บทที่ 4
จานรับสัญญาณดาวเทียมและการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม

ปัจจุบันดาวเทียมนับว่าเป็นที่นิยมอย่างมากตั้งแต่สมัยระบบโทรทัศน์ภาคพื้นดินของประเทศไทยยังมีสถานีโทรทัศน์เพียงไม่กี่ช่อง และการรับสัญญาณก็มีปัญหาอย่างมาก ทำให้การรับชมไม่ราบรื่น ภาพที่ได้ก็ไม่ชัด มีจำนวนช่องน้อย ถ้าห่างไกลจากสถานีส่งมาก ๆ ก็ต้องขึ้นเสาสูง ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสัญญาณ และยังประสบปัญหาจากสภาพแวดล้อมอีกมากมาย เมื่อดาวเทียมเริ่มเข้ามามีบทบาทในการรับชมมากขึ้น จากการที่เทคโนโลยีพัฒนาขึ้นไปมาก จานรับสัญญาณดาวเทียมมีราคาถูกลง ทำให้เริ่มมีความนิยมมากขึ้น สามารถติดตั้งได้ทุกสถานที่ที่หน้าจานรับสัญญาณดาวเทียมหันไปหาดาวเทียมได้ นอกจากนี้การรับสัญญาณจากดาวเทียมทำให้คุณภาพของสัญญาณมีความคมชัดสูง มีช่องให้เลือกมากมายทั้งที่เป็นแบบรับชมฟรี และเสียค่าสมาชิก ทำให้จานรับสัญญาณดาวเทียมเกิดความนิยมขึ้นตามลำดับ ในบทนี้จะได้อธิบายถึงหลักการสื่อสารผ่านดาวเทียม กำลังส่งและการคำนวณหาอัตราส่วนความกว้างของจานรับสัญญาณดาวเทียม การรับสัญญาณจากดาวเทียม การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม และรูปแบบการติดตั้งเพื่อรับชมหลายจุด

หลักการสื่อสารผ่านดาวเทียม

การศึกษาเรื่องหลักการสื่อสารผ่านดาวเทียม ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้และเข้าใจเกี่ยวกับดาวเทียม วงโคจรของดาวเทียมและการสื่อสารผ่านดาวเทียม เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจในหลักการสื่อสารผ่านดาวเทียมได้

1. **ดาวเทียม** มีนักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับดาวเทียม ไว้ดังนี้

ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 65) อธิบายว่า ดาวเทียม เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งได้ถูกส่งไปโคจรรอบโลกครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2500 โดยสหภาพรัสเซียได้ส่งขึ้นไปชื่อสปุตนิก 1 (Sputnik1) เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบการแผ่รังสีของชั้นบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ และได้ส่งสปุตนิก 2 (Sputnik2) ขึ้นไปสู่อวกาศในเวลาใกล้เคียงกันโดยมีสุนัขชื่อไลก้า (Laika) ขึ้นไปด้วย

นพ มหิษานนท์ (2557 : 36) อธิบายว่า ดาวเทียม คือ สถานีทวนสัญญาณขนาดใหญ่ที่ลอยโคจรรอบโลก ทำหน้าที่รับและส่งต่อสัญญาณได้แบบ DTH หรือ Direct To Home ซึ่งสามารถส่งสัญญาณไปถึงผู้รับสัญญาณหรือลูกค้าได้แบบโดยตรง จึงทำให้ระบบสื่อสารในโลกยุคปัจจุบันทำได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น และมีต้นทุนในการวางโครงข่ายที่ต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ ตั้งแต่การติดต่อจากที่ใดที่หนึ่งในโลก ผู้รับสัญญาณก็สามารถรับสัญญาณจากอีกที่หนึ่งที่ใดของมุมโลกได้เช่นกัน

ดังนั้น ดาวเทียม คือ สิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นและส่งไปในอวกาศที่โคจรอยู่รอบโลก ทำหน้าที่ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ และโคจรอยู่กับที่ใช้ในการสื่อสาร โดยดาวเทียมที่ใช้ในการสื่อสารจะทำหน้าที่เป็นสถานีทวนสัญญาณ เนื่องจากการสื่อสารบนพื้นโลกมีข้อจำกัดเรื่องระยะทางและสิ่งกีดขวางจึงต้องใช้การรับส่งสัญญาณไปยังดาวเทียมแทนเพื่อสะท้อนสัญญาณลงมายังสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินแต่ละแห่งให้สามารถสื่อสารกันได้

2. การสื่อสารผ่านดาวเทียม มีนักวิชาการอธิบายเกี่ยวกับการสื่อสารผ่านดาวเทียม ไว้ดังนี้

บัณฑิต โรจน์อารยนันท์ (2538 : 147) อธิบายว่า การสื่อสารผ่านดาวเทียม คือการใช้ดาวเทียมเป็นสถานีทวนสัญญาณนั่นเอง ดาวเทียมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 แบบ ด้วยกันคือ แบบโคจรรอบโลก และแบบที่อยู่กับที่เมื่อเทียบกับโลก แบบแรกนั้นแต่เดิมมักจะใช้ในงานสำรวจสภาพภูมิอากาศ สำรวจภูมิประเทศ หรือสำรวจแหล่งทรัพยากรธรณี เป็นต้น ส่วนดาวเทียมแบบอยู่กับที่เมื่อเทียบกับโลกนั้น ส่วนใหญ่ใช้ในงานโทรคมนาคมระหว่างประเทศ หรือภายในประเทศ ซึ่งนับวันจะมีความต้องการสูงขึ้นเป็นลำดับ

ไพโรจน์ ไววานิชกิจ และกมล เขมะรังสี (2539 : 191) อธิบายว่า การสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยใช้ดาวเทียมในการสื่อสารมีรูปแบบการใช้งานที่แตกต่างจากดาวเทียมประเภทอื่น ๆ เช่น ดาวเทียมตรวจอากาศหรือดาวเทียมดาราศาสตร์ ซึ่งดาวเทียมชนิดเหล่านี้ทำหน้าที่ตรวจวัดข้อมูลต่าง ๆ และส่งข้อมูลที่ได้เหล่านั้นกลับลงมายังพื้นโลก แต่สำหรับดาวเทียมสื่อสารแล้วจะทำหน้าที่เพียงเป็นอุปกรณ์ทวนสัญญาณระหว่างสถานีภาคพื้นดินบนผิวโลกเท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปจะมีการใช้งานดาวเทียมสื่อสารเมื่อพบว่าไม่สามารถส่งสัญญาณระหว่างสถานีต้นทางและสถานีปลายทางบนผิวโลกให้เป็นแนวเส้นตรงได้ เนื่องจากความโค้งของผิวโลก สถานีภาคพื้นดินต้นทางจะทำการส่งสัญญาณข้อมูลไปยังดาวเทียมสื่อสารและดาวเทียมสื่อสารก็จะส่งสัญญาณข้อมูลนั้น กลับสู่ผิวโลกไปยังสถานีภาคพื้นดินปลายทาง โดยทั่วไปดาวเทียมสื่อสารที่ถูกใช้งานในลักษณะนี้จะมีชื่อเรียกว่า สถานีทวนสัญญาณ (Repeater Station)

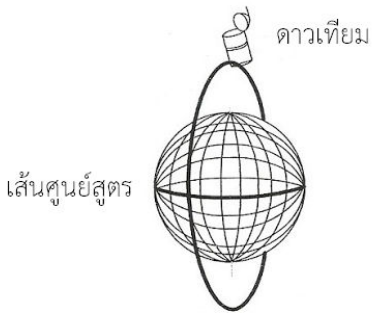
ดังนั้น การสื่อสารผ่านดาวเทียม เป็นการใช้ดาวเทียมเป็นอุปกรณ์ในการทวนสัญญาณ โดยจะทำหน้าที่ในการรับและส่งสัญญาณกับสถานีบนพื้นโลก เพื่อให้การสื่อสารไปได้ไกลขึ้นและครอบคลุมทุกพื้นที่บนผิวโลก

3. วงโคจรของดาวเทียม

การโคจรของดาวเทียมนั้นมีพื้นฐานมาจากหลักการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วสูง ที่ว่าถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก ๆ ประมาณ 8 กิโลเมตรต่อวินาที วัตถุจะไม่ตกลงสู่พื้นโลกและสามารถเคลื่อนที่รอบโลกได้ และจะรักษาความเร็วของการเคลื่อนที่เอาไว้ ซึ่งหลักการโคจรของดาวเทียมก็เช่นกัน ถ้าดาวเทียมเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงโดยหนีแรงดึงดูดของโลกก็จะทำให้ดาวเทียมสามารถโคจรรอบโลกได้ (ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2551 : 66-67 และอสมท. 2558ก : 3) ซึ่งวงโคจรของดาวเทียมสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้ คือ

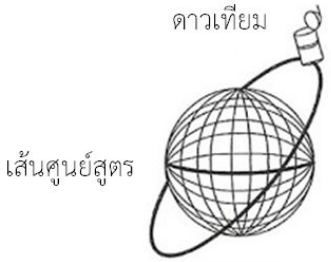
3.1 วงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun-Synchronous Orbit) เป็นวงโคจรในแนวเหนือ-ใต้ ผ่านแนวละติจูดหนึ่งที่เวลาท้องถิ่นเดียวกัน ซึ่งดาวเทียมที่ใช้ในวงโคจรแบบนี้ส่วนใหญ่ได้แก่ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ วงโคจรแบบนี้จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

