ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานผลการวิจัย

ศึกษาวัสดุภายในประเทศที่เหมาะสม เพื่อใช้ทำผิวจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band

The Study of the Appropriate Materials in Thailand to be Used as the Surface of the Ku-band Satellite Antennae Dish

ดร. มานพ แจ่มกระจ่าง

- 8 ส.ค. 2545
156183

โครงการจัดตั้งภาควิชาอุตสาหกรรมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2545

ISBN 974-616-673-5

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง ศึกษาวัสดุภายในประเทศที่เหมาะสมเพื่อใช้ทำผิวจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมผ่านย่านความถี่ Ku-band สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์ และสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อนร่วมงาน อาจารย์แดน ทองอินทร์ อาจารย์ระวิ ตันสนีย์ และอาจารย์เกรียงศักดิ์ บุญญา ซึ่งแต่เดิมนั้น อาจารย์แดน ทองอินทร์ และอาจารย์ระวิ ตันเสนีย์ จะเป็นผู้ร่วมทำวิจัย แต่เนื่องจากอาจารย์แดน ทองอินทร์ มีงานวิจัยของตัวเองที่กำลังทำอยู่ ไม่มีเวลา ขอถอนตัวออกไปจากโครงการวิจัย แต่ยังช่วยเป็นที่ปรึกษาให้ ส่วนอาจารย์ระวิ ตันเสนีย์ ย้ายไปทำงานที่จังหวัดปราจีนบุรี ไม่มีเวลา ที่จะมาร่วมทำวิจัยได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม อาจารย์ที่กล่าวนามมาแล้วทั้งสามท่าน ก็ให้คำปรึกษาและคอยให้กำลังใจตลอดเวลา โดยเฉพาะทางด้านเทคนิค ที่รับคำปรึกษาและการช่วยเหลือจาก อาจารย์ระวิ ตันเสนีย์ เป็นอย่างดี เพราะอาจารย์เป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านระบบโทรทัศน์ดาวเทียมอย่างมาก ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้ง 3 ท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ชูจิตต์ เขียวสมบูรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการช่วยตรวจสอบบทคัดย่อภาษาอังกฤษให้ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีวรรณ มีคุณ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการช่วยตรวจสอบความถูกต้องด้านรูปแบบตลอดจนการอ้างอิงเอกสารและข้อมูลในการวิจัยนี้ และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ แต่มีส่วนร่วมที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี เช่นผู้ที่ช่วยดูแลทางด้านการพิมพ์ ทางการเบิกจ่ายเงินค่าดำเนินการ เป็นต้น

(ดร.มานพ แจ่มกระจ่าง)

25 เมษายน 2545

ชื่อโครงการวิจัย : ศึกษาวัสดุภายในประเทศที่เหมาะสมเพื่อใช้ทำผิวจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band

ผู้ทำการวิจัย : ดร.มานพ แจ่มกระจ่าง

หน่วยงาน : โครงการจัดตั้งภาควิชาอุตสาหกรรมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

ปีที่ทำวิจัยเสร็จ : เมษายน 2545

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวัสดุที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้ทำพื้นผิวจานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคม ที่ใช้ทดแทนจานรับสัญญาณที่ทำจากบริษัทผู้ผลิต และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้วัสดุต่างชนิดกันมาทำพื้นผิวของจานรับ เทียบกับประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณของ UBC

วัสดุที่เลือกมาทำผิวจานรับสัญญาณ ใช้วัสดุที่หาได้ง่าย ราคาถูก และเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ มี 3 ชนิดคือ 1. เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร 2. แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ และ 3. ตะแกรงมุ้งลวดโลหะ แล้วนำจานรับสัญญาณดาวเทียมที่สร้างขึ้นมาซึ่งมีพื้นผิวของจานรับทำด้วยวัสดุทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว ไปติดตั้งเพื่อทดลองที่ชั้น 4 อาคาร 60 พรรษามหาราชินี อาคาร 1 มหาวิทยาลัยบูรพา เริ่มทดลองและเก็บบันทึกข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2544

ผลของการวิจัยสรุปได้ดังนี้ วัสดุที่ใช้ทำพื้นผิวของจานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 3 ชนิด สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมไทยคมได้ชัดเจนทั้งภาพและเสียงทุกช่องสถานี เหมือนกับการใช้จานรับสัญญาณของ UBC ที่ทำการทดลอง ซึ่งได้แก่ ช่องการศึกษา (DLTV) 6 ช่อง ช่อง ETV และ ช่องTGN โดยมีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณที่วัดได้จากเครื่องรับ(IRD) ของบริษัท HYUNDAI DIGITAL TECHNOLOGY รุ่น HSS-700 ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมของจานรับสัญญาณแต่ละชนิดวัดค่าได้ดังนี้ 1. จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร รับสัญญาณได้โดยเฉลี่ย 77.39 % 2. จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์รับสัญญาณได้โดยเฉลี่ย 86.79 % และ 3. จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ รับสัญญาณได้โดยเฉลี่ย 70.82 % ส่วนจานรับสัญญาณดาวเทียมของบริษัท UBC รับสัญญาณได้โดยเฉลี่ย 96.46 %

Project : The Study of the Appropriate Materials in Thailand to be Used as The Surface of the Ku-band Satellite AntennaeDish

Researcher : Manop Jamkrajang (Ph.D.)

Department : Industrial Education Department

Faculty of Education, Burapha University, Chonburi

Year : 2545

ABSTRACT

The purpose of this research was to find the appropriate materials to be used as the surface of satellite antennae dish for the Ku-band of Thaicom. The study will find the efficiency of the satellite television signal receiving of each material, the result of which will be compared with the signal receiving of the factory satellite dish. Three kinds of materials chosen to make the surface of the satellite dishes were : 1. aluminum foil food package 2. aluminum foil sheet and 3. metal mosquito screen. These three satellite antennae dishes were installed at the 4th floor of the Hoksibphansa Maha Rajinee I Building. The experiment began and data recorded from October 2000 to March 2001. The data was analyzed and the outcomes were compared with that of the UBC satellite data recorded simultaneously.

The result was as follows: The efficiency of the three experimented satellite dishes and the factory satellite dish of the UBC in receiving the Thaicom television signals for all channels : DLTV, ETV, and TGN were clear both the pictures and the sounds. The receptive capacity by the Integrated Receiver Decoder : of Hyundai Digital Technology - HSS-700 television set was : 1. The efficiency of the satellite television signal receiving of the aluminum foil food package was 77.39 % and 2. That of the satellite dish of the aluminum foil sheet was 86.79 % and 3. That of the satellite dish of the metal mosquito screen was 70.82%. For the efficiency of satellite dish of the UBC in receiving the signal was 96.46 %

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ซ
บทที่ 1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	คำถามการวิจัย	4
	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2	แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง	7
	ความเป็นมาการสื่อสารดาวเทียม	7
	การสื่อสารดาวเทียมของประเทศไทย	10
	ไทยคมดาวเทียมเพื่อการสื่อสารของไทย	12
	พื้นที่การให้บริการของดาวเทียมไทยคม	18
	ส่วนประกอบของดาวเทียม	27
	องค์ประกอบในการสื่อสารระบบดาวเทียม	28
	ช่องรับส่งสัญญาณของดาวเทียม	30
	ระบบการสื่อสารดาวเทียม	33
	สถานีภาคพื้นดิน	34
	การส่งสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมแบบส่งตรงถึงบ้านในประเทศไทย	34
	จานรับสัญญาณดาวเทียม	36
	อุปกรณ์นำเข้าสัญญาณและอุปกรณ์แปลงสัญญาณความถี่	46
	เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม	48

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	50
	สร้างจานรับสัญญาณดาวเทียมต้นแบบ	50
	เลือกวัสดุที่จะนำมาทำผิวรับสัญญาณ	52
	ติดตั้งระบบจานรับสัญญาณพร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่	53
	ต่อระบบเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณ กับเครื่องรับโทรทัศน์	56
	ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล	58
	การวิเคราะห์ข้อมูล	62
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
	การทดลองครั้งที่ 1	63
	การทดลองครั้งที่ 2	65
	การทดลองครั้งที่ 3	68
	เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม	71
บทที่ 5	สรุปผลอภิปรายผลการวิจัยและเสนอแนะ	72
	อภิปรายผล	73
	ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม		77
ข้อมูลผู้ทำจัย		79

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียมไทยคม 1 และดาวเทียมไทยคม 2 15

2.2 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียมไทยคม 3 17

2.3 รายชื่อประเทศภายใต้พื้นที่การให้บริการของดาวเทียมไทยคม 3 25

2.4 แสดงย่านความถี่วิทยุที่ใช้ในการสื่อสารดาวเทียม 31

2.5 แสดงอัตราการขยายของสัญญาณของจานที่มีขนาดแตกต่างกัน 37

2.6 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของจานรับสัญญาณต่างชนิดกัน 45

4.1 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC 63

4.2 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร 64

4.3 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ 64

4.4 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ 65

4.5 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC 66

4.6 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์ 66

4.7 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ 67

4.8 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ 67

4.9 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band 68

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.10 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร 69

4.11 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ 69

4.12 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ 70

4.13 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมของจานรับสัญญาณที่ใช้วัสดุพื้นผิวจานรับ 3 ชนิด กับจานรับสัญญาณของบริษัท UBC 71

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ภาพของ Clarke ที่เขียนแสดงไว้ในนิตยสาร Wireless World เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2488 8
2.2 ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างของดาวเทียมไทยคม 1 และดาวเทียมไทยคม 2 14
2.3 ภาพแสดงโครงสร้างของดาวเทียมไทยคม 3 16
2.4 แสดงพื้นที่ที่ดาวเทียมไทยคม 1 ไทยคม 2 และไทยคม 3 ครอบคลุมถึง 18
2.5 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ C-Band ของดาวเทียมไทยคม 2 19
2.6 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ KU-Band ของดาวเทียมไทยคม 2 20
2.7 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ C-Band Global Beam ครอบคลุม 4 ทวีป 21
2.8 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ C-Band regional beam 22
2.9 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ Ku-band steerable beam 23
2.10 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ Ku-band spot beam ของดาวเทียมไทยคม 3 24
2.11 แสดงการถ่ายทอดทวนสัญญาณจากดาวเทียม 29
2.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียม 30
2.13 แสดงจานรับสัญญาณที่ใช้ได้ทั้งระบบ C-band และ Ku-band 38
2.14 จานรับสัญญาณที่ใช้กับย่านความถี่ Ku-band อย่างเดียวจะมีขนาดเล็ก 39
2.15 จานแบบ Prime focus antennas 41
2.16 แสดงค่าส่วนประกอบต่าง ๆ 41
2.17 แสดงลักษณะการสะท้อนของสัญญาณบนจานรับแบบ Offset-fed 42
2.18 บล๊อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณความถี่ LNB 46
2.19 รูปร่างของ Feedhorn และ LNB ของระบบ C-band และ Ku-band 47
3.1 โมเดลกระดาษจานรับสัญญาณดาวเทียมที่สร้างเสร็จแล้ว 50
3.2 โครงเหล็กที่ใช้ยึดจานรับสัญญาณดาวเทียมโมเดลกระดาษที่สร้างขึ้น 51
3.3 โครงเหล็กสำหรับยึดจับอุปกรณ์นำสัญญาณ LNBF และจานรับสัญญาณ 51
3.4 ซองผลิตภัณฑ์อาหารที่ผนึกติดกับโมเดลกระดาษจานรับสัญญาณดาวเทียม 52

