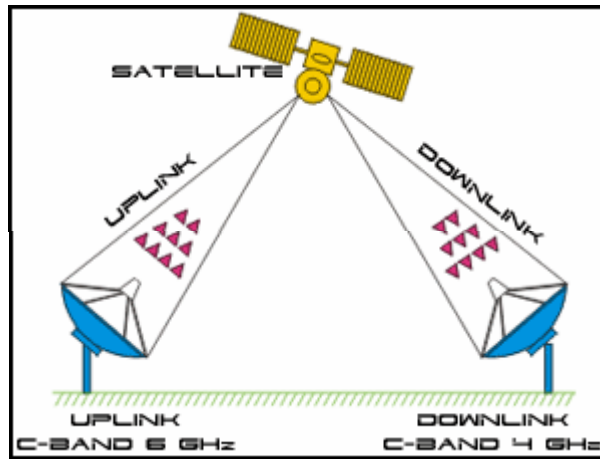


รูปที่ 1.3 ตัวอย่างวงโคจรของดาวเทียม

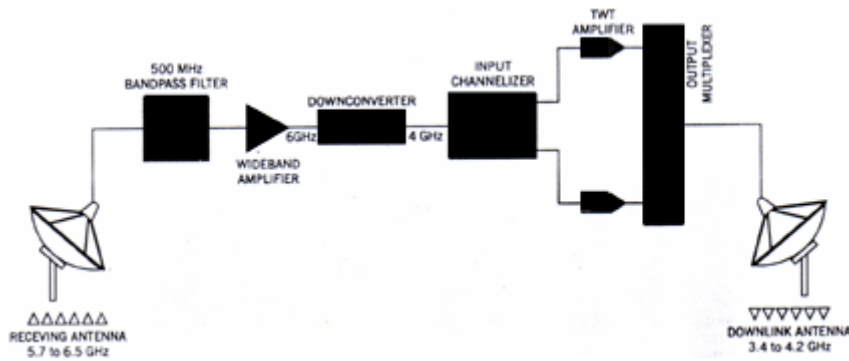
### 1.4 ย่านความถี่ในการส่งสัญญาณ

ดาวเทียมที่ใช้ในการสื่อสารจะมีอุปกรณ์การรับ - ส่งคลื่นวิทยุ ภายในตัวดาวเทียม และอาศัยทำหน้าที่ถ่ายทอดทวนสัญญาณ ( **REPEATER** ) ไปยังสถานีภาคพื้นดินที่ส่งสัญญาณ และรับสัญญาณการส่งสัญญาณ

ความถี่คลื่นไมโครเวฟจากสถานีภาคพื้นดินที่ส่งสัญญาณขาขึ้น เราเรียก “ ว่าการเชื่อมโยงขาขึ้น ” ( Up-link ) ซึ่งงานรับสัญญาณบนดาวเทียม จะรับคลื่นสัญญาณข้อมูลภาพ, เสียง, คอมพิวเตอร์ไว้แล้ว ขยายให้มีความแรงของสัญญาณมากขึ้น แล้วจึงส่งลงมายังสถานีภาคพื้นดินตามต้องการ ซึ่งการส่งสัญญาณจากดาวเทียมลงมายังสถานีภาคพื้นดินเรียกว่า “ การเชื่อมโยงขาลง ” ( Down - link ) โดยความถี่คลื่นไมโครเวฟขาขึ้นจะแตกต่างกับความถี่ขาลงซึ่งเป็นไปตามหลักของระบบการถ่ายทอดความถี่ และหลักการรบกวนของสัญญาณ โดยความถี่ขาขึ้นจะสูงกว่าความถี่ขาลงจากดาวเทียมเสมอ ซึ่งการส่งจะยากกว่าการรับสัญญาณ



รูปที่ 1.4 การถ่ายทอดทวนสัญญาณจากดาวเทียม



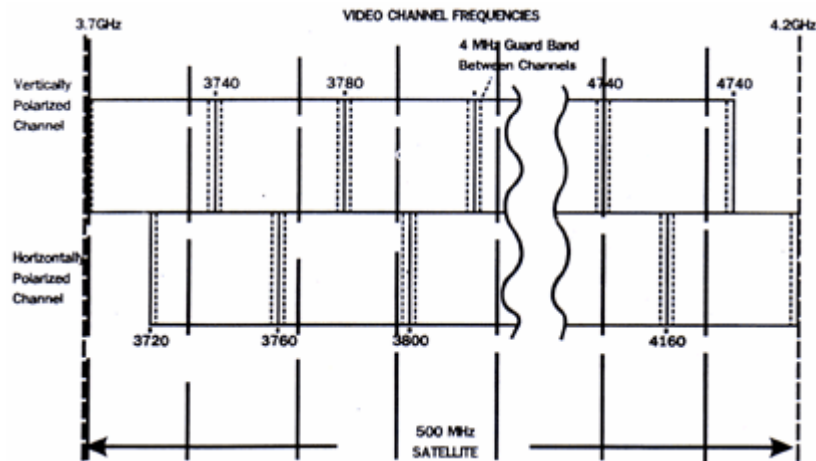
รูปที่ 1.5 แผนผังการส่งและรับสัญญาณดาวเทียม

### 1.5 อุปกรณ์รับ – ส่ง สถานีดาวเทียมสำคัญประกอบด้วย

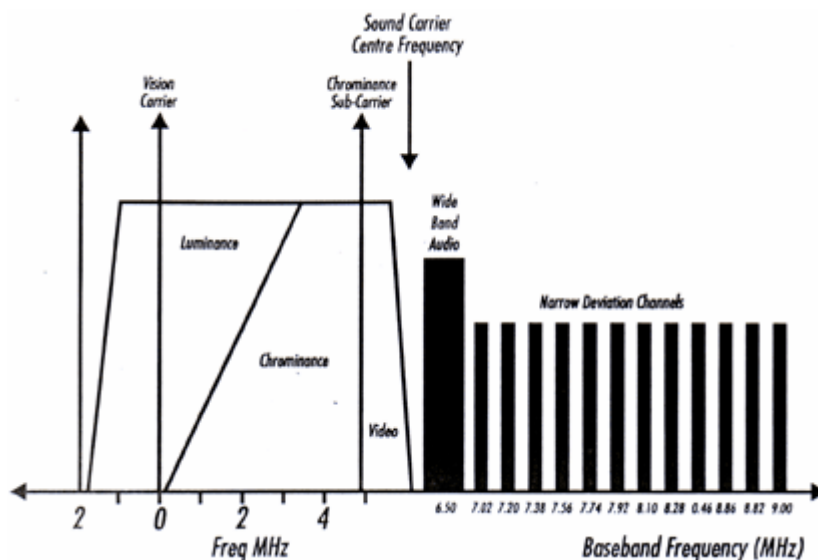
1. **จานสายอากาศ** ทำหน้าที่แพร่กระจายสัญญาณหรือรับสัญญาณดาวเทียม
2. **อุปกรณ์เครื่องส่งกำลังสูง (HPA)** ทำหน้าที่ขยายสัญญาณความถี่สูงส่งไปยังดาวเทียม
3. **LNA** อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่มีอัตราการขยายสูง และมีสัญญาณรบกวนต่ำ

**1.6 ทรานสปอนเดอร์ (TRANSPONDER)** คือช่องสัญญาณรับส่งบนดาวเทียมซึ่งรับสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินแล้วขยายสัญญาณให้แรงขึ้น และส่งกลับมายังสถานีรับบนพื้นโลก โดยใช้ความถี่ขาขึ้น ( Up - link ) และความถี่ขาลง ( Down - link ) แตกต่างกันในหนึ่งช่องสัญญาณภาพจะมีความกว้างของช่องคลื่น (BANDWIDTH) 40 MHz ต่อ 1 ทรานสปอนเดอร์

ทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมจะมี 2 แนว คือ “ V ( VERTICAL ) ” และ “ H ( HORIZONTAL ) ”



รูปที่ 1.6 ช่องสัญญาณภาพดาวเทียม



รูปที่ 1.7 รูปความกว้างของช่องคลื่นสัญญาณภาพและเสียง

คลื่นแม่เหล็กที่สามารถทะลุชั้นบรรยากาศไอโนสเฟียร์ได้ดีก็คือ “ ย่านความถี่ไมโครเวฟ ” แต่ทว่าย่านความถี่ไมโครเวฟมีหลายช่อง จึงต้องพิจารณาถึงสมบัติการดูดกลืนของบรรยากาศ และการลดทอนกำลังของ

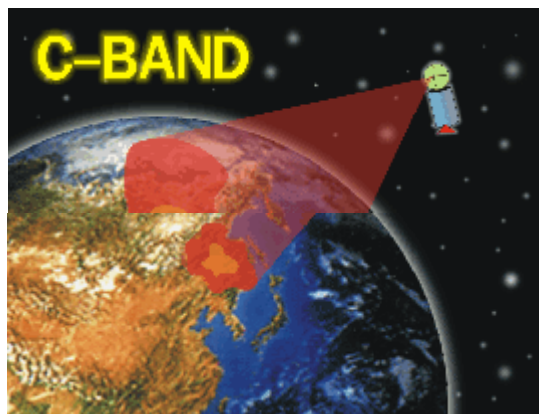
สัญญาณ เนื่องจากระยะทางโดยแถบความถี่ที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในการสื่อสารด้านโทรทัศน์ คือ แถบความถี่ C - BAND และ KU - BAND

### 1.7 ระบบการส่งสัญญาณมี 2 แบบ

**1. แบบ C - BAND** จะส่งคลื่นความถี่กลับมายังโลก อยู่ในช่วงความถี่ 3.4 – 4.2 GHz แบบนี้จะมีฟุต ปริ้นท์กว้างสามารถส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ได้หลายประเทศ

**ข้อดี :** การใช้ดาวเทียมประเภทนี้ เหมาะที่จะใช้ในประเทศที่ใหญ่ ๆ เพราะส่งดาวเทียมดวงเดียว ก็สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ทั่วประเทศ เช่น สหรัฐ, รัสเซีย, จีน, อินโดนีเซีย

**ข้อเสีย :** เนื่องจากส่งครอบคลุมพื้นที่กว้างๆ ความเข้มของสัญญาณจะต่ำ จึงต้องใช้จาน 4 - 10 ฟุต ขนาดใหญ่รับสัญญาณภาพจึงจะชัด