3.1.1 โพล่าออบิท (Polar Orbit) เป็นวงโคจรที่มีลักษณะเป็นวงกลมโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขั้วโลก ซึ่งวงโคจรนี้จะมีระยะความสูง 500-1000 กิโลเมตรจากพื้นโลก เป็นวงโคจรระดับต่ำ เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 28,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมงหรือ 90 นาทีต่อรอบ ดังภาพที่ 4.1

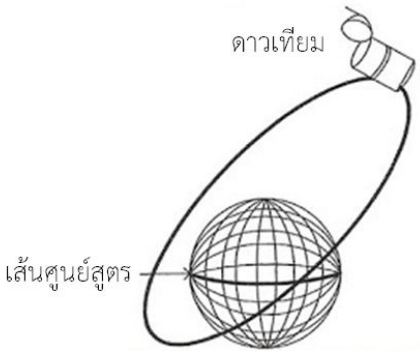


ภาพที่ 4.1 วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์แบบโพล่าออบิท
ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 67)

3.1.2 อินไคล ออบิท (Inclined Orbit) เป็นวงโคจรที่มีลักษณะเป็นทั้งวงกลมและวงรี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเฉียงหรือมุมที่ทำกับระบบนาบศูนย์สูตร ซึ่งวงโคจรนี้จะมีระยะความสูง 5,000-13,000 กิโลเมตรจากพื้นโลก ดังภาพที่ 4.2 และ 4.3

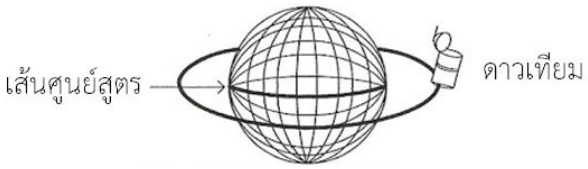


ภาพที่ 4.2 อินไคลออบิทที่มีวงโคจรที่มีลักษณะเป็นวงกลม
ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 67)



ภาพที่ 4.3 อินไคลออบิทที่มีวงโคจรที่มีลักษณะเป็นวงรี
ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 67)

3.2 วงโคจรแบบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าโลกหมุน (Equatorial Orbit) เป็นวงโคจรรูปวงกลมตามแนวระนาบกับเส้นศูนย์สูตร โดยเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วที่โลกหมุนรอบตัวเอง ซึ่งจะใช้เวลาในการโคจร 24 ชั่วโมงต่อรอบ ทำให้เหมือนกับว่าดาวเทียมลอยนิ่งอยู่กับที่ จึงเรียกวงโคจรนี้ว่า วงโคจรค้างฟ้า ระยะความสูงของตัวดาวเทียมจากพื้นโลกมีค่าประมาณ 35,800 กิโลเมตร ดังภาพที่ 4.4



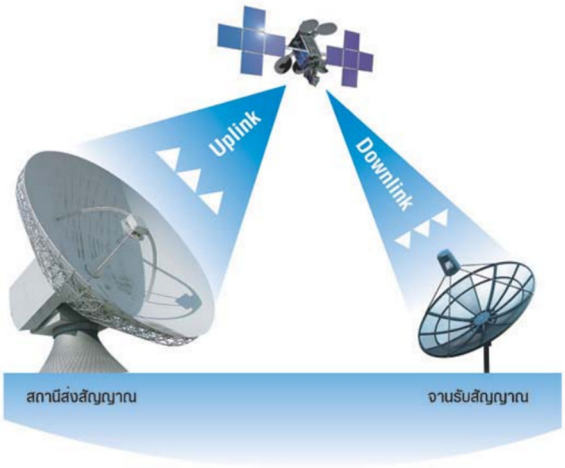
ภาพที่ 4.4 วงโคจรค้างฟ้า
ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 67)

ดาวเทียมจะโคจรรอบโลกตามแนวการหมุนของโลกหรือในแนวเส้นศูนย์สูตรซึ่งวงโคจรของดาวเทียมเมื่อแบ่งตามระยะความสูงจากพื้นโลกสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะ (อสมท. 2558ข : 5) คือ

1. วงโคจรระดับต่ำ (Low Earth Orbit) วงโคจรนี้อยู่สูงจากพื้นโลกไม่เกิน 1,000 กิโลเมตร ดาวเทียมที่มีวงโคจรลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในการสำรวจสภาวะแวดล้อม และสังเกตการณ์ ซึ่งไม่สามารถใช้งานครอบคลุมบริเวณใดบริเวณหนึ่งได้ตลอดเวลา
2. วงโคจรระยะปานกลาง (Medium Earth Orbit) วงโคจรนี้อยู่สูงจากพื้นโลกตั้งแต่ 1,000 กิโลเมตรขึ้นไป ส่วนใหญ่จะใช้ในด้านอุตุนิยมวิทยาและเพื่อใช้ติดต่อสื่อสารในบางพื้นที่
3. วงโคจรประจำที่ (Geostationary Earth Orbit) วงโคจรนี้จะอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,800 กิโลเมตร ซึ่งเป็นเส้นทางโคจรอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร ดาวเทียมที่มีวงโคจรลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะเพื่อการสื่อสาร

4. การสื่อสารผ่านดาวเทียม

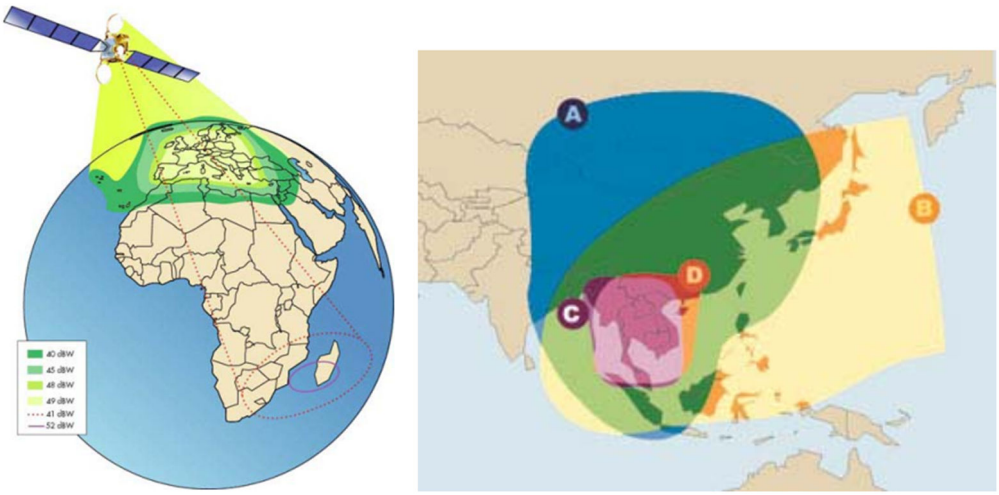
ดาวเทียมที่ใช้ในการสื่อสารสามารถกระทำได้โดยสถานีภาคพื้นดินส่งคลื่นความถี่ไมโครเวฟผสมสัญญาณข่าวสารขึ้นไปยังดาวเทียม ซึ่งจะเรียกว่าความถี่เชื่อมโยงขาขึ้น (Up-Link Frequency) โดยปกติความถี่ไมโครเวฟขาขึ้นจะใช้ประมาณ 6 GHz เครื่องรับภายในตัวดาวเทียมจะรับสัญญาณเข้ามาแล้วทวนสัญญาณให้แรงขึ้นพร้อมกำจัดสัญญาณรบกวนออกไป ก่อนส่งสัญญาณกลับมายังพื้นโลก ทั้งนี้ดาวเทียมจะทำการเปลี่ยนความถี่คลื่นไมโครเวฟให้แตกต่างไปจากความถี่ขาขึ้นก่อน แล้วจึงส่งความถี่ไมโครเวฟที่ผสมสัญญาณข่าวสารกลับลงมาเรียกว่า ความถี่เชื่อมโยงขาลง (Down-Link Frequency) โดยปกติความถี่ไมโครเวฟขาลงจะใช้ประมาณ 4 GHz (ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2551 : 76-77) ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 การใช้ดาวเทียมสื่อสารในการทวนสัญญาณไมโครเวฟ
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 6)

สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 18) อธิบายว่า ฟุตปริ้นท์ (Foot Print) คือ ลำคลื่นสัญญาณดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นโลก ดาวเทียมแต่ละดวง จะมีฟุตปริ้นท์ที่แตกต่างกันไป โดยสัญญาณที่ส่งจะเข้มที่สุดตรงจุดศูนย์กลาง และจะค่อย ๆ จางลงเมื่อออกจากจุดศูนย์กลาง