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.5 จานรับสัญญาณดาวเทียมที่ใช้เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร ทำผิวรับสัญญาณพร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF 53
3.6 จานรับสัญญาณดาวเทียมที่ใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ทำผิวรับสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF 54
3.7 จานรับสัญญาณดาวเทียมที่ใช้ตะแกรงมุ้งลวดโลหะทำผิวรับสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณ LNBF 54
3.8 จานรับสัญญาณดาวเทียมของ UBC พร้อมอุปกรณ์นำเข้าและ แปลงสัญญาณ LNBF 55
3.9 อุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณ LNBF ของ Indochina รุ่น KI 1130 RF 12.25 GHz-12.75 GHz 56
3.10 ไดอะแกรมแสดงการเชื่อมระบบการรับสัญญาณดาวเทียม 56
3.11 เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียมของบริษัท Hyundai Digita Technology 57
3.12 ชุดตรวจวัดสัญญาณการรับที่ให้แสดงออกทางจอโทรทัศน์ได้ 58
3.13 ประสิทธิภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณ ของ UBC 60
3.14 ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับซึ่งมีพื้นผิว ของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร 61
3.15 ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับซึ่งมีพื้นผิว ของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ 61
3.16 ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับซึ่งมีพื้นผิว ของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวด 62

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คนส่วนใหญ่มีความสนใจใคร่รู้ และต้องการมีส่วนร่วมในเหตุการณ์สำคัญ ๆ ไม่ว่าเหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้น ณ มุมใดของโลก ในสมัยก่อน ความต้องการในเรื่องเหล่านี้แทบไม่ได้รับการสนองตอบเลย จะเห็นว่าไม่ว่าสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง หรือครั้งที่สองเกิดขึ้น และดำเนินไปอย่างไร กว่าคนทั้งโลกจะรับรู้ก็ใช้เวลาเป็นแรมเดือน แต่ในปัจจุบันมนุษย์อย่างเรา ๆ ทั่วไป สามารถทราบข่าวสาร หรือได้เห็นเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั่วโลกไปพร้อม ๆ กับคนในเหตุการณ์นั้น ๆ เช่น การก่อวินาศกรรมตึกเวิลด์เทรดเซ็นเตอร์ ในมหานครนิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา สงครามแบ่งแยกดินแดนระหว่างปากีสถานกับอินเดีย หรือการแข่งขันฟุตบอลโลกในอังกฤษ เป็นต้น

ความใฝ่ฝันของมนุษย์ที่จะติดต่อสื่อสารทั่วโลกด้วยระบบดาวเทียม เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2488 โดยนักเขียนนวนิยายวิทยาศาสตร์ ชื่อ อาเธอร์ ซี คลาร์ค (Arthur C. Clarke) ที่จินตนาการเกี่ยวกับเรื่องการสื่อสารในระบบดาวเทียม โดยส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรค้างฟ้า และส่งสัญญาณที่ใช้ติดต่อสื่อสารต่าง ๆ ลงมายังโลก ทั้งนี้ดาวเทียมจะต้องโคจรเหนือตำแหน่งเส้นศูนย์สูตร ณ ความสูงระดับหนึ่ง คือประมาณ 36,000 กิโลเมตร และบังคับให้การโคจรของดาวเทียมมีความเร็วเชิงมุมเท่ากับความเร็วของการหมุนของโลก คาบของการโคจรของดาวเทียมขอบโลกจะเป็น24 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบพอดี

แนวความคิดนี้เริ่มเป็นจริงเมื่อสหภาพโซเวียตสามารถส่งดาวเทียมดวงแรกของโลกที่ชื่อ Sputnik 1 ขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2500 เพื่อส่งข้อมูลเกี่ยวกับความหนาแน่นและอุณหภูมิของบรรยากาศชั้นสูงกลับสู่โลก ซึ่งนับเป็นก้าวแรกแห่งการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอวกาศ และดาวเทียมของโลก นับตั้งแต่นั้นมา มีการส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศมากมาย และการส่งดาวเทียมเออร์ลี่เบิร์ด (Early Bird) ขึ้นไปโคจรในตำแหน่งวงโคจรค้างฟ้า (Geostationary orbit) เป็นครั้งแรก โดยมีการถ่ายทอดสัญญาณโทรศัพท์ เทเล็กซ์ และข้อมูลคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ รวมทั้งรายการโทรทัศน์ด้วย หลังจากดาวเทียมเออร์ลี่เบิร์ดประสบความสำเร็จแล้ว องค์การดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ซึ่งมีสมาชิกอยู่กว่า 120 ประเทศ ก็ได้ส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรรอบโลกอีกหลายดวง ภายใต้ชื่อว่า อินเทลแซท (INTELSAT)

ปัจจุบันมีดาวเทียมมากกว่า 3,500 ดวง ที่ส่งขึ้นไปโคจรอยู่รอบโลก และถูกนำไปใช้ตามภารกิจต่าง ๆ (http://www.gsfc.nasa.gov/gsfc/service/gallery/fact_sheets/general/satsum.htm) หลายประเทศทั่วโลกมีดาวเทียมสื่อสารใช้ ในการติดต่อสื่อสารภายในประเทศเป็นของตนเอง ประเทศไทยเราก็เป็นอีกประเทศหนึ่ง ที่มีดาวเทียมไว้ใช้เพื่อการสื่อสารเป็นของตนเอง

วันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2536 นับเป็นวันประวัติศาสตร์ของการสื่อสารไทย เมื่อดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติดวงแรกของประเทศไทย ที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อว่า "ไทยคม" ซึ่งมาจากคำว่า "ไทยคมนาคม" เขียนเป็นภาษาอังกฤษว่า "THAICOM" ได้ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรด้วยจรวด Ariane 4 ของบริษัท Ariane Space ประเทศฝรั่งเศส โดยใช้ฐานยิงจรวดที่เมืองคูรู ประเทศเฟรนช์- กิอานาในทวีปอเมริกาใต้ ดาวเทียมแห่งชาติไทยคมเป็นดาวเทียมรุ่น HS-376 ซึ่งจัดสร้างโดยบริษัทฮิวล์ แอร์คราฟแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา นับเป็นดาวเทียมขนาดกะทัดรัด น้ำหนักค่อนข้างเบา เมื่อเทียบกับดาวเทียมรุ่นอื่น ๆ โดยมีส่วนสูงเพื่อซ้อนพับเก็บระหว่างการขนส่งขึ้นสู่อวกาศเพียง 2.56 เมตร กว้าง 2.16 เมตร ขนาดจานรับส่งสัญญาณเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 เมตร น้ำหนักของดาวเทียมขณะอยู่บนโลกประมาณ 1,078 กิโลกรัม น้ำหนักเมื่อขึ้นอยู่ในวงโคจร ประมาณ 627 กิโลกรัม ดาวเทียมรุ่น HS-376 เป็นดาวเทียมค้างฟ้าซึ่งจะลอยอยู่เหนือประเทศไทยตลอดเวลาในความสูงประมาณ 35,786 กิโลเมตร เมื่อดาวเทียมไทยคมเข้าสู่วงโคจรค้างฟ้าจะเข้าสู่ตำแหน่งที่กำหนดคือ 78.5 องศาตะวันออก ดาวเทียมดวงนี้จะมีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี ดาวเทียมไทยคมรุ่น HS-376 นี้ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณที่เรียกว่า ทรานสปอนเดอร์ (transponder) แยกเป็นความถี่ย่าน C-band จำนวน 10 ทรานสปอนเดอร์ และความถี่ย่าน Ku-band จำนวน 2 ทรานสปอนเดอร์

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคมของประเทศไทย ได้ดำเนินการมาถึง ยุคของการใช้ดาวเทียม เพื่อการสื่อสาร ให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ การสื่อสารยิ่งมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นเพียงใด ประชาชนก็มีโอกาสได้รับข้อมูล ข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพมากขึ้นเพียงนั้น ในด้านการศึกษาก็เช่นเดียวกัน หากรัฐสามารถกระจายการศึกษา ให้ครอบคลุมทั่วถึงประชาชนในทุกกลุ่มเป้าหมาย เช่น กลุ่มผู้ด้อยโอกาส กลุ่มสตรี เกษตรกร ผู้สูงอายุ กลุ่มแรงงาน ได้ทั่วประเทศแล้วคุณภาพของประชาชน ก็จะได้รับการพัฒนา ให้เป็นประโยชน์ ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมได้ เช่นกัน การศึกษาในแนวคิดดังกล่าว จึงจำเป็นที่จะต้องใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร ชั้นสูง เพื่อที่จะสื่อสารการศึกษา ไปถึง ประชาชนได้อย่างกว้างขวางและทั่วถึง (http://www.geocities.com/fecenter2001/techno/tv/satbackg.html)

โดยสภาพการณ์แวดล้อมต่าง ๆ ของสังคมในปัจจุบัน ได้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การใช้สื่อโทรคมนาคมในรูปของดาวเทียม จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาให้แก่ประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการจัดการศึกษาในรูปของการศึกษาทางไกล โดยใช้ระบบโทรทัศน์เพื่อการศึกษาผ่านดาวเทียม