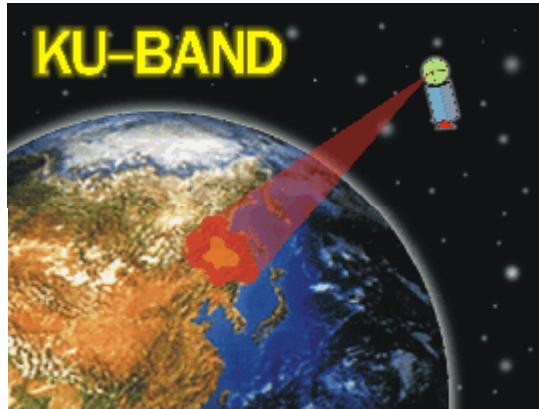


รูปที่ 1.8 รูปดาวเทียมแบบ C-BAND จะครอบคลุมพื้นที่กว้าง

**2. แบบ KU - BAND** ส่งความถี่ 10 - 12 GHz สูงกว่าความถี่ C - BAND ส่งสัญญาณที่จะครอบคลุมพื้นที่ได้น้อย จึงเหมาะสำหรับการส่งสัญญาณเฉพาะภายในประเทศ เป็นที่นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในยุโรป และประเทศญี่ปุ่น

**ข้อดี :** ความเข้มของสัญญาณสูงมากใช้จานขนาดเล็กๆ 80 – 120 เซนติเมตรก็สามารถรับสัญญาณได้แล้ว เหมาะสำหรับการส่งสัญญาณภายในประเทศ เช่น สัญญาณ CABLE TV ผ่านดาวเทียม DBS ( Direct Broadcast Satellite ) ความถี่ 11.7 –12.5 GHz ในระบบ

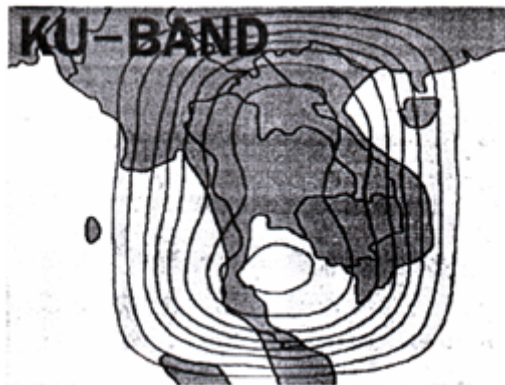
**ข้อเสีย :** ฟุตปริ้นท์ระบบ KU - BAND จะแคบส่งเฉพาะจุดที่ต้องการครอบคลุมพื้นที่ได้น้อยทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง ปัญหาในการรับสัญญาณภาพเวลาเกิดฝนตกภาพไม่มี สาเหตุเนื่องมาจากความถี่ของ KU - BAND จะสูงมาก เมื่อผ่านเมฆฝน



รูปที่ 1.9 รูปดาวเทียมแบบ KU-BAND พื้นที่แคบแต่ความเข้มของสัญญาณสูงมาก

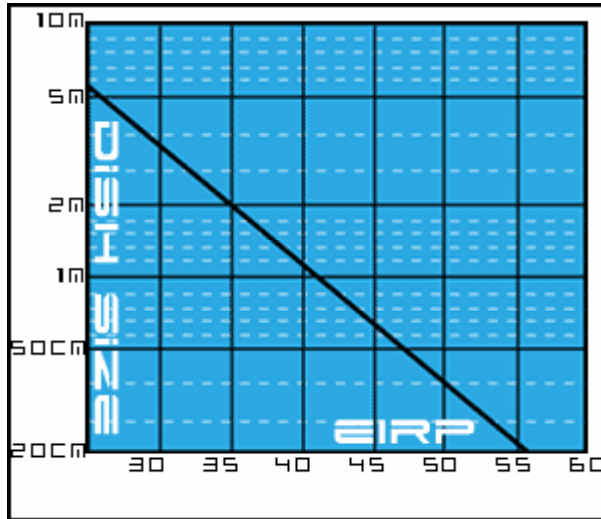
### 1.8 ฟุตพริ้นท์ (FOOTPRINT)

ฟุตพริ้นท์ ถ้าแปลตรง ๆ แปลว่า “ รอยเท้า ” แต่ความหมายของระบบ ดาวเทียมมีความหมายว่า “ ของเขตของบริเวณที่สัญญาณดาวเทียมครอบคลุมถึง ”



รูปที่ 10 รูปของขอบเขตของบริเวณที่สัญญาณดาวเทียมครอบคลุมถึง ( FOOTPRINT )

ฟุตพริ้นท์ จะมีเส้น เป็นวงในสุดจะมีความเข้มของสัญญาณ (Effective Isotropic Radiated Power ) สูงที่สุด หมายความว่าถ้าใช้งานรับสัญญาณดาวเทียม งานที่ใช้ก็มีขนาดเล็ก สัญญาณจะอ่อนลงตามลำดับ ในชั้นที่ 2 - 3 และ 4 ซึ่งขนาดของงานรับสัญญาณก็ต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นตามไปด้วย ดาวเทียมแต่ละดวงนั้นจะมีพื้นที่ครอบคลุมแตกต่างกันไป



รูปที่ 11 แสดงกราฟทางแนวตั้งบอกขนาดของดาวเทียม

กราฟทางแนวตั้งบอกขนาดของดาวเทียม มีหน่วยเป็นเมตร กราฟทางแนวนอน EIRP ( EFFECTIVE ISOTROPIC RADIATED POWER ) แสดงถึงกำลังส่งสัญญาณของรัศมีจากใจกลาง มีประสิทธิภาพเท่าไรในแต่ละพื้นที่ที่มีหน่วยเป็น dBW ( Decibel Watt ) ถ้าความแรงของสัญญาณมีค่า EIRP 25 dB ขนาดของหน้างานจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 4 เมตร ซึ่งจะทำให้สัญญาณภาพที่รับได้คมชัด แต่ถ้าหากใช้งานที่มีขนาดเล็กกว่านี้ไปรับ ก็สามารถรับได้ แต่สัญญาณที่รับได้จะเป็นเม็ด หรือขีดดำ ๆ ครอบคลุม ( ถ้าเป็นระบบ ANALOGUE ) ดังรูปที่ 1.12



รูปที่ 1.12 แสดงถึงรูปสัญญาณ ระบบ ANALOGUE

ในระบบ ANALOGUE สัญญาณที่รับด้วยงานขนาดไม่เพียงพอ ทำให้ภาพเป็นเม็ด หรือขีดดำ ๆ ขวางทางแนวนอน



### รูปที่ 13 แสดงถึงรูปสัญญาณ ระบบ DIGITAL

แต่ถ้าเป็นระบบ DIGITAL ขนาดของงานไม่เพียงพอ ภาพจะเป็นโมเสครูปสี่เหลี่ยมในบางครั้งรูปและเสียงจะหยุดเป็นช่วง ๆ

การที่มีอาการดังกล่าวข้างต้นทั้งระบบ ANALOGUE และ DIGITAL อาจเกิดขึ้นได้ในกรณีดังนี้

- 1) หน้างานปรับไม่ตรงทิศทาง
- 2) ประสิทธิภาพของงานต่ำไป
- 3) ปรับตำแหน่ง LNB ไม่ถูกต้อง
- 4) จูนความถี่ไม่ตรงหรือค่า SR ไม่ถูกต้อง
- 5) สายนำสัญญาณไม่ดีเป็นต้น

ต่อไปจะกล่าวถึงฟุตพริ้นท์ ( FOOTPRINT ) และค่า EIRP ของดาวเทียมแต่ละดวงขอยกตัวอย่างฟุตพริ้นท์ของดาวเทียม ASIASAT 1 105.5 องศาE ดาวเทียมดวงนี้มีการแบ่งฟุตพริ้นท์ออกเป็น 2 บีม และแยกเป็น 2 ขั้วคือ คลื่น V และ H ขั้วทาง H จะอยู่ทางเหนือ Northern Footprint และขั้ว V จะอยู่ทางใต้ Southern Footprint Northern Footprint จะมีพื้นที่ครอบคลุมถึงเพียงทางด้านเหนือ ( แต่ปัจจุบันพื้นที่ครอบคลุมลงมาทางด้านใต้ ซึ่งสามารถที่จะใช้งานขนาดไม่เกิน 2 เมตรก็รับชัดแล้ว ) ค่าของ EIRP จะอยู่เส้นนอกสุด ประมาณ 28 dB ซึ่งจะต้องใช้งานขนาดใหญ่มาก แต่ในขณะเดียวกัน Sothen Footprint EIRP อยู่กลางของประเทศไทยและอีกด้านอยู่

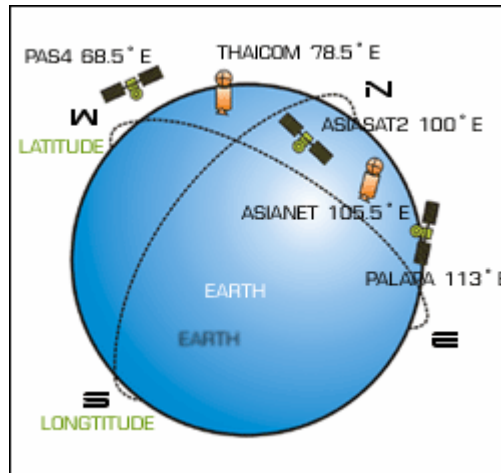
ด้านตะวันออกกลางค่าจึง EIRP เท่ากับ 37 dB ซึ่งถือว่าแรงมากในระบบการส่ง C - BAND งานที่ใช้รับไม่เกิน 1.5 - 2.0 M ก็สามารรถรับได้คมชัดจากที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่า ค่า EIRP ที่ให้มาจะเห็นได้ว่า C - BAND ค่าต่ำสุด 21 - 38 dBW ถ้าค่าต่ำกว่านี้ก็ต้องใช้งานใหญ่ๆไปปรับ เหมือนเมื่อสมัยก่อนที่ช่อง 3 - 9 ไปเช่าดาวเทียม Intelsat ค่า EIRP ที่ครอบคลุมถึงไทยต่ำมาก จึงจำเป็นต้องใช้งานขนาดใหญ่ๆ ส่วนเกณฑ์สูงสุดจะสูงไม่เกิน 40 dBW ซึ่งไม่สามารถที่จะทำได้ เพราะเป็นข้อตกลงระหว่างประเทศ C - BAND ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง

จะทำให้สัญญาณเกิดการรบกวนกันได้ ส่วน KU - BAND ครอบคลุมพื้นที่แคบ ค่า EIRP สูงสุดถึง 55 dBW ซึ่ง

ทำให้จานมีขนาดเล็กลงมาจากที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่าค่าของ **EIRP** นั้นจะเป็นตัวกำหนดความกว้างของหน้าจาน ถ้าค่า **EIRP** สูง 37 - 38 dBW จานจะมีขนาด 1.5 – 2.0 เมตร เท่านั้น

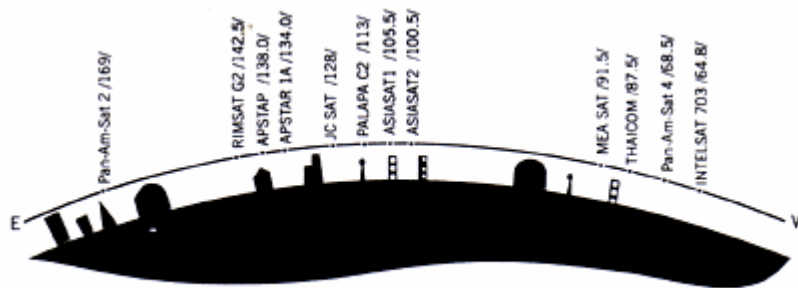
## 2. ตำแหน่งดาวเทียมและพื้นที่ติดตั้ง

### 2.1 ตำแหน่งของดาวเทียม



รูปที่ 14 แสดงตำแหน่งของดาวเทียม

การที่เราจะติดตั้งจานดาวเทียมได้จะต้องรู้ตำแหน่งของดาวเทียมว่าอยู่ตำแหน่งไหน ดาวเทียมทุกดวงจะแขวนอยู่ที่เส้นศูนย์สูตร (เส้นแบ่งระหว่างซีกโลกเหนือและใต้) และดาวเทียมแต่ละดวงจะมีตำแหน่งเป็นของตัวเองโดยใช้เส้นแวง (LONGITUDE) เป็นตัวกำหนดตำแหน่ง ดังนั้นชื่อของดาวเทียมจะมีตัวเลขต่อท้ายด้วยเสมอ เช่น THAICOM 78.5 °E 78.5 หมายถึง เส้นแวงที่ 78.5 °E หมายถึง ซีกโลกด้านตะวันออก



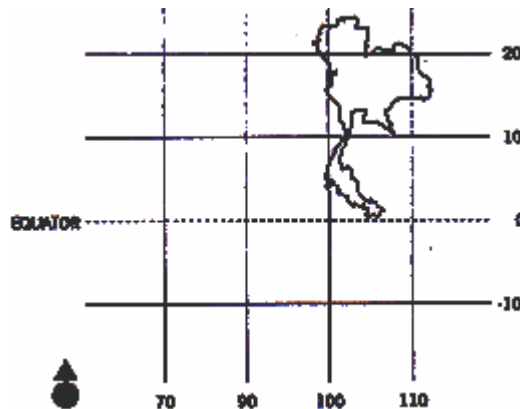
ตรวจสอบดูว่าดาวเทียมที่ต้องการรับอยู่ที่ตำแหน่งเส้นแวงเท่าไร

รูปที่ 15 ตำแหน่งของดาวเทียมตามแนวเส้นแวง

### 2.2 การกำหนดพื้นที่ในการติดตั้ง

เมื่อเรารู้ว่าดาวเทียมทุกดวงอยู่ที่เส้นศูนย์สูตรและประเทศไทยอยู่ซีกโลกทางด้านเหนือ การติดตั้งจานจะต้องหันหน้าจานไปทางทิศใต้ ส่วนจะหันหน้าไปทางทิศตะวันออก หรือตะวันตกนั้นก็ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่

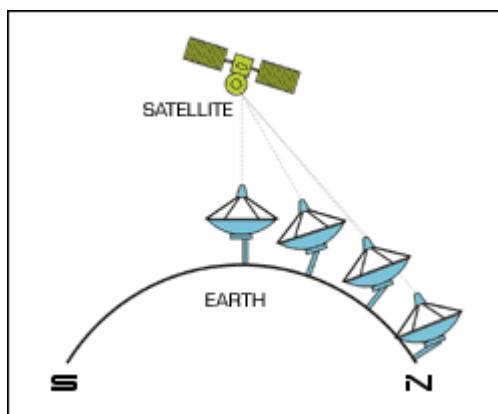
ติดตั้งกับตำแหน่งของดาวเทียมสมมุติว่าเราต้องการติดตั้งจานที่กรุงเทพฯตำแหน่งที่กรุงเทพฯอยู่ที่ 13.5 เส้นแวงที่ 100 ถ้าเราต้องการรับดาวเทียมไทยคมจะต้องหันหน้าจานไปทางขวา (ถ้าเราหันหน้าไปทางทิศใต้) เพราะ



ดาวเทียมไทยคมอยู่ที่เส้นแวง 78.5°E หรือในขณะเดียวกันเราต้องการรับสัญญาณจากดาวเทียม APSTAR 134°E เราจะต้องหันหน้าจานไปทางซ้าย แต่ถ้าเราต้องการรับ ASIA 2 100.5°E เราแทบจะไม่ต้องหมุนจานเลย เพราะตำแหน่งของเส้นแวงอยู่ที่ 100.5 °E ซึ่งตรงพอดี

รูปที่ 16 แสดงตำแหน่งของประเทศไทยตามแนวเส้นรุ้งเส้นแวง

การติดตั้งจานที่จังหวัดนครราชสีมา กับ การติดตั้งจานที่จังหวัดเชียงราย ย่อมที่จะมีมุมก้มเงยที่แตกต่างกัน เพราะว่าที่จังหวัดนครราชสีมาอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร จานก็จะก้มมากกว่ามุมก้มเงยหรือมุมซ้ายขวาในแต่ละตำแหน่ง หรือพื้นที่ก็ยังไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับดาวเทียมกับพื้นที่ตั้งนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการหามุมก้มเงย (ELEVATION)



รูปที่ 16 แสดงถึงมุมก้มเงยของจานรับสัญญาณในพื้นที่ต่างกัน

### 2.3 การคำนวณมุมก้มเงย ( EL ) และ มุมซ้าย ( AZ )

$$EL = \tan^{-1}$$

$$AZ = \tan^{-1}$$

EL = ELEVATION มุมก้มเงย

AZ = AZIMUTH มุมซ้าย

? = LATITUDE เส้นรุ้งของสถานี

? = LONGTITUDE เส้นแวงของดาวเทียมลบด้วยเส้นแวงของสถานี

R = รัศมีของโลก 6,370 ก.ม.

H = ระยะความสูงของดาวเทียม 35,680 ก.ม.

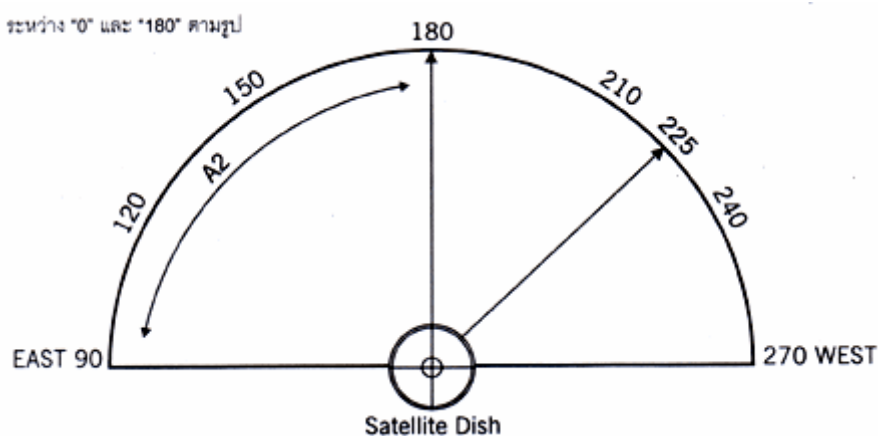


### รูปที่ 17 เข็มทิศมีความสำคัญมากในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม

เข็มทิศมีความสำคัญมากในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม เพื่อที่จะได้กำหนดทิศทางและมุมที่จะหันหน้าจานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้คำนวณไว้

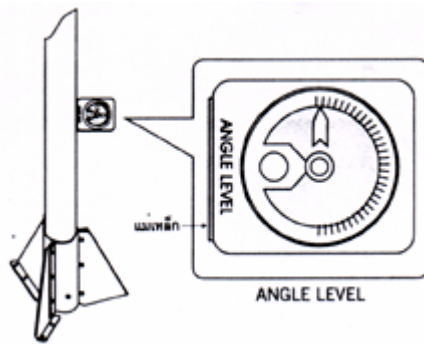
#### 2.4 วิธีการใช้เข็มทิศสำหรับงานติดตั้ง

1. ให้เราจับเข็มทิศโดยการใช้มือซ้ายถือเข็มทิศแล้วหันเลข “0” ให้อยู่ทางด้านตัวเรา ตรงข้ามจะเป็นเลข “180” จากนั้นให้เราหันหน้าไปทางทิศใต้โดยเข็มจะชี้ระหว่างเหนือและใต้ โดยตัวเลขของเข็มทิศที่จะชี้จะต้องข้ามระหว่าง “0” และ “180” ตามรูปที่ 18