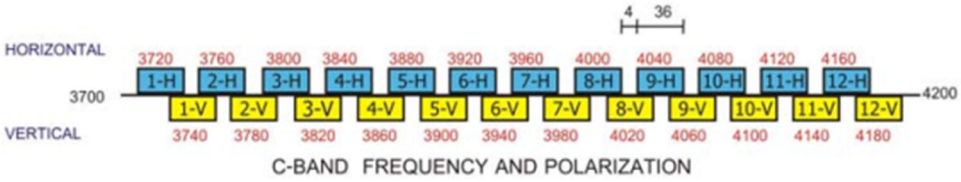
สัญญาณคลื่นไมโครเวฟที่ส่งจากดาวเทียมลงมายังพื้นโลกเราเรียกว่า บีม (Beam) (มีลักษณะเป็นเงาเหมือนลำแสงไฟ) โดยสามารถที่จะควบคุมให้บีมลงยังพื้นที่เป้าหมายตามต้องการ ซึ่งมีระบบการควบคุมจากสถานีภาคพื้นดิน และจากแผนที่โลกฟุตปริ้นท์ C และ D จะเป็นของระบบ KU-Band ส่วนฟุตปรินท์ A และ B จะเป็นของระบบ C-Band ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ลักษณะของดาวเทียมบีมลำคลื่นลงบนพื้นผิวโลกและฟุตปริ้นท์
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 19)

ไพโรจน์ ไววานิชกิจ และกมล เขมะรังสี (2539 : 192) ได้กล่าวว่า ทรานสปอนเดอร์ (Transponder) คือ อุปกรณ์รับสัญญาณและอุปกรณ์ส่งสัญญาณภายในตัวดาวเทียมจะถูกรวมเข้าไว้เป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน เรียกว่า ทรานสปอนเดอร์ ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ถูกส่งขึ้นมาจากสถานีภาคพื้นดินและแปลงความถี่ที่ได้รับให้เป็นความถี่ใหม่ส่งกลับมายังพื้นโลก

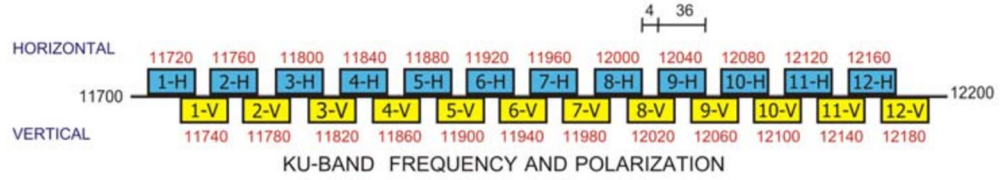
แนวขั้วของคลื่น (Polarization) ช่วงกว้างความถี่ดาวเทียมมีความกว้างของคลื่น (Bandwidth : BW) อย่างจำกัดช่องความกว้างของคลื่นในระบบ C-Band เท่ากับ 480 MHz ซึ่งหนึ่งช่องสัญญาณ (Transponder : TP) จะมี Bandwidth 40 MHz = 480/40 = 12 TP หากส่งเพียงขั้วเดียวก็จะส่งได้เพียง 12 ช่องสัญญาณ โดยการส่งในระบบ C-Band ของดาวเทียมไทยคม ความถี่จะเริ่มตั้งแต่ 3720-4160 MHz [H] สำหรับแนวนอน Horizontal และ 3710-4180 MHz [V] สำหรับแนวตั้ง Vertical ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ความถี่ในการส่งสัญญาณระบบ C-Band และขั้วของคลื่น
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 19)

การส่งสัญญาณในระบบ KU-Band ของดาวเทียมไทยคม จะมี Bandwidth เท่ากับ 480 MHz โดยแบ่งเป็น KU High และ KU Low คือ 11,700-12,180 = 480 MHz = 480/40 = 12 TP

สามารถส่งได้ 12 ช่องสัญญาณ โดยสัญญาณแนวนอน Horizontal เริ่มตั้งแต่ความถี่ 11,720-12,160 MHz [H] ส่วนแนวตั้ง Vertical เริ่มตั้งแต่ความถี่ 11,740-12,180 MHz [V] ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นเพื่อให้ช่องส่งสัญญาณได้มากขึ้น วิธีการที่นำมาใช้คือ ส่งสัญญาณซ้อนกันไปโดยที่ส่งไปคนละขั้วคลื่นกัน คือทาง Vertical และ Horizontal ซึ่งต่อไปใช้คำย่อว่า V และ H เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนกันของความถี่ จึงแก้ปัญหาโดยชิฟความถี่ (Frequency Shifting) ให้สลับกัน ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ความถี่ในการส่งสัญญาณระบบ KU-Band และขั้วของคลื่น
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 19)

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ดาวเทียมเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีภาคพื้นดินและดาวเทียมที่ลอยอยู่บนอวกาศเหนือพื้นโลก ทำหน้าที่เป็นสถานีทวนสัญญาณสำหรับการสื่อสาร มีวงโคจรตามแนวการหมุนของโลกหรือในแนวเส้นศูนย์สูตร และดาวเทียมที่ทำหน้าที่ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ ในแนวเหนือ-ใต้ ผ่านแนวละติจูดหนึ่งที่เวลาท้องถิ่นเดียวกัน โดยลำคลื่นที่บีมลงบนผิวโลกเรียกว่าฟุตปริ้นท์ โดยใช้ย่านความถี่ C-Band และ KU-Band

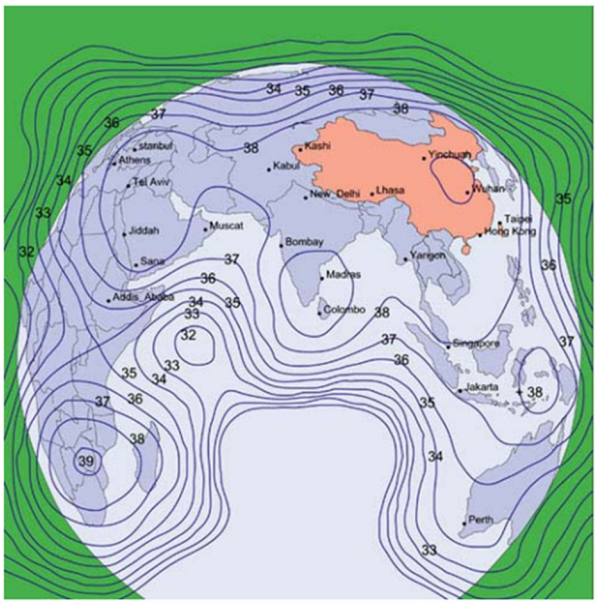
กำลังส่งและการคำนวณหาอัตราส่วนความกว้างของจานรับสัญญาณดาวเทียม

การออกแบบจานรับสัญญาณดาวเทียมจะอาศัยการหาระดับสัญญาณในแต่ละพื้นที่เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราส่วนความกว้างของจานรับสัญญาณดาวเทียมของแต่ละระบบสัญญาณ มีหลักการดังนี้

เมื่อดาวเทียมส่งสัญญาณลงมาบนพื้นโลก โดยการบีมลำคลื่นให้ครอบคลุมในแต่ละพื้นที่ และระบบสัญญาณ C-Band และ KU-Band โดยฟุตปริ้นท์ที่ปรากฏสามารถหาค่าความแรงของสัญญาณดาวเทียมที่ส่งลงมาเพื่อนำมาคำนวณหาขนาดความกว้างของหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียม (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด. 2552ก : 22-23) ได้ดังนี้

1. EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)

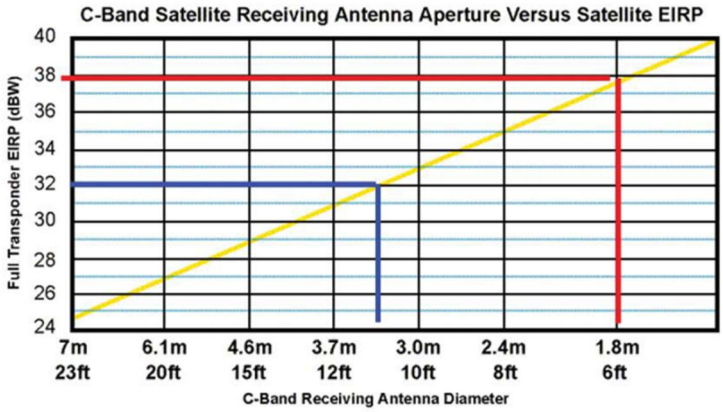
ค่า EIRP มีหน่วยวัดเป็น dBW (Decibel Watt) เป็นค่าความแรงของสัญญาณดาวเทียมที่ส่งลงมา ค่า EIRP ในแต่ละพื้นที่ก็มีความแรงไม่เท่ากัน สังเกตได้จากเส้นขีดเป็นวง ๆ บนแผนที่โลก ค่าความแรงจะเริ่มจากวงในสุดจะมีความแรงมากสุด แต่ละค่าจะลดลงตามวงที่เลื่อนออกไป จากภาพเป็นการให้บริการระบบ C-Band ค่าความแรงสูงสุดจากวงในจะอยู่ที่ 39dBW วงรอง 38dBW. 37dBW, 36dBW ตามลำดับ และอ่อนที่สุด 32dBW ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 แผนที่ EIRP ของระบบ C-Band
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 22)