กระทรวงศึกษาธิการได้รับความร่วมมือจากมูลนิธิไทยคม ในการบริจาคช่องสัญญาณผ่านดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band จำนวน 1 ทรานสปอนเดอร์ เพื่อออกอากาศรายการโทรทัศน์เพื่อการศึกษาโดยไม่มีโฆษณาตลอด 24 ชั่วโมง นอกจากนั้นมูลนิธิไทยคม ยังได้บริจาคจานและชุดอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม ให้กระทรวงศึกษาธิการนำไปติดตั้งตามสถานศึกษา และศูนย์การเรียนเพื่อให้บริการแก่กลุ่มเป้าหมาย ปีละอย่างน้อย 600 ชุด โดยมูลนิธิไทยคมและกระทรวงศึกษาธิการ ได้ลงนามในข้อตกลงความร่วมมือดังกล่าว เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน พ.ศ. 2537 สำหรับระยะเวลาความช่วยเหลือ 5 ปีแรก (http://www.geocities.com/nfecenter2001/ techno/tv/sat_learn.html)

กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้กรมการศึกษานอกโรงเรียน รับผิดชอบดำเนินงานการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม และได้ประกาศจัดตั้งศูนย์การศึกษาทางไกลไทยคม เป็นสถานศึกษาสังกัดกรมการศึกษานอกโรงเรียน ทำหน้าที่บริหารจัดการและประสานงานเพื่อดำเนินการเกี่ยวกับการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม รวมทั้งประสานงานระหว่างหน่วยงานผู้ผลิตสื่อตามโครงการ คือ ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กองพัฒนาการศึกษานอกโรงเรียน และหน่วยงานภาคเอกชนผู้เข้าร่วมในการผลิตสื่อตามโครงการ

รายการโทรทัศน์การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียมช่องการศึกษา 1 เริ่มทดลองออกอากาศเป็นครั้งแรก โดยถือฤกษ์วโรกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษาสมเด็จพระนางเจ้าฯพระบรมราชินีนาถ วันที 12 สิงหาคม พ.ศ. 2537 เป็นวันออกอากาศ พื้นที่รับชมรายการได้เลือก 9 อำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่เป็นจุดทดลองโดยติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมใน 2 ระบบ คือ ระบบรับสัญญาณดาวเทียมผ่านสถานีทวนสัญญาณภาคพื้นดินของบริษัทไอบีซี กลุ่มชินวัตร ในระบบการกระจายคลื่นหลายช่องสัญญาณ ที่เรียกว่า MMDS (Multipoint Multichannel Distribution System) และในระบบส่งตรงถึงผู้ชม DTH (direct to home) ผลการทดลองทำให้ได้ข้อมูลด้านการรับสัญญาณภาพและเสียงที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงทางด้านเทคนิค และพบว่าผู้ชมส่วนใหญ่พึงพอใจในรูปแบบการศึกษาทางไกลที่นำเสนอค่อนข้างมาก

นอกเหนือการรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อการศึกษาทางไกลซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง หรือเป็นวิธีการรียนรู้แบบหนึ่งเท่านั้น คนไทยทั่วประเทศควรได้ชมรายการโทรทัศน์ที่เป็นข่าวสารข้อมูลหรือรายการบันเทิงต่าง ๆ ที่ออกอากาศให้ชมฟรีจากดาวเทียมไทยคมนี้ ปัจจุบันมีรายการวิทยุที่ส่งออกอากาศผ่านดาวเทียมไทยคมในระบบส่งตรงถึงผู้ฟัง อีก 8 สถานี ซึ่งมีทั้งรายการข่าวสาร

ข้อมูล รายการสารคดีเสริมสร้างความรู้ และการบันเทิงอีกมากมาย ที่จะรับฟังได้ตลอด 24 ชั่วโมง แต่ข้อจำกัดคือจะต้องมีอุปกรณ์ในการรับสัญญาณความถี่ที่ตรงกับที่ทางดาวเทียมไทยคมส่งลงมา ซึ่งอุปกรณ์เหล่านั้นได้แก่

1. จานรับสัญญาณดาวเทียม (satellite dish antennas) ย่านความถี่ Ku-band หรือที่คนไทยทั่วไปเรียกกันว่าจานรับสัญญาณ UBC

2. อุปกรณ์นำเข้าสัญญาณ และแปลงสัญญาณความถี่ ที่เรียกว่า LNBF (low noise block and feedhorn) ย่านความถี่ Ku-band

3. เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม ที่เรียกว่า IRD (integrated receiver and decoder)

4. เครื่องรับโทรทัศน์ หรือจอมอนิเตอร์ที่จะใช้รับสัญญาณจากเครื่องรับ IRD

อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมไทยคมทั้ง 4 ชนิดนี้ส่วนใหญ่จะต้องซื้อหาจากบริษัทผู้ผลิต และต้องนำเข้าจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น ยกเว้นจานรับสัญญาณดาวเทียมเท่านั้น ที่ผู้ทำวิจัยคิดว่าน่าจะทำขึ้นมาไว้ใช้เองได้โดยเลือกหาวัสดุที่เหมาะสม ที่มีอยู่ในประเทศไทยเรา โดยเลือกใช้วัสดุที่หาได้ง่าย มีราคาถู หรือวัสดุที่จะทิ้งเป็นขยะ ที่สามารถนำมาดัดแปลงทำเป็นจานรับสัญญาณดาวเทียมได้ ซึ่งจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายเงินในส่วนนี้ไปได้อีกจำนวนหนึ่ง จึงทำให้เกิดแรงบันดาลใจที่จะศึกษา และทำการวิจัยในเรื่องนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวัสดุที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้ทำพื้นผิวจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคม ที่ใช้ทดแทนจานรับสัญญาณที่ทำจากบริษัทผู้ผลิตได้

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้วัสดุต่างชนิดกันมาทำพื้นผิวของจานรับ เทียบกับประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณของ UBC

คำถามการวิจัย

1. วัสดุประเภทใดสามารถนำมาใช้ทำพื้นผิวจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคม ทดแทนวัสดุที่เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตได้

2. ประสิทธิภาพในการับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้วัสดุชนิดต่าง ๆ ทำพื้นผิวจานรับสัญญาณ มีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับจานรับสัญญาณของ UBC

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงวัสดุที่เหมาะสมที่สามารถนำมาทำพื้นผิวจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคมได้

2. ได้ทราบถึงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมไทยคม ย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคม ที่ใช้วัสดุชนิดต่าง ๆ ทำพื้นผิวจานรับสัญญาณ

3. เนื่องจากโครงการจัดตั้งภาควิชาอุตสาหกรรมศึกษา ทำหน้าถ่ายทอดความรู้ทางด้านงานช่างพื้นฐาน ผลของการศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้จึงสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาการศึกษาทางด้านช่างอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับการสื่อสารดาวเทียมได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเฉพาะวัสดุที่มีคุณสมบัติจะนำมาใช้ทำพื้นผิวของจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมได้ และเลือกเอาเฉพาะวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก หรือเป็นวัสดุที่ใช้แล้วนำมาใช้ใหม่ ซึ่งได้แก่

1.1 เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

1.2 แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

1.3 ตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

2. จานรับสัญญาณดาวเทียมทำเป็นโมเดลกระดาษ สร้างด้วยวิธีการที่เรียกว่า เพเพอร์ แมะเฌ (papier-mache) ลักษณะความโค้งมนของจานรับสัญญาณเป็นแบบ Offset fed ขนาดกว้าง 60 ซ.ม. ยาว 68 ซ.ม. หนา 2 ม.ม. และมีระยะโฟกัสของจาน 35 ซ.ม.

3. การตรวจสอบอัตราการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ทดสอบเฉพาะความถี่ย่าน Ku-band ของดาวเทียมไทยคมที่ส่งออกอากาศทางสถานีวิทยุโทรทัศน์การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม 6 ช่องสัญญาณ ช่องสถานี ETV และช่องสถานี TGN รวมทั้งหมด 8 ช่องสัญญาณ

4. จานรับสัญญาณดาวเทียมของบริษัทผู้ผลิต ใช้เฉพาะจานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC บริษัทเดียวเท่านั้น

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. จานรับสัญญาณดาวเทียม หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม โดยพื้นผิวของจานรับสัญญาณมีลักษณะเป็นรูปโค้งแบบพาราโบล่า เมื่อสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมตกกระทบโดนผิวจาน จะทำให้สัญญาณสะท้อนไปรวมกันที่จุดโฟกัส ซึ่งจะส่งผลทำให้สัญญาณที่รับได้มีความแรงมากขึ้น

2. ประสิทธิภาพในการรับรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม หมายถึง ประสิทธิภาพของจานรับสัญญาณที่มีใช้วัสดุต่าง ๆ ทำผิวจานรับ มีอัตราการขยายของจานรับเป็นอย่างไร โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการรับที่วัดได้ด้วยเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม

3. Ku-band หมายถึง ความถี่สูงย่านหนึ่งที่ใช้ในการรับ และส่งสัญญาณระหว่างดาวเทียมกับสถานีภาคพื้นดิน โดยมีการส่งสัญญาณความถี่ขาขึ้น (up-link) อยู่ระหว่าง 14.0 GHz -14.5 GHz และสัญญาณความถี่ขาลง (down-link) อยู่ระหว่าง 11.7 GHz - 12.2 GHz

4. เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร หมายถึง เศษแผ่นอะลูมิเนียมที่ได้มาจากซองมันฝรั่งทอดที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป เช่น ซองมันฝรั่งทอดของ เลย์ ปาร์ตี้ ก๊อบกอบ ฮานามิ เทสโต มโนห์รา เป็นต้น

5. แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ หมายถึง แผ่นอะลูมิเนียมที่ใช้สำหรับห่ออาหาร เป็นแผ่นบาง ๆ ขนาดกว้าง ประมาณ 15 - 18 นิ้ว

6. ตะแกรงมุ้งลวดโลหะ หมายถึง ตะแกรงที่ใช้ทำหน้าต่างมุ้งลวดกันยุง ที่ทำด้วยวัสดุประเภทโลหะ

7. จานรับสัญญาณดาวเทียม UBC หมายถึงจานรับสัญญาณดาวเทียม ที่บริษัท ยูไนเต็ด บรอดคาสติ้ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) นำมาใช้ในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ย่านความถี่ Ku-band ของช่องสถานีโทรทัศน์เพื่อการศึกษา ช่องสถานีสารคดี และภาคบันเทิงของช่องสถานี UBC ทั้งหมด