รูปที่ 18 การใช้เข็มทิศในการกำหนดทิศทางของหน้าจาน

เมื่อได้ทิศเหนือและได้แน่นอนแล้ว ให้ตีเส้นเหนือได้ลงไปตำแหน่งที่ต้องการติดตั้ง และตีอีกเส้นทำมุม 90° เป็นเส้น “ E ” กับ “ W ” จากนั้นให้ใส่ตัวเลข 90 ไว้ที่ E , 180 ที่ S และ 270 ที่ W ต่อมาให้ตีเส้นเป็นครึ่งวงกลมจาก E และ W ตามรูปที่ 18 การที่ตำแหน่งต่าง ๆ มีตัวเลขกำกับไว้ทำให้ง่ายในการติดตั้งหรือในการหาตำแหน่งของดาวเทียมยกตัวอย่าง เช่น มุม AZ (สาย) ที่คำนวณได้จากสูตรดาวเทียมไทยคม 78.5°E ตำแหน่งที่ติดตั้งกรุงเทพฯ มุม AZ อยู่ที่ 239 หน้างานจะต้องหันไปที่ตำแหน่งนั้นจึงจะรับสัญญาณได้พอดี วิธีการหาตำแหน่ง 239 มีดังนี้ เอา 180 + 270 แล้วหารด้วย 2 = 225 ครั้งหนึ่งระหว่าง 180 และ 270 ก็คือ “225” ให้เราขีดแบ่งทั้ง 2 ให้เท่ากันตามรูป ดังนั้น 239 จะอยู่ก่อนไปทาง 270 เล็กน้อย เมื่อเราติดตั้งก็ให้หันหน้างานไปทางนั้นจะทำให้รับสัญญาณได้โดยไม่หลงทิศส่วนการใช้เข็มทิศสำหรับงาน MOVE นั้นไม่ต้องกำหนดตัวเลขเหมือนการติดตั้งงาน FIX เพราะงาน MOVE จะใช้ทิศได้เป็นหลัก โดยไม่ต้องกำหนดมุม A การใช้เข็มทิศสำหรับผู้เริ่มติดตั้งใหม่ ๆ มีความจำเป็นมากเพราะสูตรที่คำนวณไว้ในหนังสือจะต้องอ้างอิงถึงอุปกรณ์เหล่านี้เสมอเพื่ออำนวยความสะดวกเข้าใจเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่ต้องทำความเข้าใจก็คือ “เครื่องวัดมุม (Angle)” จะใช้ประกอบในการติดตั้ง เพื่อทำการวัดมุมก้มเงย EL เมื่อเราคำนวณได้จากสูตรว่ามีมุม EL เท่าไรก็จะใช้เครื่องวัดนี้ไปจับติดตั้งไว้ในตำแหน่งมุมที่ต้องการ และทำการปรับมุม EL ก้มลงหรือเงยขึ้นให้ได้ตามองศาที่ต้องการ



รูปที่ 19 แสดงรูปของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุม ( Angle )

## 2.5 ข้อควรระวังในการใช้เข็มทิศและตัววัดมุม

1. ต้องระวังไม่ให้เครื่องมือทั้ง 2 ชนิดนี้ตกเป็นอันตราย เพราะจะทำให้การวัดผิดพลาดได้
2. ห้ามนำเครื่องมือทั้ง 2 ชนิดนี้เก็บไว้ในที่เดียวกัน เพราะจะทำให้เข็มทิศเสีย สาเหตุมาจากเครื่องวัดมุมด้านหนึ่งเป็นแม่เหล็กที่มีสนามแม่เหล็กสูง ส่วนที่เข็มทิศจะมีสนามแม่เหล็กชนิดที่มีขั้ว NS เมื่ออยู่ใกล้ ๆ กันอาจจะทำให้สนามแม่เหล็กของเข็มทิศเปลี่ยนแปลงได้
3. เครื่องวัดมุมก่อนนำใช้จะต้องมีการปรับตั้งให้ได้มุมจากที่ถูกต้องเสียก่อนที่จะทำการวัดจริง

## 3. อุปกรณ์ในการรับสัญญาณดาวเทียม

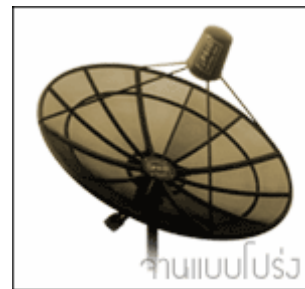
### 3.1 งานรับสัญญาณดาวเทียม

งานรับสัญญาณดาวเทียมมีอยู่หลายแบบด้วยกัน เช่น

- งานรับส่งข้อมูล VSAT
- งานรับสัญญาณของ UBC ซึ่งมีขนาดเล็ก ใช้ในย่าน ความถี่ KU - BAND
- งานรับสัญญาณแบบพาราโบลิก

### การทำงานของงานรับสัญญาณ

สัญญาณดาวเทียมอยู่ห่างจากพื้นโลกประมาณ 35,786 ก.ม. การใช้สายอากาศแบบขาคีธรรมาไปรับสัญญาณไม่สามารถจะรับได้ เพราะสัญญาณอ่อนมากลักษณะของงานรับสัญญาณดาวเทียม

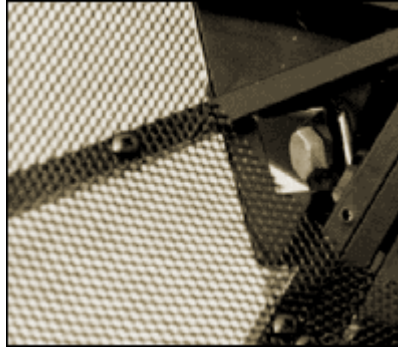


รูปที่ 20 แสดงรูปแบบของงานรับสัญญาณทั้งแบบทึบและโปร่งและสายอากาศแบบขาคี

### ลักษณะของงาน

งานรับสัญญาณแบบตะแกรง โปร่งจะเป็นที่นิยมมากกว่าแบบที่มีตะแกรงทึบเพราะเนื่องมาจาก

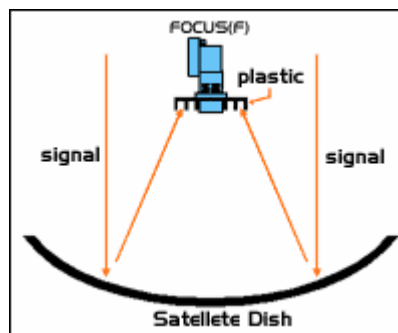
1. ใช้วัสดุน้อยกว่าทำให้มีน้ำหนักที่เบา
2. ไม่ต้านลมเมื่อเกิดพายุ
3. มีความสวยงามกว่า



### รูปที่ 21 แสดงลักษณะพิเศษของจานรับสัญญาณดาวเทียมแบบโปร่ง

ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องจานแบบทึบ และแบบโปร่งของคนทั่วไปยังไม่ถูกต้อง คือ จานแบบทึบจะมีเกณฑ์การขยายมากกว่าแบบโปร่ง เพราะจานแบบโปร่งสัญญาณจะรั่วได้ซึ่งก็มีส่วนถูกอยู่บ้างถ้าตะแกรงที่นำมาผลิตมีขนาดใหญ่เกินไปคือมีความกว้างของรูตะแกรงมากกว่า  $\lambda/16$  ของความถี่จึงได้มีการออกแบบจานสะท้อนแบบ“พาราโบลิก” เพื่อมาทำหน้าที่ในการรับสัญญาณแทนสายอากาศแบบยาก็

หลักการทำงานของจานรับสัญญาณดาวเทียมมี ดังนี้ ส่วนโค้งของจานทำให้สัญญาณที่มาจากทางตรงเกิดการหักเห มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนทำให้สัญญาณมารวมกันที่จุดเดียวเกิดอัตราขยาย “ GAIN ” สัญญาณตรงจุด FOCOS (S) จะมีความเข้มสูง ถ้า DIAMETER (D)ของจานมีขนาดใหญ่มากอัตราความเข้มของสัญญาณตรงจุด F ก็จะมีสูงมากตามไปด้วย ตรงข้ามถ้าค่า D น้อยความเข้มของตำแหน่ง F ก็น้อยตาม



### รูปที่ 22 แสดงถึงหลักการการทำงานของจานดาวเทียม

#### วัสดุที่นำมาผลิตจานดาวเทียม

วัสดุที่นำมาผลิตจานดาวเทียมส่วนใหญ่จะใช้อลูมิเนียมสาเหตุที่นิยมใช้อลูมิเนียมมากกว่าเหล็กเพราะ

1. เหล็กมีการดูดซับสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของจานลดลง
2. อลูมิเนียมมีน้ำหนักที่เบา
3. อลูมิเนียมมีความทนทานมากกว่าเหล็ก (ไม่เกิดสนิม) ซึ่งหมายความว่าถ้ารูของตะแกรงนั้นมีขนาดกว้างไม่เกินที่กำหนด สัญญาณก็จะไม่มีการสูญเสีย ดังนั้นผู้ผลิตส่วนใหญ่จึงต้องคำนวณให้เหมาะสมกับย่าน

ความถี่มีใช้งานเพื่อให้งานมีประสิทธิภาพในการรับดี มีเช่นนั้นลูกค้าก็จะไม่ซื้อคนทั่วไปก็ยังคงมีความสงสัยว่างานแบบ C - BAND จะใช้รับความถี่ย่าน KU - BAND ได้หรือคำตอบคือได้ 100% ถึงใช้รูตะแกรงที่ใหญ่ก็ตามคำถามที่สงสัยคือว่าทำไมถึงรับได้สัญญาณไม่สูญเสียไป หรือสัญญาณเกิดการสูญเสียแน่นอนแต่ก็สามารถชดเชยด้วยขนาดจานดาวเทียมที่ใหญ่ ประกอบกับความเข้มของงาน KU-BAND มีค่ามากกว่าทำให้การรับดีกว่า ๆ ใช้งานของ KU-BAND รับเสียด้วยซ้ำ ซึ่งเราสามารถทดลองด้วยการใช้งาน C - BAND แบบโปร่งไปติดตั้งรับสัญญาณเปรียบเทียบกับงานของ KU - BAND ในขณะที่ฝนตกภาพของงาน KU - BAND จะหายแต่ภาพของงานแบบ C - BAND มีปกติ

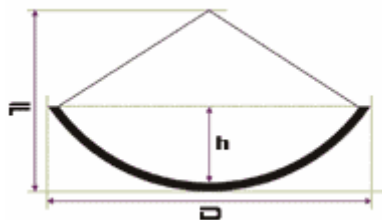
### การออกแบบจานรับสัญญาณดาวเทียม

การออกแบบจานรับสัญญาณดาวเทียมจะออกแบบ งานด้วยการคำนวณงานสูตรทางคณิตศาสตร์ ดังนี้  
สูตร  $F = D^2 / 16h$

โดย F = จุรวมสัญญาณว่าสะท้อนจากหน้างานไปยังตำแหน่งเดียวกัน โดยมีจุดวัดระยะจากท้องงานถึง จุด F (Focus)