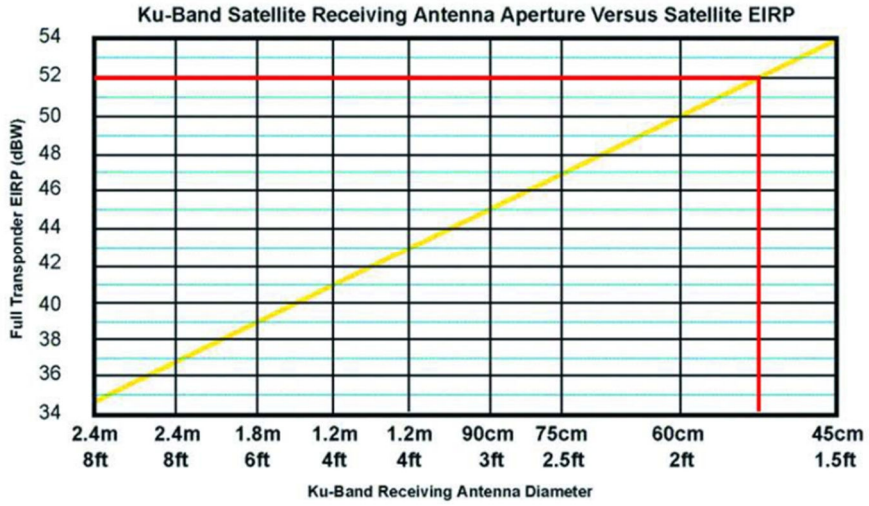
2. การหาอัตราส่วนความกว้างหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียม

ระบบ KU-Band จะมี EIRP ที่แรงกว่าของ C-Band เนื่องจากพื้นที่ให้บริการเล็กกว่าทำให้ค่าความเข้มของสัญญาณมากกว่า C-Band ซึ่งวงในสุดจะมีค่า 52dBW, 51dBW, 50 dBW. 49dBW และวงนอกต่ำสุด 47dBW ค่าความแรงของสัญญาณเป็นตัวกำหนดความกว้างของหน้าจานที่มาใช้รับสัญญาณของดาวเทียมดวงนั้น ๆ การที่เรารู้ค่าความแรงของสัญญาณที่ส่งให้เรารู้ว่าสัญญาณของดาวเทียมดวงนี้ต้องการใช้ขนาดหน้าจานเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter) เท่าไรมารับสัญญาณ เพื่อให้ผู้ติดตั้งจานดาวเทียมเกิดความสะดวก จึงแสดงตารางการคำนวณขนาดหน้าจาน C-Band ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ตารางคำนวณหาขนาดของหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียม C-Band
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 23)

การคำนวณหาขนาดหน้าจาน KU-Band สามารถใช้ความแรงของสัญญาณมากำหนดลงบนตารางคำนวณ ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ตารางคำนวณหาขนาดของหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียม KU-Band
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 23)

ในกรณีการคำนวณขนาดจานตามค่าที่คำนวณได้จากตาราง ERIP ที่ให้มาจะเผื่อค่าขนาดไว้ 30% หมายความว่า ขนาดของจานที่คำนวณได้นั้นเมื่อใช้ขนาดจริงรับสัญญาณจะสามารถเล็กลงได้อีก โดยเอาเลข 0.7 คูณด้วยจำนวนขนาดหน้าจานที่หาได้ เช่น 50 x 0.7 = 35 คือใช้หน้าจานขนาด 35 เซนติเมตร ก็รับได้ นั่นก็คือ การที่ให้ขนาดหน้าจานเผื่อไว้ในบางครั้งสัญญาณอาจเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น บีมของสัญญาณเคลื่อน อากาศชื้น ฝนตกสัญญาณส่งลงมาเกิดการสูญเสีย (Loss) ไป หากใช้จานขนาดใหญ่การรับภาพก็เป็นปกติ อย่างไรก็ตาม ระบบ C-Band จะไม่เกิดปัญหาดังกล่าว เพราะความถี่ของระบบนี้ต่ำกว่าของ KU-Band จึงไม่มีปัญหา ในระบบ C-Band หากคำนวณจากตารางแล้วได้ค่าหน้าจาน 180 เซนติเมตร คูณด้วย 0.7 ขนาดจาน 126 เซนติเมตร ก็รับได้ โดยไม่เกิดปัญหาเหมือนกับระบบ KU-Band ลักษณะของจานดาวเทียบระบบ C-Band และ KU-Band ดังภาพที่ 4.12

ก) จานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ C-Band

ข) จานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ KU-Band

ภาพที่ 4.12 ลักษณะของจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ C-Band และ KU-Band
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 24)

ตำแหน่งของดาวเทียมและการหาตำแหน่งดาวเทียม

การหาตำแหน่งของดาวเทียมมีประโยชน์ในการหันหน้าจานไปที่ดาวเทียมดวงนั้น ๆ เพื่อรับสัญญาณ โดยการคำนวณหาพิกัดดาวเทียมอ้างอิงจากตำแหน่งจุดรับสัญญาณบนพื้นโลก (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 29) ดังนี้

1. ตำแหน่งดาวเทียม

ในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมจะต้องคำนวณหาตำแหน่งของดาวเทียมดวงที่จะรับสัญญาณนั้นอยู่ที่ตำแหน่งอะไร เพื่อให้สามารถหันหน้าจานไปยังดาวเทียมได้ถูกต้อง ซึ่งดาวเทียมทุกดวงจะอยู่ที่แนวเส้นศูนย์สูตร โดยได้รับอนุญาตจากองค์การดาวเทียมระหว่างประเทศ หรือเรียกว่า ITU (International Telecommunication Union) และดาวเทียมทุกดวงจะมีเลขท้ายต่อจากชื่อ ตัวเลขที่ต่อจากชื่อคือตำแหน่งเส้นแวง (Longitude) ที่ดาวเทียมดวงนั้น ๆ ประจำอยู่ ซึ่งประเทศไทยได้พิกัดของดาวเทียมอยู่ 2 ตำแหน่ง คือ 78.5°E และ 120°E และตำแหน่งของดาวเทียมดวงอื่น ๆ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ดาวเทียมและตำแหน่งของดาวเทียม

C-Band	
องศา	**ชื่อดาวเทียม**
169.0 E	PAS 2
166.0 E	PAS 8
148.0 E	Measat 2
146.0 E	Agila 2
138.0 E	Telstar 18

C-Band	
องศา	**ชื่อดาวเทียม**
95.0 E	NSS 6
91.5 E	Measat 1
88.0 E	ST1
87.5 E	Chinasatar 1
83.0 E	Insat 2E

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

C-Band	
องศา	**ชื่อดาวเทียม**
134.0 E	Apstar 6
128.0 E	JCSAT 3
122.2 E	Asiasat 4
120.0 E	Thaicom 1A
113.0 E	Palapa C2
108.0 E	Telkom 1
105.5 E	Asiasat 3S
100.5 E	Asiasat 2

C-Band	
องศา	**ชื่อดาวเทียม**
78.5 E	Thaicom 2/5
76.5 E	Telstar 10
68.5 E	PAS 7/10

KU-Band	
องศา	**ชื่อดาวเทียม**
95.0 E	NSS 6
78.5 E	Thaicom 2/5

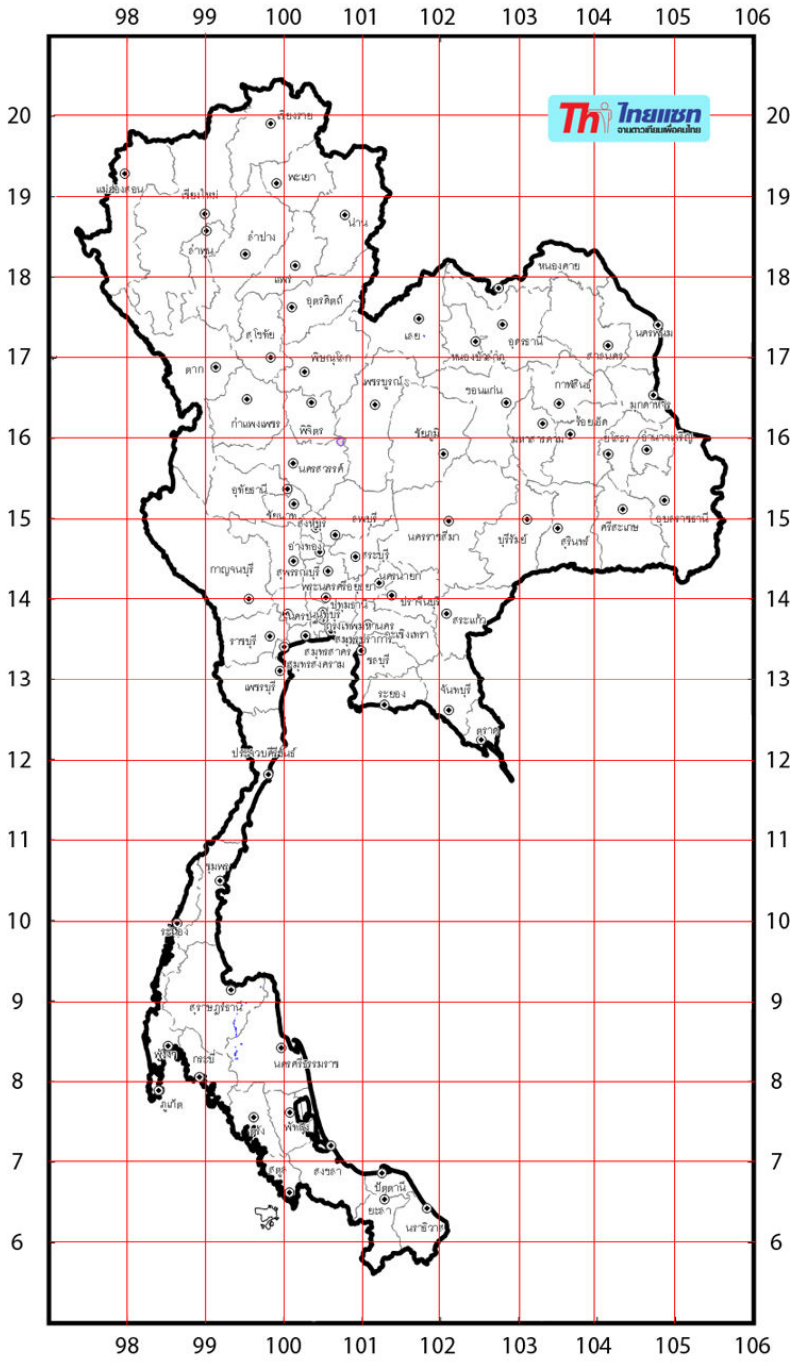
ที่มา : ตารางมุมก้มเงยแบบ FIX (ม.ป.ป. : 1)