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

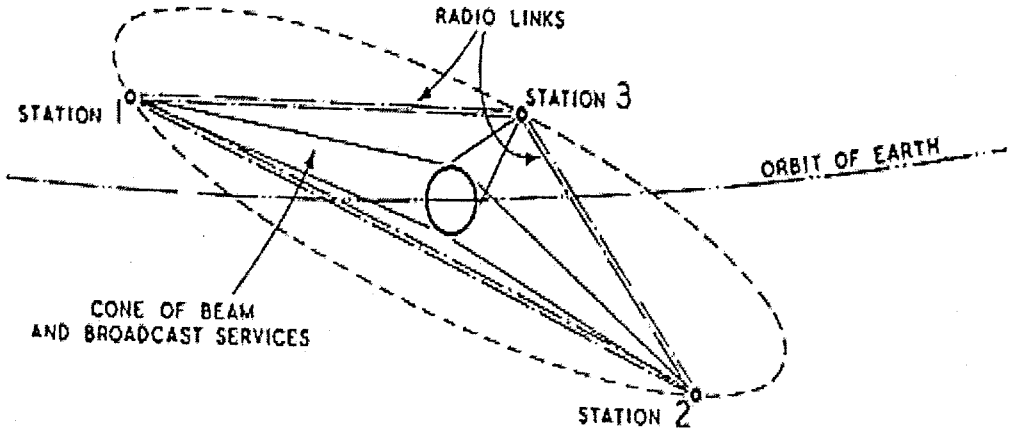
ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวความคิด ทฤษฎีต่าง ๆ และรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ความเป็นมาของการสื่อสารดาวเทียม
2. การสื่อสารดาวเทียมของประเทศไทย
3. องค์ประกอบการสื่อสารดาวเทียม
4. สถานีโทรทัศน์ดาวเทียมของประเทศไทย
5. จานรับสัญญาณดาวเทียม
6. วัสดุที่ใช้ทำจานรับสัญญาณดาวเทียม
7. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

ความเป็นมาการสื่อสารดาวเทียม

ดาวเทียมที่ใช้เพื่อการสื่อสาร คือ ดาวเทียมที่มีอุปกรณ์รับส่งสัญญาณความถี่วิทยุ (radio frequency) ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีทวนสัญญาณ (repeater) ดาวเทียมประเภทนี้จะถูกส่งขึ้นไปโคจรในวงโคจรที่เรียกว่า วงโคจรค้างฟ้า อยู่ที่ระดับความสูงจากพื้นโลกประมาณ 36,000 กิโลเมตร โดยโคจรไปตามแนวศูนย์สูตร (equatorial orbit) ด้วยความเร็วเชิงมุมเท่ากับการหมุนของโลกพอดี

ผู้ที่จุดประกายด้านการสื่อสารดาวเทียมคือ อาเธอร์ ซี คลาร์ก (Arthur C. Clarke) นักเขียนนิยายและสารคดีวิทยาศาสตร์ชื่อดังชาวอังกฤษ ได้เขียนเรื่อง "Extra-Terrestrial Relays" ในนิตยสาร "Wireless World" ตีพิมพ์ในเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2488 กล่าวถึง การเชื่อมระบบสัญญาณวิทยุ จากมุมโลกหนึ่งไปยังอีกมุมโลกหนึ่ง ให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยใช้สถานีถ่ายทอดวิทยุที่ลอยอยู่ในอวกาศเหนือพื้นโลกขึ้นไปประมาณ 36,000 กิโลเมตร จำนวน 3 สถานี สถานีถ่ายทอดวิทยุของคลาร์กคือดาวเทียมในปัจจุบันนั่นเอง และที่ต้องใช้ดาวเทียม อย่างน้อย 3 ดวง ก็เพื่อให้แต่ละดวง รับส่งสัญญาณ กินอาณาบริเวณ 1 ใน 3 ของโลก จึงจะครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งหมดทั่วโลก ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ภาพของ Clarke ที่เขียนแสดงไว้ในนิตยสาร Wireless World เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2488 (http://www.celestrak.com/columns/v04n07/)

ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ (2537, หน้า 1-2) และ สมพร ธีระโรจนพงษ์ (2543, หน้า 3-5) ได้กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของดาวเทียมพอสรุปได้ดังนี้

วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2500 สหภาพโซเวียตได้ส่งดาวเทียมดวงแรกของโลก ชื่อสปุตนิก1 (Sputnik 1) ขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จ ดาวเทียมดวงนี้ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 58 เซนติเมตร หนัก 83.6 กิโลกรัม ส่งด้วยจรวด ICBM ทำหน้าที่สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับความหนาแน่นและอุณหภูมิของบรรยากาศชั้นสูง และส่งข้อมูลเหล่านั้นมายังโลกด้วยความถี่ 20.005 และ 40.005 MHz และในเดือนต่อมาสหภาพโซเวียตก็ส่ง ดาวเทียม ชื่อสปุตนิก 2 ขึ้นไปเป็นดวงที่ 2 โดยมีสุนัขชื่อ ไลก้า ขึ้นไปด้วย

วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2501 สหรัฐอเมริกา ส่งดาวเทียมชื่อ เอ็กซ์พลอเรอ 1 (Explorer 1) ขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จเป็นประเทศที่ 2 ดาวเทียมดวงนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16.5 ซม. ความยาวทั้งหมด 205 ซม. น้ำหนักเฉพาะ ส่วนบรรทุกเครื่องมือ และอุปกรณ์ 14 กิโลกรัม ด้วยจรวด Juno 1 ภายใต้ความอำนวยการ ทางวิชาการของ Dr.Wernher von Braun และปฏิบัติงานด้วยความถี่ 108 MHz หลังจากนั้นเป็นต้นมาทั้งสหภาพโซเวียต และสหรัฐอเมริกาต่างก็ส่ง ดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศอีกหลายดวง ดาวเทียมเหล่านั้นเป็นดาวเทียมเพื่อการสำรวจบรรยากาศทั้งสิ้น

วันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2501 สหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียมเพื่อการสื่อสารดวงแรก ชื่อ สกอร์ (Score) ขึ้นสู่อวกาศ และได้บันทึกเสียงสัญญาณที่เป็นคำกล่าวอวยพรของท่านประธานาธิบดี Eisenhower เนื่องในเทศกาลคริสต์มาสจากสถานีภาคพื้นดิน แล้วถ่ายทอดสัญญาณจากดาวเทียมลงมาสู่ชาวโลก นับเป็นการส่งวิทยุกระจายเสียงจากดาวเทียมมายังพื้นโลกได้เป็นครั้งแรก

วันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2505 ดาวเทียมสื่อสาร Telstar 1 ที่มีการลงทุนสร้างเพื่อหวังผลเชิงพาณิชย์ โดยบริษัทเอกชน คือ AT & T มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 87.6 ซม. หนัก 77 กิโลกรัม ส่งเข้าสู่วงโคจร โดยองค์การบริหารการบิน และอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ด้วยจรวด Thor-Delta ดาวเทียมดวงนี้มี ทรานสปอนเดอร์ (transponder) เพื่อการสื่อสาร ระหว่างสถานีภาคพื้นดิน ที่สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส และเยอรมัน ใช้ความถี่ 6 GHz สำหรับการส่งสัญญาณวิทยุขึ้นสู่ดาวเทียม (up-link) และ 4 GHz สำหรับการส่งสัญญาณจากดาวเทียมลงสู่พื้นโลก (down-link)

วันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2517 ประเทศสมาชิกสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) จำนวน 11 ประเทศ ร่วมกันจัดตั้งองค์การโทรคมนาคมทางดาวเทียมระหว่างประเทศ หรือเรียกว่า อินเทลแซท (Intelsat International Telecommunications Satellite Organization) ขึ้นที่กรุงวอชิงตันดี.ซี. สหรัฐอเมริกา โดยให้ประเทศสมาชิกเข้าถือหุ้นดำเนินการ ใช้ดาวเทียมเพื่อกิจการโทรคมนาคมพานิชย์แห่งโลก INTELSAT ตั้งคณะกรรมการ Interim Communications Satellite Committee (ICSC) เป็นผู้จัดการในธุรกิจต่าง ๆ ตามนโยบายของ ICSC ได้แก่การจัดสร้างดาวเทียม การปล่อยดาวเทียมการกำหนดมาตราฐานสถานีภาคพื้นดิน การกำหนดค่าเช่าใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม เป็นต้น

วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2517 ได้มีการถ่ายทอดโทรทัศน์พิธีเปิดงานกีฬาโอลิมปิกครั้งที่ 18 จากกรุงโตเกียว ผ่านดาวเทียม SYNCOM III ไปสหรัฐอเมริกานับได้ว่าเป็นการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมครั้งแรกของโลก

วันที่ 6 เมษายน พ.ศ. 2518 COMSAT ส่งดาวเทียม TELSAT 1 รู้จักกันอย่างดีในชื่อว่าดาวเทียมสื่อสาร Early Bird ส่งขึ้นเหนือมหาสมุทรแอตแลนติก นับได้ว่าเป็นดาวเทียมเพื่อการสื่อสาร เพื่อการพานิชย์ดวงแรกของโลก

ในระยะหลังมีหลายประเทศที่มีดาวเทียมเป็นของตนเองเพื่อใช้ในการสื่อสารภายในประเทศ เช่น PALAPA ของอินโดนีเซีย, SAKURA ของญี่ปุ่น, COMSTAR ของสหรัฐอเมริกา, และ THAICOM ของประเทศไทย เป็นต้น แต่การ ติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศยังใช้ดาวเทียม INTELSAT เป็นหลักในการสื่อสารอยู่

ปัจจุบันมีดาวเทียมเป็นมีจำนวนนับพัน ๆ ดวง ที่ส่งขึ้นไปโคจรอยู่รอบโลก ซึ่งดูข้อมูลได้จากเว็บ List of Satellites in Geostationary Orbit (http://www.satsig.net/sslist.htm) ซึ่งดาวเทียมแต่ละดวงมีขนาดและน้ำหนักหลากหลาย มีรูปร่างต่างๆ และได้รับการพัฒนาให้ใช้งานได้หลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านการสำรวจทรัพยาการธรรมชาติ การสำรวจสภาพบรรยากาศและภูมิอากาศ การสื่อสาร การทหาร และการนำร่อง ฯลฯ

การสื่อสารดาวเทียมของประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยใช้บริการผ่านดาวเทียม 3 ระบบ คือ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ และดาวเทียมสื่อสาร (http://sd2.sd.ac.th/student/3/satellite.html, http://sd2.sd.ac.th/student/3/equipment.html)

1. ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ดาวเทียมประเภทนี้สามารถส่งข้อมูลทางภาพถ่ายและสัญญาณสู่พื้นดินเป็นระยะ ๆ ทำให้สามารถติดตามดูลักษณะของเมฆที่ปกคลุมโลก การก่อตัวและเคลื่อนตัวของพายุ การตรวจวัดระดับของเมฆ ตรวจการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ วัดอุณหภูมิบนโลกหรือชั้นบรรยากาศ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้นักพยากรณ์อากาศจะนำมาวิเคราะห์เพื่อรายงานสภาพอากาศและพยากรณ์อากาศให้ประชาชนได้ทราบ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ คือ ดาวเทียม GMS -3 ของประเทศญี่ปุ่น ดาวเทียม NOAA -8 และ NOAA -9 ของประเทศสหรัฐอเมริกา

2. ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการสำรวจ ทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมขององค์การนาซ่า เมื่อเดือน กันยายน พ.ศ. 2514 และได้ดำเนินการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดินเพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติและดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เมื่อปี พ.ศ. 2524 ซึ่งเป็นสถานีแห่งแรกที่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรเกือบทุกดวงที่โคจรอยู่ในขณะนี้ ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติมีหลายดวง เช่น ดาวเทียมแลนด์แซท(Landsat) แต่เดิมเป็นขององค์การนาซ่า ต่อมาได้โอนให้แก่บริษัท EOSAT ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นของภาคเอกชน เพื่อดำเนินการในเชิงพาณิชย์ เป็นต้น

3. ดาวเทียมสื่อสาร การโทรคมนาคมด้วยระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมของประเทศไทยได้ใช้บริการผ่านดาวเทียมอินเทลแซท ขององค์การดาวเทียมเพื่อการโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Satellite Consortium)ใช้ชื่อย่อว่า Intelsat และดาวเทียมปาลาปาของประเทศอินโดนีเซีย องค์การอินเทลแซทได้ส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรตามจุดต่าง ๆ เหนือพื้นโลก 3 จุด คือ เหนือมหาสมุทรอินเดีย เพื่อการติดต่อระหว่างทวีปยุโรปกับเอเชีย เหนือมหาสมุทรแปซิฟิก เพื่อติดต่อระหว่างทวีปเอเชียกับทวีปอเมริกา และเหนือมหาสมุทรแอตแลนติก เพื่อติดต่อระหว่างทวีปอเมริกากับทวีปยุโรป แต่ละจุดได้ครอบคลุมพื้นที่การติดต่อประมาณ 1/3 ของโลก การทำงานของดาวเทียมทั้ง 3 จุด เมื่อรวมเข้าด้วยกัน จะทำให้ติดต่อได้ทั่วทุกมุมโลก

วันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ.2507 ได้มีการประชุมจัดตั้ง องค์การ INTELSAT ขึ้นที่กรุงวอชิงตัน ดี.ซี. ประเทศสหรัฐอเมริกา มีหน้าที่จัดการและดำเนินการให้บริการ โทรคมนาคมระหว่างประเทศผ่านดาวเทียม ใช้ชื่อย่อว่า INTELSAT (International Telecommunication Satellite Organization)

ในระหว่างปีนั้นเอง ประเทศไทยกำลังมองหาระบบการสื่อสารที่ทันสมัย เพื่อนำมาให้บริการทางด้านโทรคมนาคมระหว่างประเทศ จึงได้สมัครเข้าเป็นสมาชิกขององค์การ INTELSAT อย่างเป็นทางการ เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2509 เป็นสมาชิกลำดับที่ 49 เข้าร่วมลงทุนด้วยหุ้นครั้งแรก 0.1% ปัจจุบันได้มีจำนวนหุ้นเพิ่มขึ้นเป็น 1.15 % มูลค่าประมาณ 460 ล้านบาท ขณะนี้มีสมาชิกทั้งหมด 128 ประเทศ

วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2510 กรมไปรษณีย์โทรเลขได้นำเอาระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมเข้ามาใช้งาน โดยเช่าสถานีภาคพื้นดินเป็นการชั่วคราวจากบริษัท RCA ไปตั้งอยู่บริเวณทิศเหนือของที่ทำการปัจจุบัน โดยติดต่อกับสถานีภาคพื้นดินฮาวาย ผ่านดาวเทียมอินเทลแซท ทางด้านหาสมุทรแปซิฟิค คือ INTELSAT-II เพื่อให้บริการแก่ทหารอเมริกันซึ่งมาทำการรบในสงครามอินโดจีน และในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2510 ได้ทดลองเปิดให้บริการโทรศัพท์ทางไกลผ่านดาวเทียมกับประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผลสำเร็จ (http://www.sra.cat.or.th/index.html)

สถานีคมนาคมภาคพื้นดินผ่านดาวเทียม ศรีราชา โดยกรมไปรษณีย์โทรเลขในสมัยนั้น ได้เริ่มทำการก่อสร้างเมื่อวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2510 ในพื้นที่ประมาณ 1,000 ไร่ ทุนดำเนินการได้มาโดยการกู้ยืมเงินจาก ธนาคารเอ็กซ์ปอร์ต-อิมปอร์ต ของสหรัฐอเมริกา ประมาณ 200 ล้านบาท โดยลงมือก่อสร้างอาคารควบคุมและจานสายอากาศ ศรีราชา-1 ในปี พ.ศ. 2510 ดูประวัติ และข้อมูลรายละเอียดได้ทั้งหมดในเว็บ ชื่อสถานีฯดาวเทียมศรีราชา (http://www.sra.cat.or.th/index.html)
ในปี พ.ศ. 2519 รัฐบาลอินโดนีเซีย ได้ปล่อยดาวเทียมสื่อสาร ภายในประเทศชุดแรก ชื่อ PALAPA เข้าสู่วงโคจร Geostationary orbit โดยเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 167 ล้านเหรียญสหรัฐ ดาวเทียมชุดนี้มี 2 ดวงคือ PALAPA A1 อยู่ที่เส้นแวง 83 ตะวันออก และ PALAPA A2 อยู่ที่เส้นแวง 77 ตะวันออก เป็นดาวเทียมสำรอง ดาวเทียมแต่ละดวง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.91 เมตร สูง 3.54 เมตร น้ำหนัก 573.8 กิโลกรัม ใช้ความถี่ส่งขึ้น 6 GHz และความถี่ส่งลง 4 GHz มีวงจรความถี่เสียง 2 ทาง จำนวน 7,000 วงจร หรือวงจรโทรทัศน์ 12 วงจร ใช้ทรานสปอนเดอร์ 12 ชุด เนื่องจาก สายอากาศของดาวเทียม PALAPA มีลำคลื่นครอบคลุมประเทศอื่น ในกลุ่มอาเซียน คือประเทศไทย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย บรูไน และสิงคโปร์ด้วย ดังนั้น ประเทศอินโดนีเซีย จึงได้เสนอให้ประเทศสมาชิก กลุ่มอาเซียนใช้ประโยชน์ จากดาวเทียม PALAPA A2 เพื่อการสื่อสารภายในประเทศนั้น ๆ ได้โดยคิดอัตราค่าเช่าถูกกว่า Intelsat

ในปี พ.ศ. 2522 กรมไปรษณีย์โทรเลข ได้รับอนุมัติจากคณะรัฐมนตรี ให้ลงนามในบันทึกความเข้าใจกับ ประเทศอินโดนีเซีย เพื่อเช่าดาวเทียม PALAPA ใช้ในกิจการสื่อสารภายในประเทศ เช่นเดียวกับประเทศฟิลิปปินส์ และมาเลเซีย นอกจากการเช่าดาวเทียม PALAPA เพื่อการติดต่อภายในประเทศแล้ว การสื่อสารแห่งประเทศไทยยังได้รับ อนุมัติจากคณะรัฐมนตรีเมื่อปี พ.ศ.2523 ให้

จัดตั้งสถานีดาวเทียม ภาคพื้นดินเป็นลูกข่ายในต่างจังหวัด 14 แห่ง โดยใช้ดาวเทียม Intelsat เพื่อบริการโทรคมนาคมภายในประเทศ (http://library.kmitnb.ac.th/article/atc31/atc00026.html)

เนื่องจากความต้องการ ใช้บริการสื่อสารดาวเทียม ภายในประเทศของส่วนราชการต่างๆ มีมาก และส่วนราชการหลายหน่วยเริ่มจัดตั้งสถานีดาวเทียม ภาคพื้นดิน ขนาดเล็กของตนขึ้น ในส่วนกลางและภูมิภาค และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัด และป้องกันปัญหาทางเทคนิค ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

ในปี พ.ศ. 2524 คณะรัฐมนตรีจึงได้ อนุมัติ ให้จัดตั้งสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน กลางขึ้นในกรุงเทพมหานคร เพื่อใช้ประโยชน์ร่วมกัน และพร้อมกันนั้น กระทรวงมหาดไทย ก็ได้รับอนุมัติจัดตั้งโครงข่ายโทรคมนาคมในประเทศด้วย ดาวเทียมสำหรับภาคเอกชนนั้น บริษัทกรุงเทพโทรทัศน์ และวิทยุ จำกัด หรือสถานีโทรทัศน์สีกองทัพบกช่อง 5 ได้จัดตั้ง สถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน ทำการถ่ายทอดรายการโทรทัศน์ จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2522 ปัจจุบัน บริษัทดังกล่าวมีสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินเพื่อถ่ายทอดรายการโทรทัศน์ติดตั้งอยู่ในส่วนภูมิภาค รวม 20 สถานี

ในปี พ.ศ. 2525 ได้มีการนำระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม มาใช้ติดต่อสื่อสารภายในประเทศ โดยสถานีฯ ดาวเทียมศรีราชา-3 เป็นแม่ข่าย มีสถานีลูกข่ายในจังหวัดต่างๆ ทั่วทุกภาคของประเทศ และยังมีสถานีลูกข่ายเคลื่อนที่ เพื่อให้บริการเร่งด่วนในส่วนภูมิภาค ที่ไม่มีสถานีลูกข่าย ปัจจุบันสถานีฯ ดาวเทียมนนทบุรี ทำหน้าที่เป็นแม่ข่ายของระบบดาวเทียมภายในประเทศ นอกจากนี้ยังมีสถานีรับสัญญาณโทรทัศน์ตั้งอยู่ตามจังหวัดต่าง ๆ สำหรับเครือข่ายรัศมีการส่งสัญญาณโทรทัศน์ของสถานีโทรทัศน์ช่อง 3 และช่อง 9 ของ อสมท. ให้ครอบคลุมทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2541 ทาง อสมท. ได้ทำการรับ-ส่ง สัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมภายในประเทศเอง

ไทยคมดาวเทียมเพื่อการสื่อสารของไทย

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ทรงพระกรุณาโปรดเกล้า ฯ พระราชทานชื่อดาวเทียมดวงแรกของไทยว่า "ไทยคม" ซึ่งมาจากคำว่า "ไทยคมนาคม" เขียนเป็นภาษาอังกฤษว่า THAICOM เป็นดาวเทียมดวงแรกที่จะนำความก้าวหน้ามาให้ประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงในภูมิภาคนี้ที่ยังไม่มีดาวเทียมใช้ (พอน, 2537, หน้า 13-15)

เมื่อวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2534 กระทรวงคมนาคมได้ลงนามในสัญญามอบหมายให้บริษัท ชินวัตรคอมพิวเตอร์ แอนด์ คอมมิวนิเคชั่น จำกัด เป็นตัวแทนดำเนินกิจการโครงการดาวเทียมสื่อสาร ในประเทศมีมูลค่า 5,000 ล้านบาท ระยะสัมปทาน 30 ปี เวลาในการคุ้มครองการ

ลงทุน 8 ปี หากพ้นกำหนดระยะเวลาดังกล่าวอาจให้บริษัทอื่นเข้ามาดำเนินการได้ ส่วนบริษัทชินวัตร แซทเทลไลท์ จำกัด (เป็นบริษัทในเครือกลุ่มชินวัตร ตั้งขึ้นเพื่อดำเนินงานโครงการดาวเทียมไทยคมโดยเฉพาะ) เป็นผู้นำหน้าที่ในการจัดสร้างและจัดส่งดาวเทียมสื่อสารดวงนี้ขึ้นสู่วงโคจร บริหารโครงการและบริการวงจรดาวเทียมสื่อสารภายในประเทศ เพื่อให้ประเทศไทยมีดาวเทียมสื่อสารใช้งานเป็นเวลา 30 ปี ในขั้นตอนนี้มีการเตรียมงานมานานกว่า 2 ปี

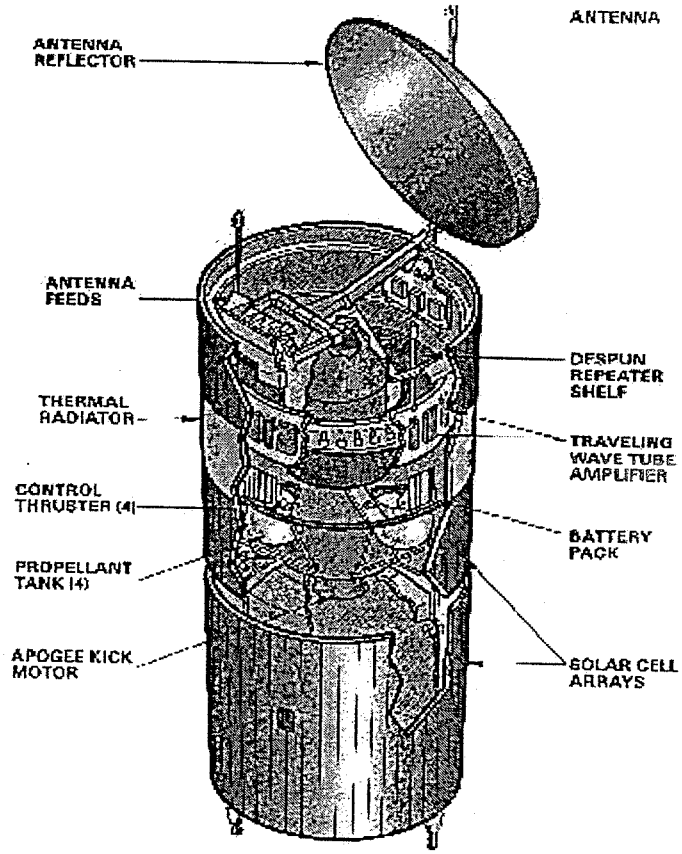
บริษัท Hughes Aircraft สหรัฐอเมริกา เป็นบริษัทคู่สัญญาดำเนินการจัดสร้างตัวดาวเทียมและให้คำปรึกษาแนะนำทางเทคนิคเกี่ยวกับการใช้งานของตัวยานดาวเทียมรวมถึงสถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดิน ส่วนการจัดส่งดาวเทียม บริษัท Ariane Space ประเทศฝรั่งเศสซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการยิงจรวดส่งดาวเทียมเป็นผู้จัดส่งดาวเทียมเข้าสู่ตำแหน่งวงโคจรบนอวกาศโดยใช้จรวด Ariane 4 เป็นตัวจัดส่ง และยังมีบริษัท Telespace ประเทศแคนาดา เป็นที่ปรึกษาทางเทคนิคของโครงการฯ

เมื่อวันเสาร์ที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2536 เวลาประมาณ 8.27 น. (วันเวลาในประเทศไทย) ณ ศูนย์ควบคุม จูปิเตอร์ ฐานยิงจรวดแอเรียลสเปซ เมืองคูรู ประเทศเฟรนช์กีอานา ในทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศบราซิล สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ได้เสด็จพระราชดำเนินเป็นองค์ประธานในพิธียิงดาวเทียมไทยคม 1 ขึ้นสู่วงโคจรโลกในครั้งนั้น

ขั้นแรกจรวดปล่อยดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรถ่ายโอนที่ความสูงเหนือพื้นโลก 200 กิโลเมตร สถานีภาคพื้นดินที่สหรัฐอเมริกา อินโดนีเซีย และออสเตรเลีย จะเริ่มทำหน้าที่บังคับทิศทางให้ดาวเทียมไทยคมโคจรเป็นวงรี ถ้ากำหนดตำแหน่งหนึ่งใดเป็นจุดสังเกตบนพื้นโลก จะเห็นว่าแต่ละรอบที่ดาวเทียมโคจรผ่านตัวดาวเทียมจะถูกเหวี่ยงออกไปในรัศมีที่ไกลขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงรัศมีวงโคจรเท่ากับ 35,786 กิโลเมตร สถานีควบคุมพื้นดินจะบังคับการจุดจรวด Apogee ซึ่งอยู่ในดาวเทียมไทยคมและนำเข้าสู่วงโคจรค้างฟ้าที่ 78.5 องศาตะวันออก ต่อจากนั้น ดาวเทียมไทยคม 1 จะโคจรไปรอบโลก เป็นรูปวงกลม การส่งดาวเทียมเข้าสู่ตำแหน่งวงโคจรต้องใช้สถานีภาคพื้นดินติดตามควบคุมใน 2 ซีกโลกด้วยกัน คือ เมื่อดาวเทียมไทยคม 1 โคจรผ่านซีกโลกตะวันตกสถานีภาคพื้นดินที่สหรัฐอเมริกาและยุโรปติดตาม แต่เมื่อโคจรผ่านซีกโลกตะวันออก สถานีภาคพื้นดินที่อินโดนีเซียและออสเตรเลียติดตาม จนเมื่อดาวเทียมไทยคม 1 เข้าสู่ในตำแหน่งเป็นที่เรียบร้อย จึงจะเริ่มใช้สถานีควบคุมภาคพื้นดินที่ตั้งอยู่ที่ถนนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี ซึ่งอยู่ตรงข้ามที่ทำการศาลากลางจังหวัดนนทบุรี บังคับการทำงานของดาวเทียมไทยคม 1 และหลังจากนั้นอีก 1 ปี ดาวเทียมไทยคม 2 จะถูกส่งตามขึ้นไปอีกเพื่อทำหน้าที่สำรองซึ่งกันและกัน

คุณลักษณะของดาวเทียมไทยคม 1 และดาวเทียมไทยคม 2

ดาวเทียมไทยคม 1 และดาวเทียมไทยคม 2 เป็นดาวเทียมรุ่นแรกของโครงการดาวเทียมไทยคม ดาวเทียมทั้ง 2 ดวงเป็นดาวเทียมรุ่น HS-376 ผลิตโดย บริษัท ฮิวจ์ แอร์คราฟท์ ประเทศสหรัฐอเมริกาหรือบริษัทโบอิ้งในปัจจุบัน ดาวเทียมทั้งสองดวงนี้มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก มีน้ำหนักเบา ควบคุมง่าย เป็นรุ่นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย สามารถบรรจุเชื้อเพลิงสำหรับใช้งานได้นานถึง 15 ปี ประกอบขึ้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกา น้ำหนักขณะยิงขึ้นสู่วงโคจรเท่ากับ 1,078 กิโลกรัม และเมื่อเริ่มใช้งานบนวงโคจร จะเหลือเพียง 627 กิโลกรัม (เพราะเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงของโลก) อายุการใช้งานของดาวเทียมรุ่นนี้ประมาณ 15 ปี หรือนับเป็น 1ปี ในระบบอายุของดาวเทียม ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของดาวเทียมไทยคม 1 และไทยคม 2 แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 และมีคุณสมบัติเฉพาะดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1



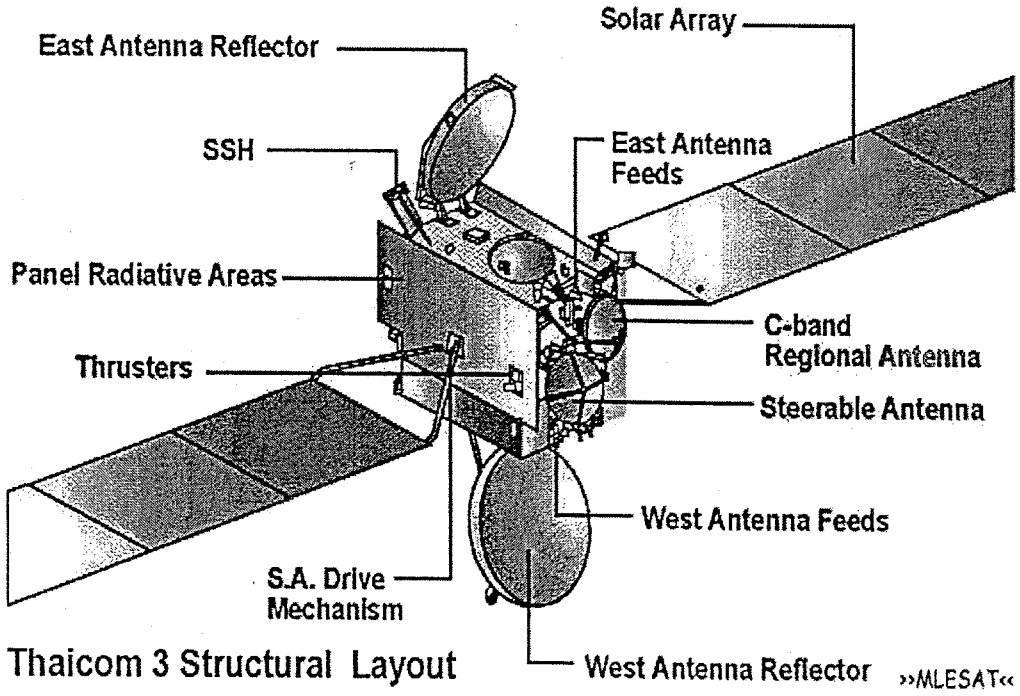
รูปที่ 2.2 ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างของดาวเทียมไทยคม 1 และดาวเทียมไทยคม 2 (http://www.friends-partners.org/mwade/craft/hs376.htm)