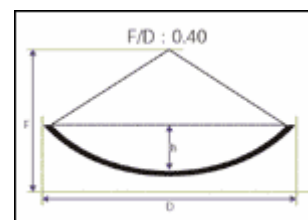
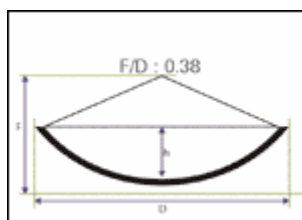
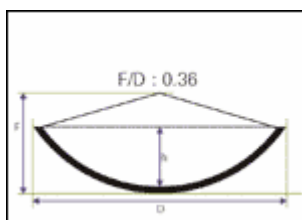
D = เส้นผ่าศูนย์กลางของงาน Diameter

h = ค่าความลึกของท้องงานถึงปากขอบของงาน Depth



### รูปที่ 23 แสดงการแทนค่าสมการในสูตรกับลักษณะจานรับสัญญาณค่า F/D RATIO

ค่า F/D RATIO คืออัตราส่วนระหว่าง Focus กับ Diameter ถ้าค่า F/D น้อยหน้างานจะมีความลึก (h ค่ามาก)



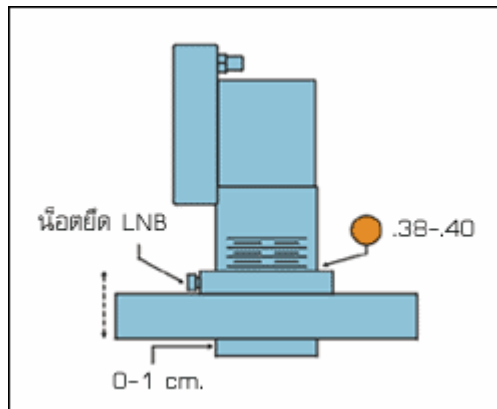
### รูปที่ 24 แสดงผลที่ได้ของสัดส่วนระหว่าง Focus กับ Diameter ที่ต่างกัน

จะเห็นว่าค่า F/D มากระยะ focus จะสูงแต่ค่า F/D น้อยระยะของ F จะอยู่ต่ำ งานที่มีค่า F/D มากจะมีแกนสูง ซึ่งผู้ผลิตส่วนใหญ่จะนิยมใช้ F/D อยู่ในช่วง 0.38 – 0.40

### วิธีหาค่า F/D ทำได้ดังนี้

หากค่า F = 82.2 และ D = 213 จะได้ค่า F/D เท่ากับ  $8.2 / 213 = 0.386$  เป็นต้น

ค่า F/D ที่คำนวณได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการติดตั้ง LNB ให้ได้ระยะที่ถูกต้อง โดย LNB ทุกตัวจะบอกค่า F/D มาให้ที่ด้านข้างของ LNB เมื่อรู้ค่า F/D ของงานแล้วให้ทำการติดตั้งค่า F/D เท่าที่งานกำหนดมา (ตามรูปที่ 25)



รูปที่ 25 แสดงถึงค่า F/D ของ LNB ซึ่งใช้ ค่า F/D = 0.40

### การหาอัตราขยายสัญญาณ (G)

สูตร  $G = 10 \log \left( \frac{D}{4f} \right)^2 \cdot \eta$  db\*\*\*\*\*

โดย  $f$  = ความยาวคลื่น (V/f) หน่วยเป็นเมตร

$\eta$  = ค่าประสิทธิภาพของงาน (Efficiency)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของงาน หน่วยเป็นเมตร

อัตราการขยายของงานหรือที่นิยมเรียกกันว่า “GAIN” การวัดอัตราการขยาย (Gain) ก็คือการวัดการส่งพลังงานที่สะท้อนหน้างานไปยังทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งมีปัจจัยหลายด้านมากระทบทำให้อัตราการขยายของงานมากหรือน้อย มี 5 ปัจจัยด้วยกันคือ

1. วัสดุที่นำมาใช้เป็นตัวสะท้อน ถ้าเป็นเหล็กจะดูดซับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้ Gain ต่ำ เมื่อเทียบกับวัสดุอลูมิเนียมจะไม่มีการดูดซับคลื่นแม่เหล็ก หรือมีบ้างแต่น้อยกว่าเหล็ก ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ (?) มากกว่า 0.65% คือค่าประมาณที่การสะท้อนได้

2. ส่วนโค้งของงานไม่ถูกต้องตามระนาบ ทำให้จุดสะท้อนผิด

3. รูปทรงของงานบิดเบี้ยวทำระยะ Focus ผิด

4. ค่า F/D Ratio ที่แตกต่างกันคือ รูปทรงงานที่ความลึกและตื้น

5.จุดวางตำแหน่งฟีดฮอร์น คือระยะโฟกัสของจานไม่ถูกต้อง  
ค่าความถี่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจานจะทำให้ค่าของเกนเปลี่ยนแปลง คือ ขนาดของจานกว้างขึ้น Gain จะสูงขึ้นตามและความถี่สูง Gain ก็ยิ่งสูงตาม

**จานรับสัญญาณ C-BAND สามารถรับสัญญาณได้ 4 ระบบ คือ**

- 1.ระบบ C-BAND ANALOGUE
- 2.ระบบ C-BAND DIGITAL
- 3.ระบบ KU-BAND ANALOGUE
- 4.ระบบ KU-BAND DIGITAL



**รูปที่ 26 รูปแสดงตัวอย่างของเครื่อง Receiver**

ดังนั้นตัวจานรับจึงเป็นระบบ Multi System คือรับได้ทุกระบบ เครื่องรับสัญญาณ (Receiver) จะเป็นตัวเลือกสัญญาณว่าจะเลือกระบบใดไปใช้งาน

### **3.2 ลักษณะของ LNB / FEED HORN**

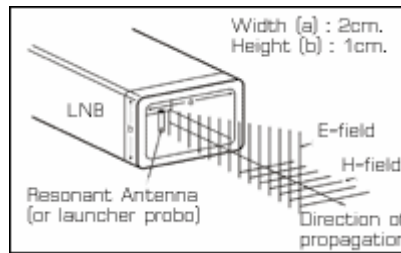
ฟีดฮอร์น (Feed Horn) ทำหน้าที่รับสัญญาณสะท้อนจากจานและส่งสัญญาณผ่านเวฟไกด์ (Waveguide) แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าความสำคัญคือช่องเวฟไกด์จะต้องได้ขนาดอัตราส่วนที่เหมาะสมกับความถี่ที่ส่ง



**รูปที่ 27 แสดงรูปตัวอย่าง ฟีดฮอร์น ( Feed Horn )**

### การออกแบบท่อนำสัญญาณ (Waveguide)

เนื่องด้วยสัญญาณดาวเทียมมีความถี่สูงมาก ย่านความถี่ไมโครเวฟไม่สามารถใช้สายสัญญาณธรรมดาส่งสัญญาณความถี่สูงได้จึงต้องใช้ท่อนำสัญญาณ(Waveguide) สะท้อนคลื่นความถี่ไปยังวงจรแล้วลดความถี่ให้ต่ำลง (Down Converter) จึงจะสามารถส่งผ่านสายสัญญาณได้ในการออกแบบท่อนำสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะต้องคำนึงถึงพื้นที่หน้าตัดในการรับสัญญาณโดยคิดจากความกว้าง  $A = \lambda/2$  และความสูง  $B = A/2$  ในการสะท้อนของคลื่นให้เหมาะสม มิฉะนั้นจะไม่สามารถส่งผ่านสัญญาณความถี่สูงได้



รูปที่ 28 แสดงรูปและหลักการทำงานของท่อนำสัญญาณ ( Waveguide )

ช่องเวฟไกด์แบบสี่เหลี่ยมมุมป้าน (คางหมู) เป็นช่องแบบใหม่ช่องเวฟไกด์มีความสำคัญ คือ มันจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณคลื่นความถี่ไมโครเวฟที่สะท้อนจากจานให้ไปที่ช่องโพรบ (สายอากาศ) ถ้าช่องเวฟไกด์ออกแบบไม่ถูกต้องจะเกิดการสูญเสียสัญญาณ (Loss) ทำให้ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณไม่ดีวัสดุที่นำมาทำฟีดฮอร์นส่วนใหญ่ จะเป็นอะลูมิเนียมผสมซิงค์ซึ่งเป็นวัสดุที่มีการเหนียวเข้ากับสัญญาณแม่เหล็กน้อย ถ้านำวัสดุที่เป็นเหล็กมาใช้ซึ่งเหล็กจะมีปฏิกิริยาต่อสนามแม่เหล็กมาก ทำให้สัญญาณที่ส่งผ่านมาเกิดการดูดซับสัญญาณ

ทำให้เกิดการสูญเสีย (Loss)

### ชนิดของ FEED HORN

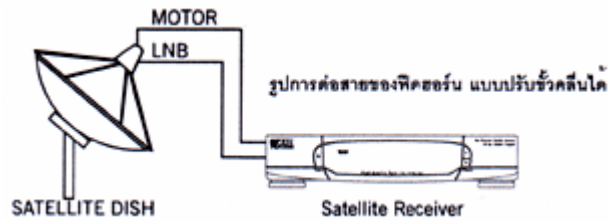
ฟีดฮอร์นมีหลายชนิดแต่ในรูปที่ 29 นี้เป็นแบบคงที่ ไม่สามารถเปลี่ยนหัวคลื่นได้ คือต้องการรับทางด้านใดก็ปักช้ออยู่กับที่ซึ่งช่องหลัง ๆ นิยมมาใช้รับสัญญาณดาวเทียม Thaicom รายการทีวีไทย



รูปที่ 29 แสดงรูปร่างของฟีดฮอร์นแบบคงที่

## ฟีดฮอร์นแบบ FIX หรือแบบคงที่

ฟีดฮอร์นแบบปรับชั่วคราวได้ Polarized Feed Horn เป็นฟีดฮอร์นที่สามารถปรับชั่วคราวได้ ด้วยการจับมอเตอร์เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวของโพรบให้หมุนเปลี่ยนทางจึงทำให้ได้ทั้ง 2 แนว V / H ซึ่งในปัจจุบันไม่นิยมใช้แล้ว เพราะ “ราคาสูง” และ “มีความยุ่งยากเวลาติดตั้ง เพราะต้องต่อสายจากเครื่องมาควบคุมตัวมอเตอร์”