2. การคำนวณหาตำแหน่งดาวเทียม สามารถคำนวณได้ดังนี้

2.1 ตำแหน่งของประเทศไทยบนแผนที่โลก ประเทศไทยอยู่ซีกโลกทางด้านเหนือ โดยมีพิกัดอยู่ที่เส้นแวง (Longitude) 97-106°E องศาตะวันออก และเส้นรุ้ง (Latitude) 5-20°N องศาเหนือ โดยมีคำอธิบายไว้ (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด. 2552ก : 26) ดังนี้

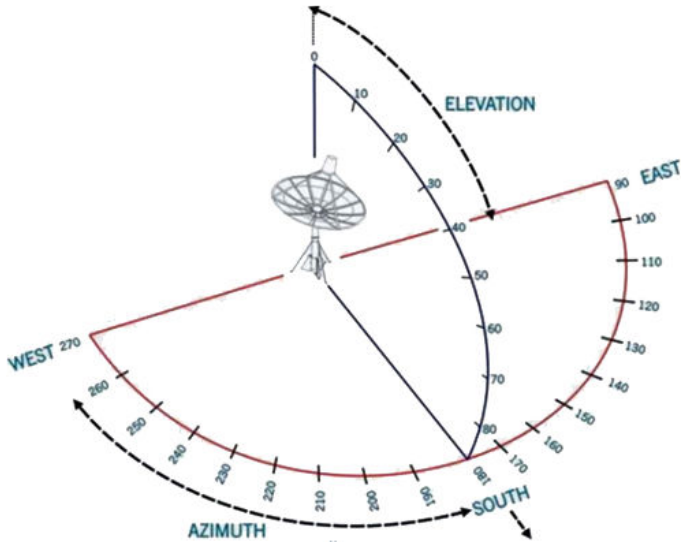
เส้นรุ้ง = Latitude (ละติจูด) คือ เส้นแนวตั้ง
เส้นแวง = Longitude (ลองติจูด) คือ เส้นแนวนอน
เส้นศูนย์สูตร = Equator (อีเควเตอร์) คือ เส้นแบ่งระหว่างซีกโลกเหนือและใต้

สำหรับประเทศไทย มีการแบ่งเส้นรุ้งและเส้นแวงไว้ ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 แผนที่เส้นรุ้งและเส้นแวงของจังหวัดในประเทศไทย
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ข : 79)

2.2 การคำนวณหามุมก้มเงยและมุมส่าย มุมก้มเงย (Elevation : EL) และมุมส่าย (Azimuth : AZ) ใช้ในการวางตำแหน่งของจานรับสัญญาณดาวเทียมในแต่ละพื้นที่ และหันไปในทิศทางที่ดาวเทียมอยู่บนท้องฟ้าโดยให้มีมุมก้มเงยและมุมส่ายที่พอดีกับตำแหน่งของดาวเทียมเพื่อให้สามารถรับสัญญาณได้ชัดเจน ดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 มุมก้มเงยและมุมส่ายของจานรับสัญญาณดาวเทียม
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 29)

วิธีหามุมก้มเงยและมุมส่าย มีการคำนวณดังนี้ (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด. 2552ข : 81)

การหาค่ามุมเงย (Elevation Angle : EL) ดังสมการที่ 4.1

$$EL=\tan^{-1}\left[\frac{\cos\theta\cos\phi-\frac{R}{R+H}}{\sqrt{1-\cos^2\theta\cos^2\phi}}\right] \qquad (4.1)$$

การหาค่ามุมส่าย (Azimuth Angle : AZ)

$$AZ=\tan^{-1}\left[\frac{\tan\phi}{\sin\theta}\right] \qquad (4.2)$$

ตัวอย่างที่ 4.1

ถ้าต้องการรับสัญญาณดาวเทียม Thaicom 2/5 เป็นจานแบบฟิกซ์ที่ จ.บุรีรัมย์ ซึ่งตำแหน่งของเส้นรุ้ง (Latitude) เท่ากับ 14.9 องศา เส้นแวง (Longitude) 103.0 องศา จงหามุมก้มเงยและมุมส่ายของดาวเทียม KU-Band ที่ตำแหน่ง 78.5°E

วิธีทำ

จาก θ = เส้นรุ้งของสถานที่ติดตั้ง (Latitude) = 14.9°E

$\varnothing$ = เส้นแวงของดาวเทียมลบด้วยเส้นแวงของสถานที่ติดตั้ง (Longitude)

= 78.5°- 103.0° ความต่าง = -24.5°

R = รัศมีของโลกเท่ากับ 6,370 กิโลเมตร

H = ระยะความสูงของดาวเทียม 35,680 กิโลเมตร

$$\frac{R}{R+H} = \frac{6{,}370\ km}{6{,}370\ km+35{,}680\ km} = 0.1515$$

มุมเงย EL

$$= \tan^{-1}\left[\frac{(\cos 14.9°)(\cos 24.5°)-0.1515}{\sqrt{1-(\cos^2 14.9°)(\cos^2 24.5°)}}\right]$$

$$= \tan^{-1}(0.7278/0.4761)$$

$$= \tan^{-1}(1.528)$$

= 56.8 องศา

เทียบมุมเงย 90 องศา = 90°-56.8°

จะได้มุมเงย (EL) = 33.19 องศา หรือประมาณ 33 องศา

มุมส่าย AZ

$$= \tan^{-1}\left(\frac{\tan -24.5°}{\sin 14.9°}\right)$$

$$= \tan^{-1}(-0.45/0.26)$$

$$= \tan^{-1}(-1.73)$$

= 59.97 องศา

เทียบกับ 180° กับทิศใต้ = 180° + 59.97°

มุมส่าย (AZ) = 239.97 องศา หรือประมาณ 240 องศา

การรับสัญญาณจากดาวเทียม

ในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมจะต้องเตรียมอุปกรณ์ให้ถูกต้องตามระบบของดาวเทียม ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าระบบส่งสัญญาณดาวเทียมมี 2 ระบบ คือ C-Band และ KU-Band และ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งจะไม่แตกต่างกันมากนัก จะแตกต่างกันเพียงหัว LNB และขนาดหน้าจานเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในงานติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม สามารถแบ่งออกได้ (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด. 2552ก : 36-38) ดังนี้

1. จานรับสัญญาณดาวเทียม ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียม และสะท้อนสัญญาณไปยังจุดโฟกัส (ตำแหน่งที่ติดตั้ง LNB) โดยจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ C-Band จะมีลักษณะส่วนโค้งเป็นพาราโบลิก และหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ KU-Band จะมีลักษณะแบนและเล็กกว่า ดังภาพที่ 4.15

ภาพที่ 4.15 ลักษณะจานระบบ C-Band และ KU-Band
ที่มา : C-Band แตกต่างจาก KU-Band อย่างไร (2557 : 1)

ตารางที่ 4.2 ข้อแตกต่างระหว่างจาน C-Band และ KU-Band

รายละเอียด	C-Band	KU-Band
ความถี่ (GHz)	3.7 – 4.2	10.7 – 13.25
ความเข้มของสัญญาณ	เบากว่า	หนักกว่า
ครอบคลุมพื้นที่	ทั่วโลก	ในประเทศ
ลักษณะของจานรับสัญญาณดาวเทียม	ใหญ่ ตะแกรงโปร่งหรือทึบ (นิยมแบบตะแกรงเพราะเบากว่า)	เล็ก จานทึบ
ขนาดจากดาวเทียม	4-10 ฟุต (120 – 300 เซนติเมตร)	35-75 เซนติเมตร
เครื่องรับสัญญาณ (Receiver)	ไม่แตกต่างกัน	ไม่แตกต่างกัน
ปัญหาฝนตก	ไม่มีปัญหา	มีปัญหาถ้าฝนตกหนัก

ที่มา : C-Band แตกต่างจาก KU-Band อย่างไร (2557 : 1)

2. LNB (Low Noise Block-Down Converter) มีหน้าที่รับสัญญาณดาวเทียมที่จุดโฟกัส แล้วขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้น แล้วแปลงสัญญาณให้มีความถี่ที่ต่ำ (950-1750 MHz) ก่อนส่งออกจาก LNB แล้วส่งผ่านสายนำสัญญาณ RG-6 เข้าสู่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต่อไป โดย LNB สามารถแบ่งออกได้ 4 ชนิด ตามลักษณะการใช้งาน (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุลและกัลป์กานต์ อยู่ยอด. 2552ก : 37) ดังนี้