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียมไทยคม1 และดาวเทียมไทยคม 2

การออกแบบ	ดาวเทียมรุ่น HS-376 แบบ Dual Spin
กำลัง	800 วัตต์
น้ำหนักขณะส่งขึ้นวงโคจรในอวกาศ	1,080 กิโลกรัม
มวลในวงโคจร	เมื่อเริ่มใช้งานจะมีน้ำหนัก 629 กิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการใช้งานจะมีน้ำหนัก 450 กิโลกรัม
อายุการใช้งาน	15 ปี.
จำนวนช่องสัญญาณ	- ย่านความถี่ C-band ดาวเทียมไทยคม 1A มีจำนวน 12 ทรานสปอนเดอร์ ดาวเทียมไทยคม 2 มีจำนวน 10 ทรานสปอนเดอร์ โดยความถี่ของช่องสัญญาณของดาวเทียมทั้งสองดวงอยู่ที่ 36 เม็กกะเฮิรตซ์ - ย่านความถี่ Ku-band ดาวเทียมไทยคม 1 และดาวเทียมไทยคม 2 มีจำนวนดวงละ 3 ทรานสปอนเดอร์ โดยความถี่ช่องสัญญาณ ของดาวเทียมทั้งสองดวงอยู่ที่ 54 เม็กกะเฮิรตซ์
ความกว้างของช่องสัญญาณ	C-band = 500 เม็กกะเฮิรตซ์ Ku-band = 250 เม็กกะเฮิรตซ์
ตำแหน่งวงโคจร	ดาวเทียมไทยคม 1A อยู่ที่ตำแหน่งวงโคจร 120 องศาตะวันออก ดาวเทียมไทยคม 2 อยู่ที่ตำแหน่งวงโคจร 78.5 องศาตะวันออก
บริษัทนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร	บริษัทเอเรียนสเปซ ประเทศฝรั่งเศส
วันกำหนดส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร และวันที่เริ่มให้บริการ	ดาวเทียมไทยคม 1 ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2536 มีการย้ายตำแหน่งวงโคจรจาก 78.5 องศาตะวันออก ไปที่ตำแหน่งวงโคจร 120 องศาตะวันออก เมื่อเดือนพฤษภาคม 2540 ดาวเทียมไทยคม1 เริ่มให้บริการ เมื่อเดือนมกราคม 2537 ดาวเทียมไทยคม 1 เริ่มให้บริการ เมื่อเดือนมิถุนายน 2540 ดาวเทียมไทยคม 2 ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม 2537 เริ่มให้บริการในเดือนธันวาคม 2537

คุณสมบัติของดาวเทียมไทยคม 3

ดาวเทียมไทยคม 3 เป็นดาวเทียมรุ่น 3 แกน ผลิตโดย บริษัท อัลคาเทล สเปซ ซิสเต็ม ประกอบด้วยย่านความถี่ C-band จำนวน 25 ทรานสปอนเดอร์ และย่านความถี่ Ku-band จำนวน 14 ทรานสปอนเดอร์ โดยย่านความถี่ C-band global beam ของไทยคม 3 ครอบคลุมพื้นที่ 4 ทวีป คือเอเชีย, ยุโรป, ออสเตรเลีย และแอฟริกา ส่วนพื้นที่การให้บริการของ Spot seam ในย่านความถี่ Ku-band นั้นครอบคลุมประเทศไทย และประเทศในภูมิภาคอินโดจีน ส่วน Steerable beam ในย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคม3 สามารถให้บริการในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในสี่ทวีปได้อีกด้วย ลักษณะโครงสร้างของดาวเทียมไทยคม 3 แสดงไว้ในรูปที่ 2.3 และมีคุณลักษณะดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงโครงสร้างของดาวเทียมไทยคม 3

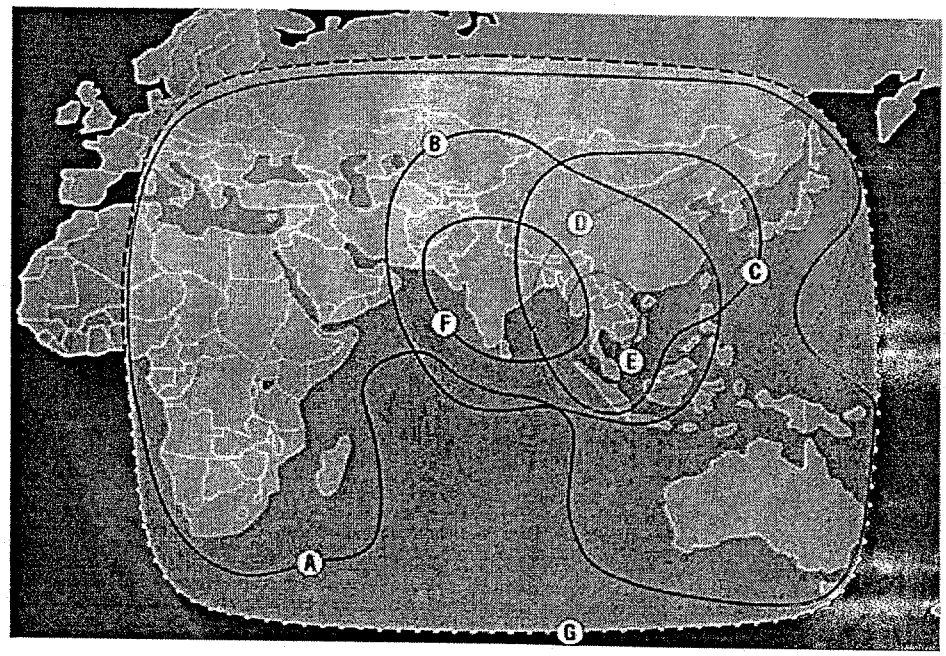
(http://www.mlesat.com/Thaicom.html)

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียมไทยคม 3

การออกแบบ	ดาวเทียมรุ่น Spacebus-3000A ซึ่งเป็นดาวเทียมรุ่น 3 แกน
กำลัง	5,300 วัตต์
น้ำหนักเมื่อส่งขึ้นสู่วงโคจรในอวกาศ	2,652 กิโลกรัม
มวลในวงโคจร	เมื่อเริ่มใช้งานจะมีน้ำหนัก 1,560 กิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการใช้งานจะมีน้ำหนัก 1,160 กิโลกรัม
อายุการใช้งาน	14 ปี
จำนวนช่องสัญญาณ	- ย่านความถี่ C-band global beam จำนวน 7 ทรานสพอนเดอร์ ย่านความถี่ C-band regional beam จำนวน 18 ทรานสปอนเดอร์ มีความถี่ของช่องสัญญาณในย่านความถี่ซีแบนด์เท่ากับ 36 เม็กกะเฮิรตซ์ - ย่านความถี่ Ku-band spot beam จำนวน 7 ทรานสพอนเดอร์ แบ่งเป็น 2 ช่องทรานสปอนเดอร์ มีความถี่ของช่องสัญญาณ เท่ากับ 54 เม็กกะเฮิรตซ์ส่วนอีก 5 ช่องทรานสปอนเดอร์ มีความถี่ของช่องสัญญาณเท่ากับ 36 เม็กกะเฮิร์ซ ย่านความถี่ Ku-band steerable beam มีความถี่ของช่องสัญญาณเท่ากับ 36 เม็กกะเฮิรตซ์
ความกว้างของช่องสัญญาณ	C-Band เท่ากับ 500 เม็กกะเฮิรตซ์ Extended C-Band เท่ากับ 300 เม็กกะเฮิรตซ์ Ku-Band เท่ากับ 500 เม็กกะเฮิรตซ์
ตำแหน่งวงโคจร	78.5 องศาตะวันออก
บริษัทนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร	บริษัทเอเรียนสเปซ ประเทศฝรั่งเศส
วันที่กำหนดส่ง ดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร	16 เมษายน 2540
วันที่เริ่มให้บริการ	พฤษภาคม 2540

พื้นที่การให้บริการของดาวเทียมไทยคม

ปัจจุบันดาวเทียมไทยคมให้บริการจำนวนทั้งสิ้น 3 ดวง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่การให้บริการถึง 4 ทวีป คือ เอเชีย, ยุโรป, แอฟริกา และ ออสเตรเลีย โดยใช้ความถี่ย่าน C-band และ Ku-band ควบคู่กันไป ซึ่งความถี่ย่านC-band นั้นเหมาะกับการสื่อสารโทรคมนาคมทั่ว ๆ ไป เช่น การส่งข้อมูล ภาพ เสียง ส่วนความถี่ย่านKu-band เหมาะสมกับการส่งในระบบ DTH (direct to home) หรือการออกอากาศ TV โดยตรง ซึ่งจะให้ความสะดวกแก่ผู้รับชมรายการ พื้นที่ที่ดาวเทียมไทยคมสามารถให้บริการได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงพื้นที่ที่ดาวเทียมไทยคม 1 ไทยคม 2 และ ไทยคอม 3 ครอบคลุมถึง
(http://www.rin.ac.th/web/science/thaicom1.htm)