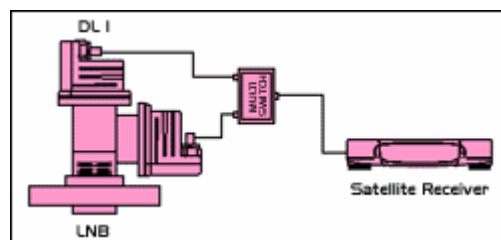
รูปที่ 30 แสดงรูปแบบการต่อใช้งานฟีดฮอร์นแบบปรับชั่วคราวได้



รูปที่ 31 แสดงรูปฟีดฮอร์นแบบปรับชั่วคราวได้

ฟีดฮอร์นแบบ 2 ขั้วในตัวเดียว คือ จะมีช่องเวฟไกด์ 2 ช่องทางด้านแนวตรงกับด้านข้าง โดยที่ทั้ง 2 ช่องนั้นจะสามารถติดตั้ง LNB ได้ 2 ตัว จึงทำให้รับสัญญาณได้ 2 ขั้ว V / H ซึ่งเป็นที่นิยมใช้อยู่ยุคหนึ่งแต่ปัจจุบันก็น้อยลงเพราะ

1. ต้องใช้ LNB แยกกัน
2. ต้องใช้อุปกรณ์เสริม เช่น สวิตช์ (Multi SW)
3. ราคาสูง

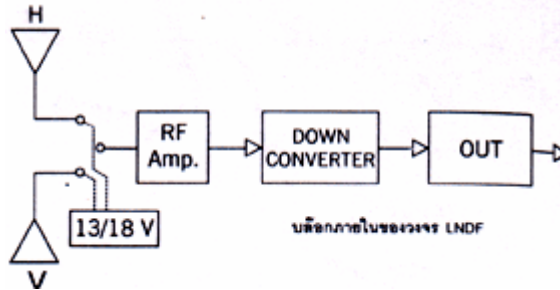


รูปที่ 32 แสดงรูปแบบการต่อใช้งานฟีดฮอร์นแบบ 2 ขั้วในตัวเดียว



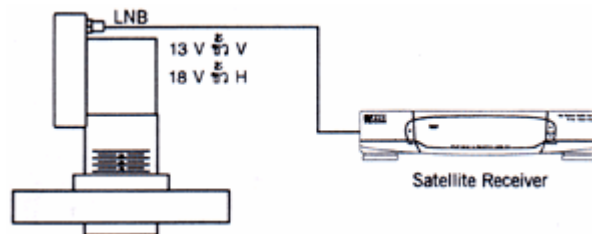
### รูปที่ 33 เป็นรูปของฟีดฮอร์นแบบ 2 ขั้วในตัวเดียว

ปัจจุบันจะนิยมใช้ LNB และ Feed Horn ที่รวมในตัวเดียว และมีชื่อเรียกว่า LNBF ( 1 คุณสมบัติจะรับได้ทั้ง V / H โดยที่ภายในจะมีโพรับสัญญาณ 2 ขั้ว มีค่าต่างกัน 90° การสลับเปลี่ยนขั้วจะใช้โวลท์เตจสวิทช์เป็นตัวตัดต่อ



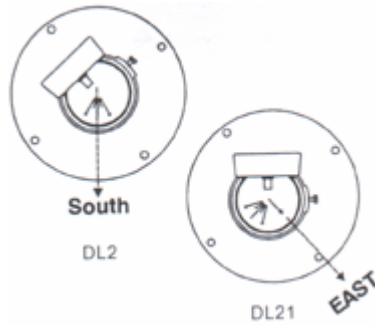
### รูปที่ 34 แสดงรูปของ LNBF และบล็อกไดอะแกรมของ LNBF

การทำงานสัญญาณที่มาจากจูดรับสัญญาณ Antenna ซึ่งรับมาพร้อมกัน 2 ขั้ว สัญญาณจะมารอที่ SW ตัดต่อว่าจะเอา V หรือ H ไปใช้งานโดยที่ SW จะถูกควบคุมด้วยแรงไฟ DC ต่างระดับ 13 V / 18 V ที่ออกจากเครื่อง Receiver



### รูปที่ 35 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อ ระหว่าง LNB เข้ากับเครื่อง Receiver

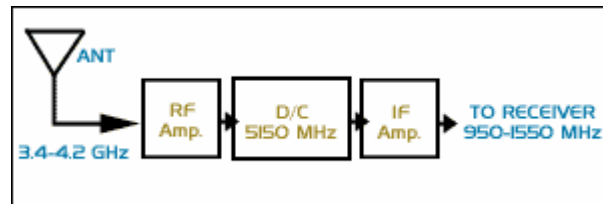
การติดตั้ง LNBF รุ่นนี้ไม่ต้องเดินสายให้ยุ่งยากเหมือนกับฟีดฮอร์นรุ่นเก่า การควบคุมการตัดต่อ V / H จะใช้สายสัญญาณเส้นเดียวกันกับสายที่ต่อออกมา โดยการส่งแรงไฟ DC จากเครื่องรับย้อนกลับไปยัง LNB เพื่อควบคุมการตัดต่อ V / H โดยที่ 13V SW จะตัดไปรับขั้ว V และ 18V SW จะตัดไปรับขั้ว H



**รูปที่ 36 แสดงให้เห็นว่า LNB บางรุ่นจะมีการกำหนดทิศทางให้เรียบร้อย**

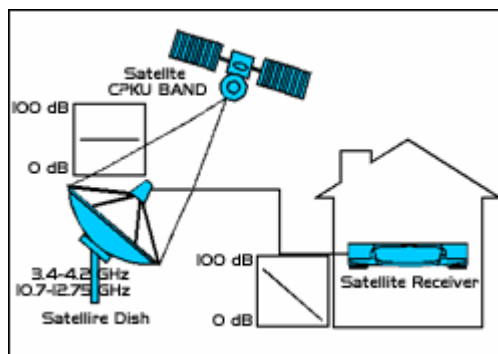
\*หมายเหตุ – การตัดต่อ V / H จะเปลี่ยนแปลงไปได้ถ้าหากการติดตั้ง LNB ไม่ถูกต้องตามที่บริษัทกำหนด การติดตั้งที่ถูกต้องถูกตร 0 จะต้องชี้ไปทางทิศใต้ S ดังที่แจ้งไว้ข้างต้นจะเป็นไปตามนั้น

\*LNB รุ่นใหม่ล่าสุดของ PSI รุ่น DL 21 จะมีลูกศร ? ทิศที่ถูกต้องจะต้องชี้ไปทางทิศตะวันออก (E) การทำงานของ LNB



**รูปที่ 37 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของ LNB**

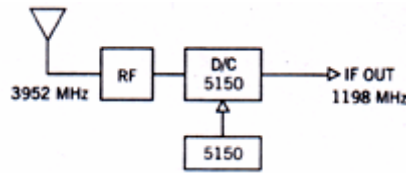
LNB (Low Noise Block Down Converter) ทำหน้าที่เปลี่ยนความถี่คลื่นไมโครเวฟ 3400 – 4200 MHz ให้ลงมาเป็นความถี่ 950 – 1,750 MHz สาเหตุที่ต้องเปลี่ยนสัญญาณให้มีความถี่ลดลงเพราะว่าความถี่ในระดับ 3400 – 4200 MHz นั้นไม่สามารถจะเดินทางในสายนำสัญญาณได้ สัญญาณจะสูญเสียในสายมาก



**รูปที่ 38 รูปการรับสัญญาณและการต่อสาย แบบไม่ลดความถี่**

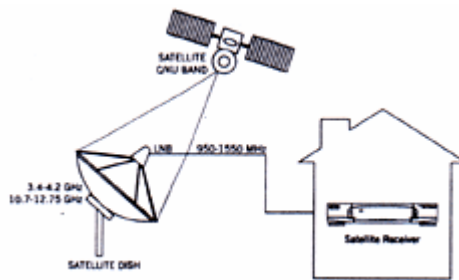
รูปแบบการรับสัญญาณ และการต่อสายแบบสัญญาณไม่ลดความถี่

จากรูปที่ 38 ถ้าสัญญาณที่จะส่งมาจากดาวเทียม 3.4 – 4.2 GHz ผ่าน RF AMP โดยไม่มีการ Down Converter สัญญาณเสียก่อน สัญญาณจะผ่านตัวขยายส่งต่อไปยังสายนำสัญญาณและเข้าไปยังเครื่องรับที่อยู่ภายในบ้านซึ่งความถี่สูงขนาดนั้น ไม่สามารถเดินทางในสายได้ จึงได้มีการคิดลดความถี่ลงด้วยตัว LNB



**รูปบล็อกไดอะแกรม**

รูปบล็อกไดอะแกรมที่ส่งสัญญาณ 3.4 – 4.2 GHz ส่งมาจาก ANT (โพรบ) เข้าวงจร RF AMP เพื่อทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น ส่งเข้ามาวงจร Down Converter เพื่อทำการลดความถี่ทุกช่องสัญญาณที่ส่งเข้ามาให้เป็นความถี่ IF 950 – 1,750 MHz การลดความถี่ด้วยการสร้างความถี่ OSC 5150 MHz ไปหักล้างกับความถี่ทุกความถี่ที่เข้ามา ยกตัวอย่างเช่น TV ไทยช่อง 3 ส่งความถี่จากดาวเทียมย่าน RF 3952 MHz เมื่อสัญญาณส่งมายังวงจร Down Converter สร้างความถี่ 5150 MHz ไปลบก็จะได้ IF OUT เป็นความถี่ใหม่ 1198 MHz.