2.1 LNB C-Band แบบ 1 เอาต์พุต (X1, C1) เหมาะสำหรับติดตั้งจุดเดียว ดังภาพที่ 4.15

ภาพที่ 4.16 LNB C-Band แบบ 1 เอาต์พุต
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 37)

2.2 LNB C-Band แบบ 2 เอาต์พุต (C2A) เหมาะสำหรับติดตั้ง 2 จุด หรือมากกว่า ดังภาพที่ 4.17

ภาพที่ 4.17 LNB C-Band แบบ 2 เอาต์พุต
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 38)

2.3 LNB C & KU-Band แบบ 2 เอาต์พุต (C/KU) เหมาะสำหรับติดตั้งจุดเดียวที่ต้องการรับสัญญาณดาวเทียมทั้งระบบ C-Band และ KU-Band ดังภาพที่ 4.18

ภาพที่ 4.18 LNB C/KU-Band แบบ 2 เอาต์พุต
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 38)

2.4 LNB KU-Band เหมาะสำหรับติดตั้งจุดเดียวหรือหลายจุด ในการรับสัญญาณดาวเทียมของระบบ KU-Band ดังภาพที่ 4.19

ภาพที่ 4.19 หัว LNB KU-Band
ที่มา : หัว LNB Ku-Band (ม.ป.ป. : 1)

3. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Receiver) หรือรีซีฟเวอร์ ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่รับมาจาก LNB ให้ออกมาเป็นสัญญาณภาพและสัญญาณเสียง หรือ RF (Radio Frequency) เพื่อส่งต่อเข้าเครื่องรับโทรทัศน์ นอกจากนี้แล้วรีซีฟเวอร์ยังทำหน้าที่เลือกช่องรายการที่ต้องการชมได้ รีซีฟเวอร์จึงถือว่าเป็นอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญมาก สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (หลักการเลือกซื้อรีซีฟเวอร์, ม.ป.ป. : 1) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นรีซีฟเวอร์แบบฟรีทูแอร์ สามารถรับได้แต่ช่องที่ส่งให้ดูแบบฟรี ทั้งระบบ C-Band และ KU-Band ช่องที่เข้ารหัสจะไม่สามารถดูได้ ตัวอย่างเช่น

1. ทีวีไทย+รายการอื่น ๆ จากดาวเทียม THAICOM 5 (C-Band)
2. DLTV การศึกษา จากดาวเทียม THAICOM 5 (KU-Band)
3. ASTV จากดาวเทียม NSS6 (KU-Band) ฯลฯ

และสามารถแบ่งแยกตามคุณภาพของเครื่องและการใช้งานได้ดังนี้

1. รีซีฟเวอร์แบบมีช่อง AV อย่างเดียว เป็นที่นิยมมากเนื่องจากเป็นรีซีฟเวอร์ราคาถูก ส่วนใหญ่ตัวเครื่องเป็นพลาสติก และได้ตัดฟังก์ชั่น RF OUT ออกไป เนื่องจากโทรทัศน์รุ่นใหม่ ส่วนใหญ่จะมีช่อง AV อยู่แล้ว หรืออาจจะมีช่อง HDMI เพื่อการรับชมในระบบ HD (ยกเว้นจะพ่วงอีกจุดแบบดูช่องเดียวกัน จึงต้องใช้เครื่องแบบมี RF OUT) ดังภาพที่ 4.20

ภาพที่ 4.20 รีซีฟเวอร์แบบธรรมดา ไม่มี RF OUT
ที่มา : หลักการเลือกซื้อรีซีฟเวอร์ (ม.ป.ป. : 1)

2. รีซีฟเวอร์แบบมี RF OUT เป็นรีซีฟเวอร์ที่ใช้สำหรับงานระบบหรือต้องการส่งสัญญาณ RF OUT ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์รุ่นเก่า มีลักษณะ ดังภาพที่ 4.21

ภาพที่ 4.21 รีซีฟเวอร์แบบมี RF OUT
ที่มา : Receiver Ideasat HD รุ่น Top-Ten H21RF (2559 : 1)

กลุ่มที่ 2 เป็นรีซีฟเวอร์แบบถอดรหัสได้ สำหรับรับรายการที่ Scramble หรือเข้ารหัสไว้ เช่น

1. รายการที่เข้ารหัสดาวเทียม THAICOM ระบบ KU-Band ได้แก่ ทีวีไทย 6 ช่อง, True Vision (UBC), DTV

2. รายการที่เข้ารหัสดาวเทียม NSS6 ระบบ KU-Band ได้แก่ IPM

รีซีฟเวอร์ในกลุ่มนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. รีซีฟเวอร์แบบ ถอดรหัสได้ในตัว

1.1 รีซีฟเวอร์ที่ถอดรหัส รายการที่ส่งระบบ KU-Band จากดาวเทียม THAICOM 5 นั้น ได้แก่ รีซีฟเวอร์ DTV ดูทีวีไทย 6 ช่อง และรายการอื่น ๆ ฟรี

1.2 รีซีฟเวอร์ที่ถอดรหัส รายการที่ส่งระบบ KU-Band จากดาวเทียม NSS6 นั้น ได้แก่ รีซีฟเวอร์ IPM Clear ดูทีวีไทย และรายการ IPM ฟรี

2. รีซีฟเวอร์แบบถอดรหัสได้โดยต้อง ใช้การ์ดถอดรหัส

รีซีฟเวอร์รุ่นมีที่เสียบการ์ด จะต้องใช้ร่วมกับการ์ดถอดรหัส จึงจะสามารถรับรายการได้ เสียบการ์ดสมาชิกจึงจะสามารถรับรายการของ True Vision ได้

การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม

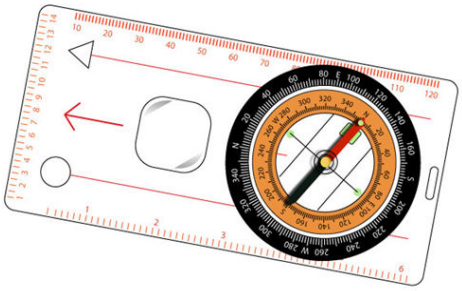
การรับชมรายการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ปัจจุบันนี้เป็นสิ่งที่สะดวกและมีราคาไม่แพง เนื่องจากเทคโนโลยีได้พัฒนาไปเร็วมาก อุปกรณ์การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมก็ถูกลงมากด้วยเช่นกัน สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมก็คือ ตำแหน่งและทิศทางของการหันหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียม และลักษณะในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมมีดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการหาตำแหน่งดาวเทียม มี 2 ชิ้นที่สำคัญ (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด. 2552ก : 33-34) ดังนี้

1. เครื่องมือวัดมุม (Angle) ใช้ในการวัดมุมก้ม-เงย ของจานรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อให้หันหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียมชี้ไปที่ตำแหน่งของดาวเทียมบนท้องฟ้า ดังภาพที่ 4.22

ภาพที่ 4.22 เครื่องวัดมุม
ที่มา : เครื่องวัดมุมแบบละเอียด (ม.ป.ป. : 1)

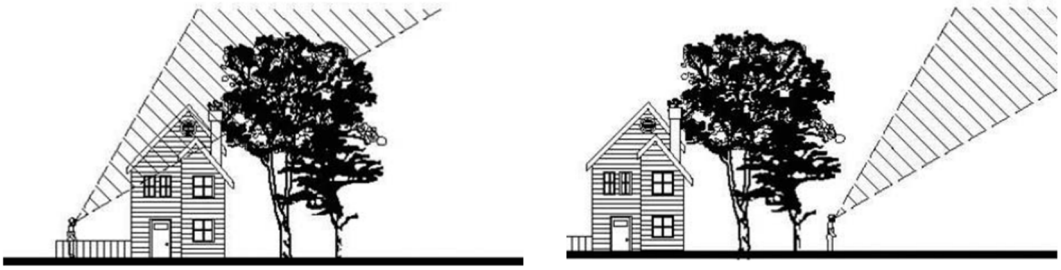
2. เครื่องมือปรับมุมส่าย (เข็มทิศ) ใช้ในการหามุมส่ายของหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียม เพื่อให้หน้าจานรับสัญญาณดาวเทียมหันมุมในแนวระนาบไปในทิศทางของดาวเทียมบนท้องฟ้า ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.23 เข็มทิศ
ที่มา : เข็มทิศปรับจานดาวเทียม (2556 : 1)

การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม ระบบ C-Band (สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด. 2552ก : 52) มีขั้นตอนดังนี้

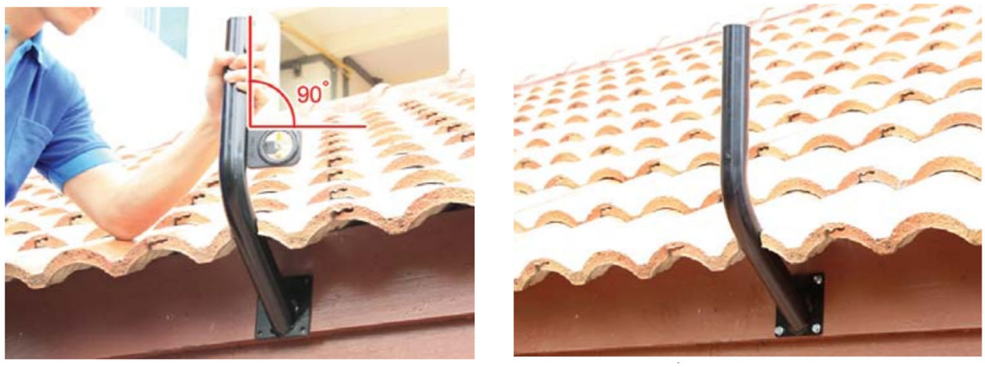
1. สำรวจพื้นที่ติดตั้งจาน โดยหันหน้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (240 องศา) ยกมือขึ้นทำมุม 30 องศา ดูว่ามีอะไรบังในทิศทางที่จะรับสัญญาณดาวเทียมหรือไม่ ถ้ามีสิ่งกีดขวางหรือบดบังทิศทางการรับสัญญาณให้เปลี่ยนตำแหน่งใหม่ ดังภาพที่ 4.24



ก) มีสิ่งกีดขวาง ข) ไม่มีสิ่งกีดขวาง

ภาพที่ 4.24 การวางทิศทางในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 52)

2. เลือกตำแหน่งติดตั้งเสาจานให้เหมาะสม ควรติดตั้งในบริเวณที่เป็นปูนเพื่อไม่ให้จานขยับเขยื้อนได้ และต้องมีลักษณะเป็นระนาบ 90 องศา เพื่อไม่ให้องศาเลื่อนไปจากตำแหน่งที่คำนวณไว้ แต่หากต้องติดตั้งบนผนังไม้ควรเลือกติดตั้งในบริเวณที่มั่นคงแข็งแรง เช่น เสาไม้ หรือเชิงชาย เป็นต้น ดังภาพที่ 4.25



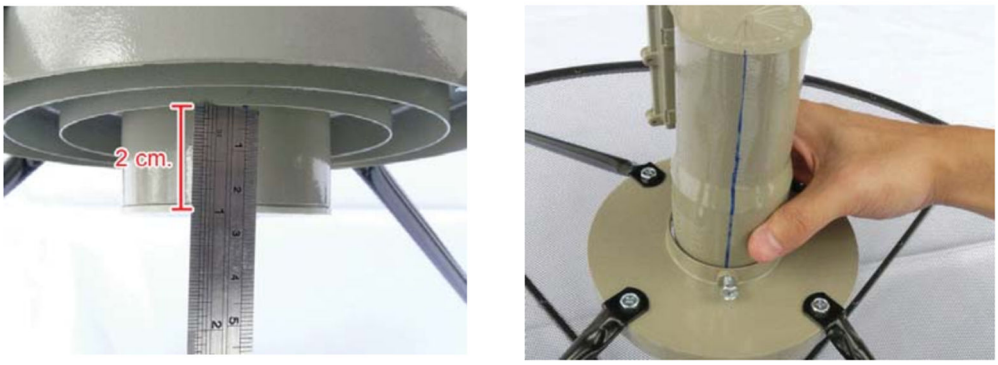
ภาพที่ 4.25 ลักษณะการติดตั้งเสาบนเชิงชาย
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 53)

3. ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของจาน เริ่มต้นด้วย ประกอบชุดก้มเงยเข้ากับคอจาน ประกอบใบจาน ติดตั้งก้านฟีด นำแผ่นสกาลาร์ริงมายึดติดกับก้านฟีด ทั้งหมดนี้นำไปสวมเข้ากับเสายึด น็อตพอหลวม ๆ เพื่อให้สามารถปรับแต่งจานได้ ดังภาพที่ 4.26 และ 4.27

ภาพที่ 4.26 ชุดก้มเงยที่ประกอบเข้ากับคอจานเรียบร้อยแล้ว
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 55)

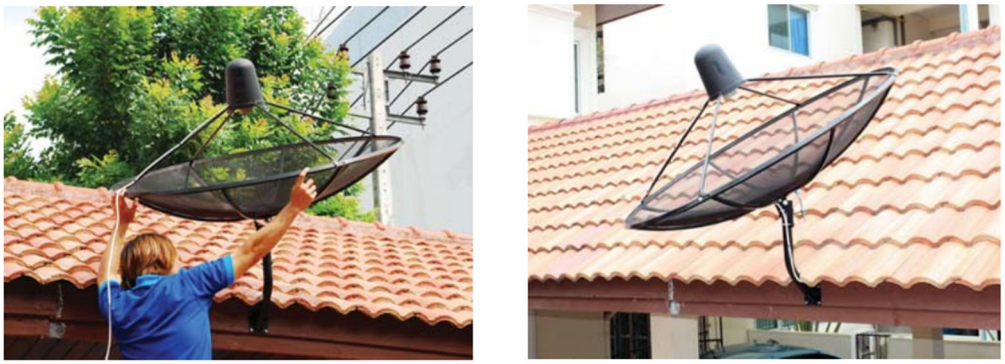
ภาพที่ 4.27 ใบจานที่ติดตั้งก้านฟีดและสกาล่าร์ริง
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 57)

4. ติดตั้งหัวรับสัญญาณ LNB เข้ากับสกาล่าร์ริง โดยติดตั้งให้ปลายของ LNB เลยแผ่นสกาล่าร์ริงลงมาประมาณ 2 เซนติเมตร จากนั้นหันตำแหน่ง 240 องศาไปด้านหน้าจาน ดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 การติดตั้งหัว LNB เข้ากับสกาล่าร์ริง
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 57-58)

5. เดินสายสัญญาณ RG-6 จากขั้วต่อ F-Type ของหัว LNB เข้ากับรีซีฟเวอร์ แล้วทำการปรับหมุนจานให้ตรงกับตำแหน่งมุมก้มเงยและมุมส่าย สังเกตระดับเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณความแรงและคุณภาพของสัญญาณจะต้องมากพอเพื่อให้สามารถรับสัญญาณได้ดีในกรณีท้องฟ้าปิด เมื่อคุณภาพของสัญญาณแรงมากพอแล้วให้ทำการยึดน็อตทุกตัวให้แน่น เก็บสายให้เรียบร้อยและใส่หมวกครอบ LNB เพื่อกันน้ำฝน ดังภาพที่ 4.29



ภาพที่ 4.29 การปรับแต่งจานและการติดตั้งแล้วเสร็จ
ที่มา : สมพร ธีระโรจนพงษ์, ศุภร ผงสุวรรณกุล และกัลกานต์ อยู่ยอด (2552ก : 62)

การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม ระบบ KU-Band สำหรับดาวเทียมไทยคม 5 มีขั้นตอน (การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม ระบบ KU-Band บนดาวเทียมไทยคม 5. ม.ป.ป. : 1) ดังนี้

1. หาตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมว่าอยู่ ณ ตำแหน่ง Latitude (Lat.) และ Longitude (Long.) ที่เท่าไร เพื่อจะหาค่ามุมส่าย (Azimuth : AZ) และมุมเงย (Elevation : EL) ในการติดตั้งจานเพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมไทยคม 5
2. เมื่อทราบสามารถหาตำแหน่ง Latitude และ Longitude แล้วสามารถหาค่ามุมส่าย (AZ) และมุมเงย (EL) ได้จากการคำนวณ หรือจากคู่มือการติดตั้ง
3. สำรวจทิศทางมุม ที่จะหันหน้าจานไปรับสัญญาณจากดาวเทียมไทยคม 5 ว่าต้องไม่มีสิ่งกีดขวางบดบังการรับสัญญาณ
4. เมื่อได้ตำแหน่งติดตั้งจานที่ไม่มีสิ่งบดบังแล้ว ก็เริ่มทำการติดตั้งเสาโดยต้องติดตั้งให้ทำมุม 90 องศาทั้ง 4 ด้าน หากไม่ได้ 90 องศา ให้ใช้แหวนรองน็อต รองใต้แป้นเหล็กเพื่อปรับองศาของผนังยึด
5. ติดตั้งจานเข้ากับเสาโดยหันหน้าจานไปทางทิศทางที่ได้ทำการคำนวณไว้ (คือมุมส่าย (AZ) และมุมเงย (EL)) ซึ่งการติดตั้งในประเทศไทยนั้นหากรับสัญญาณจากดาวเทียมไทยคม 5 สามารถปรับจานรับสัญญาณจากดาวเทียมให้มี มุมส่าย (AZ) ประมาณเท่ากับ 240 องศา และมี มุมเงย (EL) ประมาณ 60 องศา โดยประมาณแล้วค่อยมาทำการปรับแต่งละเอียดอีกครั้งภายหลังเพื่อรับสัญญาณได้แรงมากที่สุด
6. สำหรับระบบ KU-Band ประกอบหัว LNB เข้ากับแขนจับ LNB และหันหน้าเข้าหาจาน แล้วบิดขั้วใส่สายสัญญาณของ LNB ไปที่ทิศทางประมาณ 4 -5 นาฬิกา ดังภาพที่ 4.30