**รูปที่ 39 รูปการรับสัญญาณและการต่อสาย แบบลดความถี่**

จากรูปการส่งสัญญาณจากดาวเทียมมีทั้ง 2 ระบบคือ C-BAND 3.4 – 4.2GHz. , KU-BAND 10.7 – 12.75 GHz ความถี่ผ่าน LNB สัญญาณก็จะลดลงไปเป็น 950 – 1,750 MHz. ทั้ง 2 ระบบ ซึ่งความถี่ในระดับนี้สามารถเดินทางในสายนำสัญญาณได้ (สายนำสัญญาณที่ผ่านความถี่ 2 GHz ได้)

**ชนิดของ LNB**

**LNB มีหลายชนิด**

1.LNB แบบรับได้ทางเดียว LNB ชนิดนี้จะต้องนำไปต่อรวมกับ Feed Horn ที่ได้เขียนไว้ในเรื่อง Feed Horn



## รูปที่ 40 แสดงรูป LNB ชนิดรับได้ทางเดียว

2.LNB แบบมีตัว Feed Horn รวมในตัวเดียวกันและมีความสามารถรับได้ 2 ขั้ว ในขณะเดียวกัน โดยการให้แรงไฟจากเครื่องรับ Receiver ไปเป็นตัวตัดต่อ

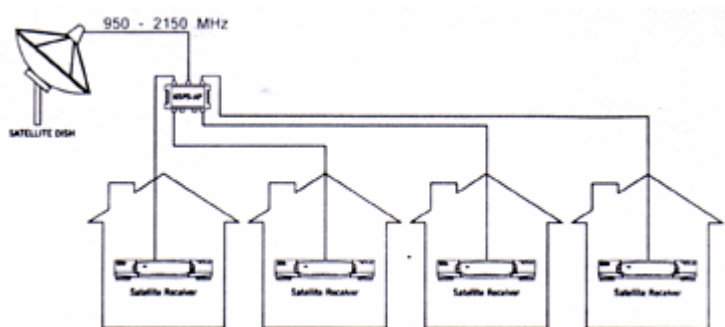


## รูปที่ 41 แสดงรูปร่างของ LNB ชนิด 2 ขั้วในตัวเดียวกัน

3.LNBF แบบใช้ความถี่เป็นตัวควบคุมการเลือกขั้ว V / H LNB ชนิดนี้เป็นการพัฒนาจาก LNB แบบการใช้แรงไฟไปตัดต่อโดยที่ความถี่ IF ทาง V จะปกติ แต่ความถี่ของทาง H จะบวกไป 600 MHz LNB แบบนี้จะนิยมมาใช้เมื่อต้องการแยกเครื่องรับหลาย ๆ บ้าน หรือไปใช้กับงานระบบ SMATV ที่ใช้กันตาม โรงแรมและอพาร์ทเมนท์



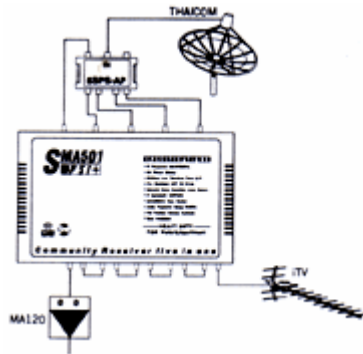
## รูปที่ 42 แสดงรูป LNBF แบบใช้ความถี่เป็นตัวควบคุมการเลือกขั้ว V / H



## รูปที่ 43 รูปการต่อสัญญาณจากจานใบเดียวแต่แยกดูหลายจุด

จากรูปการต่อแบบนี้ถ้าใช้ LNB แบบใช้แรงไฟไปตัดต่อจะไม่สามารถทำได้ เพราะ แต่ละจุดต้องดู V และ H ตามกัน จะแยกดู V / H อีสาระไม่ได้ ซึ่งจะทำให้ผู้ชมแต่ละจุดเกิดความไม่สะดวก แต่ถ้าเป็น LNB แบบ

ชีพความถี่ปัญหานี้จะหมดไป ทุกจุดจะแยกดู V และ H ได้อย่างอิสระ ซึ่งทำได้โดยการ Tune ความถี่ ทาง V แบบปกติ ส่วนความถี่ทาง H ให้ Tune บวกเพิ่มจากความถี่เดิมไปอีก 600 MHz (IF)



#### รูปที่ 44 รูปการต่อใช้งาน SMATV ใช้งานตามโรงแรม

งานระบบโรงแรม SMATV ส่วนใหญ่ต้องการเครื่องรับแบบรวมช่องสัญญาณ และกระจายไปยังจุดต่าง ๆ เครื่องรับจะมีอยู่หลายตัว เลือกรับ V และ H ได้อย่างอิสระ S1 – S4 จะเลือกรับ V หรือ H ก็ได้แล้วแต่โครงการ ต้องการเพียงแต่ว่า H จะต้องเพิ่มบวกอีก 600 MHz เท่านั้น

ตัวอย่างเช่นสาเหตุที่ LNB รุ่น DS 2 สามารถที่จะเลือกรับ V หรือ H ได้อย่างอิสระก็เพราะว่าวงจรภายในของ LNB จะมีการทำงานแยกออกเป็นอิสระเช่นกัน V และ H จะมีวงจร RH และ D/C แยกจากกัน วงจร D/C V และ H จะมีค่าแตกต่างกัน ทาง V จะใช้ค่าความถี่ของ L 0 / 0 SC เท่ากันกับ LNB ธรรมดา คือ 5150 MHz ความถี่ทาง V เข้ามาเช่น 3760 MHz ผ่านวงจร D/C จะต่ำลงไปเป็น 1390 IF ความถี่ทาง H 3753 MHz ผ่านวงจร D/C จะได้ความถี่ IF ที่ 1997 MHz สัญญาณทั้ง 2 จะเข้าไปรวมกันอยู่ในวงจร Combiner และออกไปที่ IF OUT ไปเข้าเครื่องรับ ซึ่งเลือกความถี่ได้ตั้งแต่ 950 – 2150 MHz

#### ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของ LNB

LNB สมัยแรก ๆ ใช้แรงไฟประมาณ 12 V. และได้มีวิวัฒนาการลดลงตามลำดับจาก 12 เหลือ 9 และเหลือ 6 V. ในปัจจุบันความร้อนของวงจรก็ลดลงมา ประสิทธิภาพในการใช้งานรวมทั้งความถี่ก็ดีกว่าเดิม ส่วนทางด้าน Noise Temperature มีหน่วยวัดเป็นองศาเคลวิน (Degreekelvins : °K) ก็ได้มีการพัฒนาให้มีอัตราการรบกวนน้อยลงกว่าก่อนมาก เช่น เมื่อก่อนค่า °K จะอยู่ที่ระหว่าง 30 – 40 °K ลดลงมาที่ 20 – 30 °K จนถึงปัจจุบันเหลือเพียง 15 - 20°Kค่า องศา K ( °K ) คืออะไร? ค่าของ °K คือค่าที่กำหนดขึ้นมาจากค่าการรบกวนในภาคการขยายของ RF AMP ทำการขยายสัญญาณ เมื่อสมัยแรก ๆ อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ทำหน้าที่ขยายสัญญาณยังมีคุณสมบัติไม่ดีพอ แต่ปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำแบบใหม่มาใช้ เช่น High Electron Mobility Transistor (HEMT) สารกึ่งตัวนำดังกล่าวทำหน้าที่ขยายความถี่สูงได้ดี จึงทำให้การรบกวนน้อยลงเมื่อเทียบกับแต่ก่อน

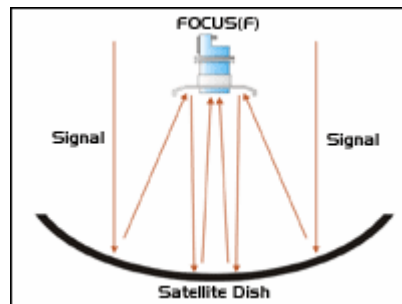
ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบค่า °K ในแต่ละความถี่

PS2			PS2		
FREQ	GAIN	DEG ° K	FREQ	GAIN	DEG °K
3.4	65.1	16	3.4	67.0	19
3.6	66.2	19	3.6	66.5	17
3.8	67.4	15	3.8	66.7	15
4.0	66.5	18	4.0	65.5	18
4.2	65.5	17	4.2	67.1	16

จากตารางเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าค่าของ °K ของ LNB แต่ละตัวจะไม่คงที่ที่ความถี่แต่ละความถี่แต่จะสังเกตได้ว่าค่าต่ำสุดจะไม่ต่ำกว่า 15 °K และสูงสุดจะไม่เกิน 20 °K ต่อไปเทคโนโลยีการผลิตการผลิตที่ดีขึ้น ค่าของ °K คงจะต่ำกว่านี้ ดังนั้นการรบกวนต่อสัญญาณภาพก็จะลดลง

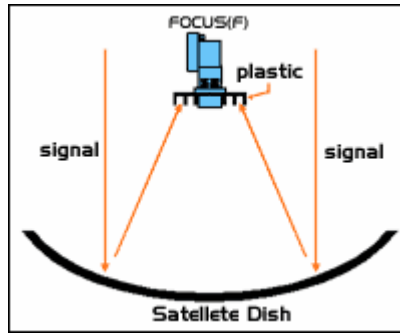
### 3.3 สกาล่าริง (Scalar Ring)

สกาล่าริงทำหน้าที่เป็นตัวยึดฟีดฮอร์น และ LNB ให้อยู่ในตำแหน่งของ Focus ในสมัยก่อนผลิตมาจากอลูมิเนียมฉีดขึ้นรูปโดยค่านินจะทำเป็นรูปวงแหวนเป็นชั้น ๆ ซึ่งตามหลักทางทฤษฎีบอกไว้ว่าเพื่อนำมาลดทอนสัญญาณสะท้อนกลับไปยังจานทำให้เกิดค่า VSWR (Voltage Standing Ratio)



### รูปที่ 45 แสดงให้เห็นว่าจะมีการสะท้อนของคลื่นหากใช้สกาล่าริงแบบไม่มีวงแหวน

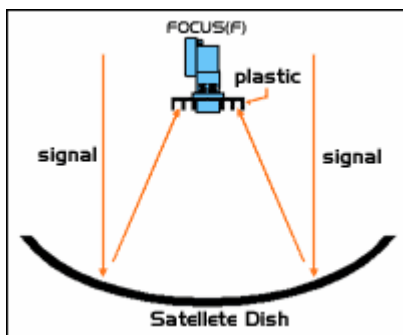
จากรูปที่ 45 ถ้านำสกาล่าริงแบบที่ไม่มีมีวงแหวนมาใช้รับสัญญาณ สัญญาณที่มาจากดาวเทียมจะสะท้อนที่จานไปยัง LNB บางส่วนไปกระทบสกาล่าริงสะท้อนกลับลงมายังจาน ตรงจุดนี้เองที่ทฤษฎีว่าไว้จะเกิดค่า VSWR ขึ้น