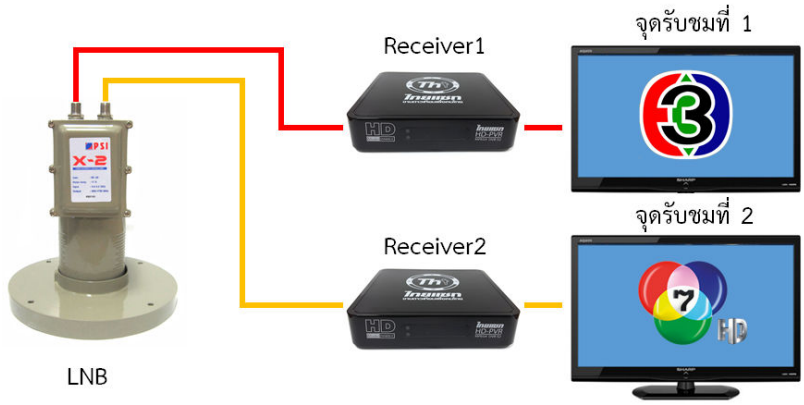
ภาพที่ 4.30 การวางตำแหน่งขั้วของ LNB ระบบ KU-Band

7. เมื่อติดตั้งตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว ก็ให้เปิดรีซีฟเวอร์เพื่อทดสอบการรับสัญญาณ หากมีระดับคุณภาพของสัญญาณไม่ดีพอ ให้ปรับจนกว่าจะได้ค่าที่มากที่สุด เสร็จแล้วยึดน็อตให้เรียบร้อย

รูปแบบการติดตั้งเพื่อรับชมหลายจุด

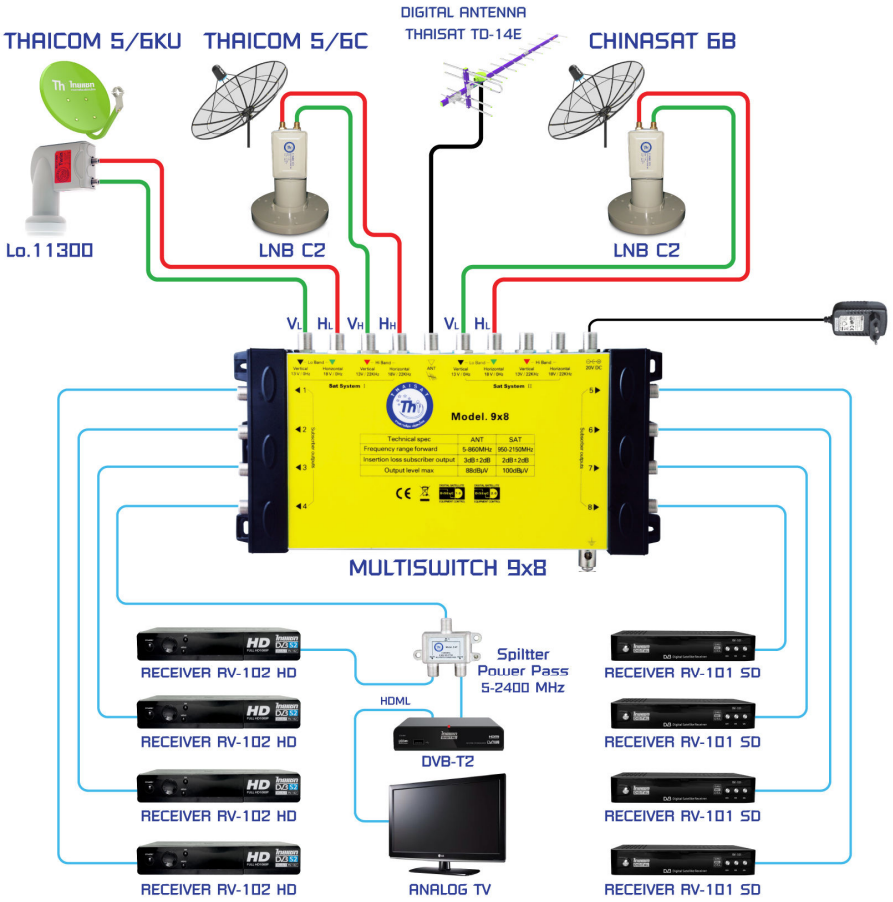
ปัจจุบันการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมมีความนิยมมากขึ้น ประกอบกับอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมมีราคาถูกลง ทำให้ผู้รับชมสามารถเพิ่มจุดรับชมให้มากขึ้นได้ ซึ่งการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อให้สามารถรับชมได้หลายจุดพร้อม ๆ กัน มีหลายเทคนิค โดยผู้เขียนได้ใช้ประสบการณ์ในการออกแบบระบบ (เครื่องรับสัญญาณ HD Mini. ม.ป.ป. : 2) ดังนี้

1. กรณีรับชมอิสระ 2 จุด ในระบบ C-Band และ KU-Band โดยใช้หัว LNB แบบ 2 ขั้ว สามารถติดตั้งตามผังการเดินสาย ดังภาพที่ 4.31



ภาพที่ 4.31 ผังการติดตั้งอุปกรณ์ในการรับชม 2 จุดอิสระ
ที่มา : เครื่องรับสัญญาณ HD Mini (ม.ป.ป. : 2)

2. กรณีรับชมอิสระมากกว่า 2 จุด ในระบบ C-Band และ KU-Band โดยใช้หัว LNB แบบ 2 ขั้ว ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อให้สามารถสลับสัญญาณจากจานรับสัญญาณดาวเทียม 3 ดวง และสายอากาศโทรทัศน์ดิจิตอล เข้ากับจุดรับชม 8 จุดด้วย Multi Switch 9x8 สามารถติดตั้งตามผังการเดินสาย ดังภาพที่ 4.32



ภาพที่ 4.32 ผังการต่อจานรับสัญญาณดาวเทียม 3 ดวง โทรทัศน์ดิจิตอล เข้ากับจุดรับชม 8 จุด
ที่มา : Multi Switch 9x8 (2559 : 1)

ดังนั้น การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม สามารถใช้หัว LNB ในการรับสัญญาณและเชื่อมต่อกล่องรับสัญญาณดาวเทียมหรือที่เรียกว่า รีซีฟเวอร์ ซึ่งหัว LNB จะมีแบบขั้วเดียวที่สามารถรับชม Ver และ Hor ได้แบบรวม Ver-Hor กันมาในขั้วเดียว และแบบ 2 ขั้วที่รวม Ver-Hor มาด้วยกันซึ่งสามารถรับชมได้ 2 จุดแยกกันอิสระ ที่เป็น Ver-Hor แยกกันในแต่ละขั้วซึ่งจะต้องใช้ Multi Switch ในการสลับสัญญาณให้ออกมาในแต่ละจุดรับที่แยกกันรับอิสระ

บทสรุป

การสื่อสารผ่านดาวเทียมมีความสำคัญมากในปัจจุบัน เพราะการสื่อสารประเภทนี้ทำให้ขีดจำกัดเรื่องระยะทางหมดไป เพราะการสื่อสารผ่านดาวเทียมจะอาศัยดาวเทียมทำหน้าที่เป็นสถานีทวนสัญญาณ จึงทำให้คำว่า ย่อโลก เป็นไปได้ ทำให้เราสามารถติดต่อสื่อสารกับอีกซีกโลกหนึ่งด้วยเวลาเพียงไม่กี่วินาที นอกจากนี้ดาวเทียมยังทำหน้าที่ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ใช้ในการสื่อสาร ใช้ในการกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก และดาวเทียมยังใช้ในการส่งข้อมูลข่าวสาร ส่งสัญญาณถ่ายทอดโทรทัศน์เพื่อให้ทุกคนได้รับข้อมูลข่าวสารได้พร้อม ๆ กัน ในการสื่อสารดาวเทียม

จะต้องศึกษาเกี่ยวกับระบบส่งและระบบรับสัญญาณของดาวเทียม ประกอบไปด้วย ความถี่ดาวเทียม ฟุตปริ้นท์ บีมลำคลื่น ทรานสปอนเดอร์ แนวขั้วของคลื่น ซึ่งเป็นพื้นฐานของการสื่อสารดาวเทียม ในการคำนวณจานรับสัญญาณเพื่อรับสัญญาณดาวเทียม ก็จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับความแรงของสัญญาณในแต่ละพื้นที่ ความถี่ย่าน C-Band และความถี่ย่าน KU-Band เพื่อให้สามารถนำค่าที่ได้มาออกแบบจานรับสัญญาณ จากนั้นก็ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับตำแหน่งของดาวเทียม เพื่อที่จะคำนวณทิศทางในการหันจานรับสัญญาณไปยังตำแหน่งของดาวเทียมที่อยู่บนท้องฟ้าได้ถูกต้อง โดยอาศัยตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกของจานรับสัญญาณแล้วทำมุมกับดาวเทียมโดยการใช้สูตรคำนวณหา มุมก้ม-เงย มุมส่าย เป็นต้น เพื่อให้การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมเป็นไปอย่างถูกต้อง ในบทนี้ก็ได้กล่าวถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบรับสัญญาณดาวเทียม ได้แก่ หัว LNB ชนิดต่าง ๆ ทั้ง C-Band และ KU-Band กล่องรับสัญญาณดาวเทียมหรือรีซีฟเวอร์ และอุปกรณ์ในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม เมื่อทำความเข้าใจแล้วก็จะต้องทำการศึกษาวิธีการติดตั้งอย่างถูกต้องเพื่อให้การรับสัญญาณมีประสิทธิภาพ ทั้งการติดตั้งแบบจุดเดียวและหลายจุด สรุปได้ว่า ในบทนี้จะทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจตั้งแต่กระบวนการรับส่งสัญญาณดาวเทียม การคำนวณจานรับสัญญาณดาวเทียม ตำแหน่งติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม ไปจนถึงการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมด้วยเช่นกัน