รูปที่ 46 แสดงให้เห็นว่าจะไม่มีการสะท้อนของคลื่นหากใช้สกลำริงแบบมีวงแหวน

ถ้าสกลำริงเป็นแบบที่มีวงแหวนเป็นชั้น ๆ สัญญาณที่สะท้อนจากหน้าจานขึ้นไปบางส่วนจะไม่กลับลงมาเพราะว่าวงแหวนที่เป็นชั้น ๆ จะหักเหทำให้สัญญาณไม่สะท้อนกลับลงมายังหน้าจานจึงไม่เกิดการรบกวนกับสัญญาณจริง ๆ

การนำเทคโนโลยีพลาสติกมาผลิตสกลำริง ปัจจุบันเทคโนโลยีพลาสติกได้มีการพัฒนาไปมาก ช่วง 10 ปีมานี้เริ่มเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมมากขึ้น แม้แต่ในรถยนต์ก็นำเอาพลาสติกมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น กันชนรถยนต์ ในปัจจุบันใช้พลาสติกเกือบทั้งหมดก็ว่าได้เมื่อพลาสติกได้พัฒนาไปถึงจุดที่มีความแข็งแรงทนทานสามารถนำมาใช้แทนเหล็ก และอลูมิเนียมได้ สกลำริงแบบพลาสติกจึงได้เกิดขึ้น



รูปที่ 47 แสดงรูปสกลำริงแบบพลาสติกและผลจากการใช้

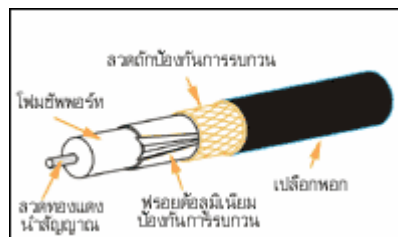
จากรูปที่ 47 สกลำริงแบบพลาสติกจะไม่มีการสะท้อนกลับมาลงที่หน้าจาน ทำให้เกิดค่า VSWR เพราะพลาสติกนั้นคลื่นไมโครเวฟสามารถทะลุได้ จากผลการทดลองสกลำริงแบบพลาสติกมีข้อดีกว่าอลูมิเนียมหลายประการ เช่น

1. สัญญาณดีกว่า
2. น้ำหนักเบากว่า

3.ไม่เป็นสนิมเมื่อไปติดตั้งชายทะเลแต่คงต้องใช้เวลาสักหน่อยที่จะทำให้คนไทยยอมรับ (ในต่างประเทศมีใช้กันมานานแล้ว)

### 3.4 สายนำสัญญาณ

สายนำสัญญาณ มีความสำคัญไม่น้อยในระบบการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม เพราะเราทราบกันแล้วว่าความถี่ IF ของดาวเทียมหลังจากผ่าน LNB มาแล้วจะอยู่ที่ 950 – 2150 MHz ความถี่สูงระดับนี้จะมีปัญหา มากกับการเดินทางในสาย ซึ่งทำให้มีผลต่อคุณภาพของงานการดูจากสายตาภายนอกนั้นคงจะไม่ได้ ซึ่งดูแต่เพียงว่าเป็นสาย RG6/U มีฉีลด์มาก และมีฟรอยด์หุ้ม เวลานำไปใช้งานจริงกลับใช้ไม่ได้



รูปที่ 48 เป็นรูปของสายโคแอกเซียล (Coaxial Cable)

### วิธีการซื้อสายไปใช้งาน

1. คุณสมบัติของสายยี่ห้อหนึ่งว่ามีค่าความถี่เท่าไรที่ผ่านได้ และคุณสมบัติต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้งานว่าตรงกับความต้องการของเราหรือไม่
2. เช็คดูตามสเปคว่าเป็นไปตามที่ระบุไว้หรือไม่ เช่น วัตต์การการ Loss ว่าจริงหรือไม่ เป็นต้น

### 3.5 เครื่องรับสัญญาณ Receiver

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม หรือเราเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า “Receiver” มีหลายหลากรูปแบบ

#### 3.5.1 เครื่องรับสัญญาณแบบคงที่ (Fix Analogue)



รูปที่ 49 แสดงรูปภาพของเครื่องรับสัญญาณแบบคงที่

ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ทั้งระบบ C - BAND และ KU - BAND มีระบบการทำงานที่แตกต่างกันไป การที่จะพิจารณาเลือกใช้เครื่องรับสัญญาณจะต้องมีความรู้ในด้านการเลือกใช้คุณสมบัติของเครื่อง (Specification) ให้ตรงกับความต้องการของเรา เพราะเครื่องรับแต่ละแบบจะมีคุณสมบัติและราคาที่แตกต่างกัน **คุณสมบัติของเครื่องรับที่สำคัญมีหลัก ๆ ดังต่อไปนี้**

1. ความถี่ของเครื่องรับที่สามารถรับได้ Frequency (Freq) ปัจจุบันเครื่องจะต้องมีความสามารถที่จะรับสัญญาณได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 2150 MHz เครื่องบางรุ่นรับความถี่ได้ประมาณ 950 – 1750 MHz ทำให้เวลานำไปใช้งานไม่สามารถใช้กับ LNBF รุ่นความถี่ (DF2) ได้ (ให้ย้อนกลับไปอ่านบทที่ 3.2)
2. จะต้องรับ IF Bandwidth ได้ 2 ความถี่ คือ 18 และ 27 MHz เพราะบางช่องอาจจะส่งมาคนละแบบ
3. มีวงจรถัดคั่นความถี่ที่มากวนในสถานีที่มีกำลังส่งอ่อน ช่วยทำให้ภาพที่รับได้มีคุณภาพดีขึ้น
4. มีช่องที่เลือกโปรแกรมได้ไม่น้อยกว่า 100 โปรแกรม
5. มีระบบปรับแรงดันไฟแบบอัตโนมัติ SMPS. เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน ซึ่งในบางพื้นที่ไฟอาจจะตก

### 3.5.2 เครื่องรับแบบที่มีเครื่องขับเคลื่อนอยู่ภายใน (Positioner)



#### รูปที่ 50 รูปแสดงเครื่องรับแบบที่มีเครื่องขับเคลื่อนอยู่ภายใน (Positioner)

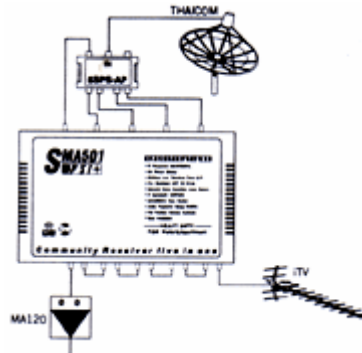
หรือที่เรียกว่า “เครื่องรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ได้ (Move)” นอกเหนือจากสามารถรับสัญญาณได้แล้ว ยังสามารถสั่งงานมอเตอร์ให้ขับเคลื่อนไปปรับดาวเทียมที่ต้องการได้อีกการเลือกคุณสมบัติของเครื่องแบบนี้ไปใช้งาน

1. การติดตั้งโปรแกรมทำงานไม่ซับซ้อนผู้ใช้สามารถทำการ โปรแกรมเพิ่มเติมได้เองเพราะว่าช่องรายการในดาวเทียมมีการเปลี่ยนแปลงที่เร็วมาก
2. มีความเที่ยงตรงในการขับเคลื่อนมอเตอร์ เพราะถ้าวงจรไม่ดีแล้วจะทำให้มีปัญหาปรับไม่ได้ ช่วงที่ติดตั้งจะต้องไปบริการบ่อย (ส่วนข้ออื่น ๆ ก็จะเหมือนกับข้อ 1 – 5 ของเครื่องรับสัญญาณแบบคงที่ หรือ แบบ Fix)

### 3.5.3 เครื่องรับแบบงานระบบโรงแรม SMATV

คุณสมบัติเครื่องรับแบบนี้ คือ สามารถรับได้หลายช่องพร้อมกัน แล้วส่งสัญญาณออกไปยังจุดต่าง ๆ คุณสมบัติที่ผู้ใช้ต้องควรใส่ใจก่อนซื้อมาใช้คือ

- 3.1 มีคุณสมบัติเหมือนข้อ 1.1 – 1.4
- 3.2 มีการออกแบบการระบายความร้อนได้ดี เพราะต้องเปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง
- 3.3 ออกแบบมาให้ติดตั้งได้สะดวก



รูปที่ 51 เครื่องรับแบบงานระบบโรงแรม

### 3.5.4 เครื่องรับแบบ Digital Fix



รูปที่ 52 เครื่องรับแบบ Digital Fix

เครื่องรับ Digital เป็นเทคโนโลยีค่อนข้างใหม่สำหรับคนไทย คนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยที่จะคุ้นเคยนัก ข้อระวังนอกเหนือจากที่ต้องพิจารณาแบบเครื่อง Analogue แล้ว (1 – 5) ยังมีส่วนที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติม คือ

4.1 เครื่องต้องมีความร้อนต่ำ เครื่อง Digital ส่วนใหญ่ที่ผลิตออกมาตั้งแต่ปี 1996 –2000 ที่วางจำหน่ายจะไม่มีความร้อนอยู่มาก เมื่อเครื่องมีความร้อนจะทำให้ประสิทธิภาพในการรับลดลง ภาพจะหยาบ เครื่องจะเสียบ่อย

4.2 มีวงจรอัปเดต เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ เพราะระบบ Digital เทคโนโลยีไปเร็วมากเครื่องที่ไม่ได้รองรับตรงจุดนี้จะทำให้มีปัญหาถ้าเทคโนโลยีในการส่งเปลี่ยนไป

4.3 ต้องมีโปรแกรมที่ทำงานง่าย และสะดวก

### 3.5.5. เครื่องรับแบบ DSP 3 IN 1 (Analogue Positioner)



รูปที่ 53 เครื่องรับแบบ DSP 3 IN 1 (Analogue Positioner)

เป็นเครื่องรับที่รวมทั้งหมดไว้ในตัวเดียวกัน คือ Digital , Analogue , Positioner คุณสมบัติและข้อระวังหลัก ๆ ก็เหมือนกับที่กล่าวมาแล้ว แต่ก็ยังมีพิเศษกว่าคือ “DAP” เป็นสิ่งที่มาใหม่