ในพื้นที่ A นั้นเป็นพื้นที่ให้บริการที่สามารถควบคุมได้ถึง 4 ทวีป
ในพื้นที่ B นั้นเป็นพื้นที่ให้บริการครอบคลุมประเทศอินเดีย ใช้ย่านความถี่ C-band
ในพื้นที่ C นั้นเป็นพื้นที่ให้บริการครอบคลุมเอเชียตะวันออก ใช้ย่านความถี่ C-band
ในพื้นที่ D นั้นเป็นพื้นที่ให้บริการครอบคลุมเอเชียแปซิฟิกใช้ย่านความถี่ C-band
ในพื้นที่ E นั้นเป็นพื้นที่ให้บริการครอบคลุมประเทศไทยใช้ย่านความถี่ Ku-band
ในพื้นที่ F นั้นเป็นพื้นที่ให้บริการเคลื่อนย้ายได้ โดยใช้ย่านความถี่ Ku-band
ในพื้นที่ G นั้นเป็นพื้นที่ให้บริการเคลื่อนย้ายได้ โดยใช้ย่านความถี่ Ku-band

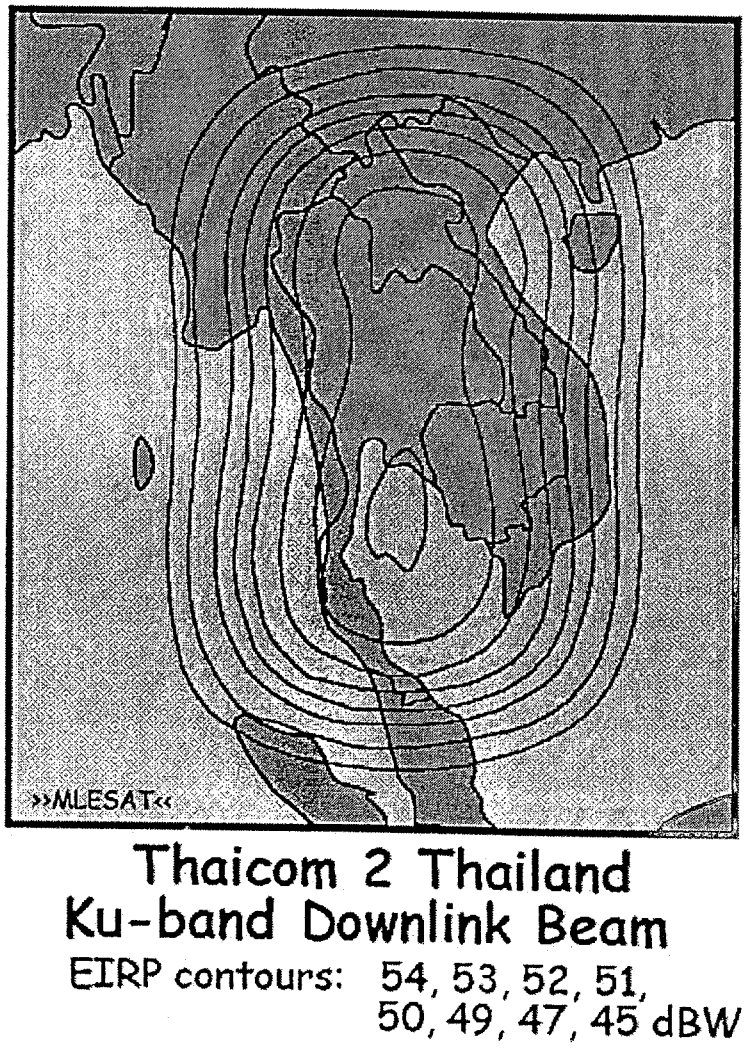
พื้นที่การให้บริการของดาวเทียมไทยคม 1 และดาวเทียมไทยคม 2

ดาวเทียมไทยคม1 และดาวเทียมไทยคม 2 เป็นดาวเทียมรุ่นแรกของโครงการดาวเทียมไทยคม ดาวเทียมทั้ง 2 ดวงเป็นดาวเทียมรุ่น HS-376 ผลิตโดย บริษัท ฮิวจ์ แอร์คราฟท์ ประเทศสหรัฐอเมริกา พื้นที่การให้บริการย่านความถี่ C-band ของดาวเทียมไทยคม 1 และดาวเทียมไทยคม 2 ครอบคลุมประเทศไทย ลาว กัมพูชา เมียนมาร์ เวียดนาม มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เกาหลี ญี่ปุ่น และชายฝั่งตะวันออกของประเทศจีน ดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดยมีความแรงของสัญญาณด้านขาลง (down link) ณ ประเทศไทย 36 dBW (เดซิเบลวัตต์)

รูปที่ 2.5 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ C-Band ของดาวเทียมไทยคม 2

(http://www.mlesat.com/Thaicom.html)

ส่วนพื้นที่การให้บริการในย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคม1 และดาวเทียมไทยคม 2 ครอบคลุมประเทศไทยและประเทศในแถบอินโดจีน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.6 โดยมีความแรงของสัญญาณด้านขาลง (down link) 50 dBW (เดซิเบลวัตต์)



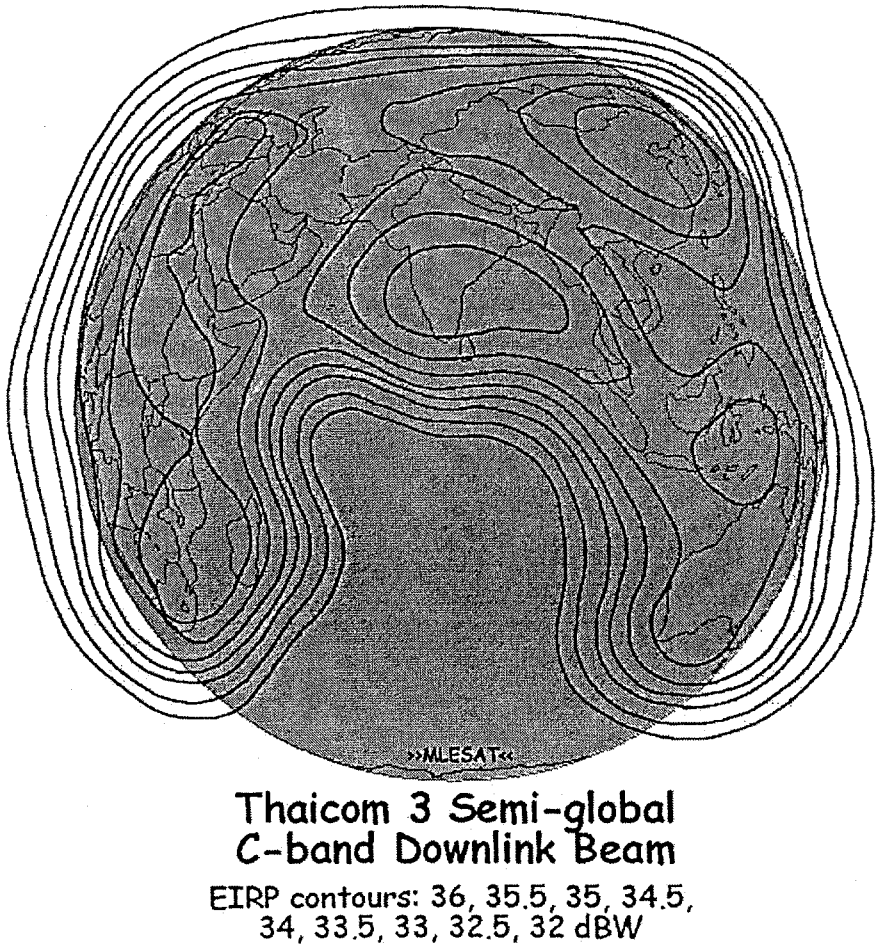
รูปที่ 2.6 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ KU-Band ของดาวเทียมไทยคม 2

(http://www.mlesat.com/Thaicom.html)

พื้นที่การให้บริการของดาวเทียมไทยคม 3

พื้นที่การให้บริการของดาวเทียมไทยคม 3 แบ่งพื้นที่การให้บริการตามย่านความถี่ดังนี้

1. ย่านความถี่ C-band global beam ครอบคลุม 4 ทวีปคือ เอเชีย ยุโรป ออสเตรเลีย และแอฟริกา ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ C-Band Global Beam ครอบคลุม 4 ทวีป

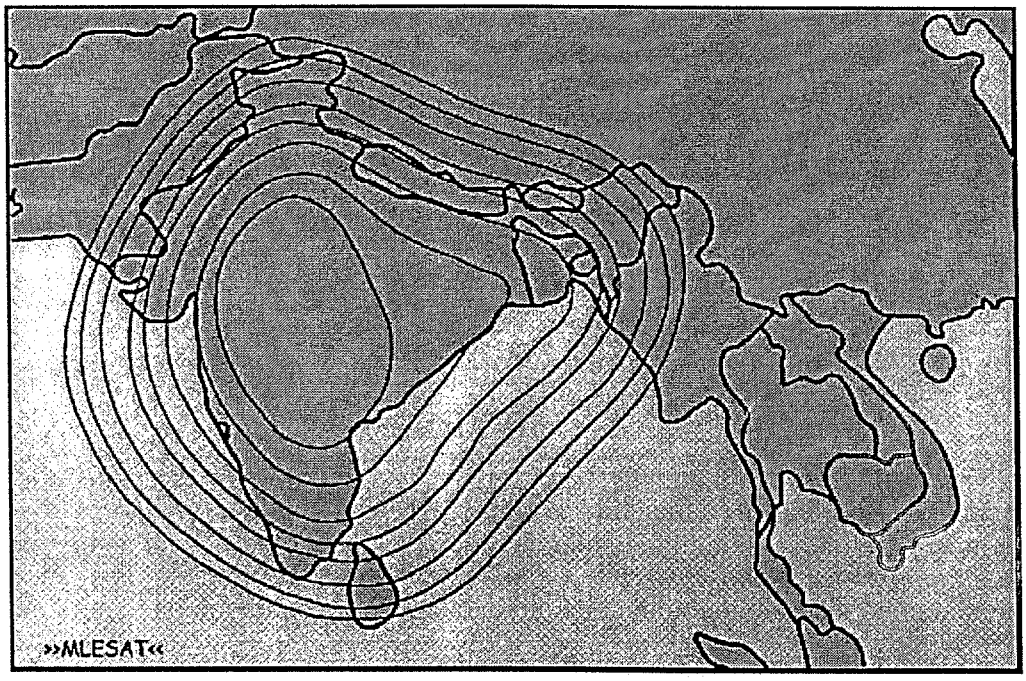
(http://www.mlesat.com/Thaicom.html)

2. ย่านความถี่ C-Band regional beam ครอบคลุมประเทศไทย อินเดีย และประเทศในแถบอินโดจีน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ C-Band regional beam

(http://www.mlesat.com/Thaicom.html)

3. ย่านความถี่ Ku-band steerable beam ครอบคลุมประเทศอินเดียและประเทศใกล้เคียง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.9

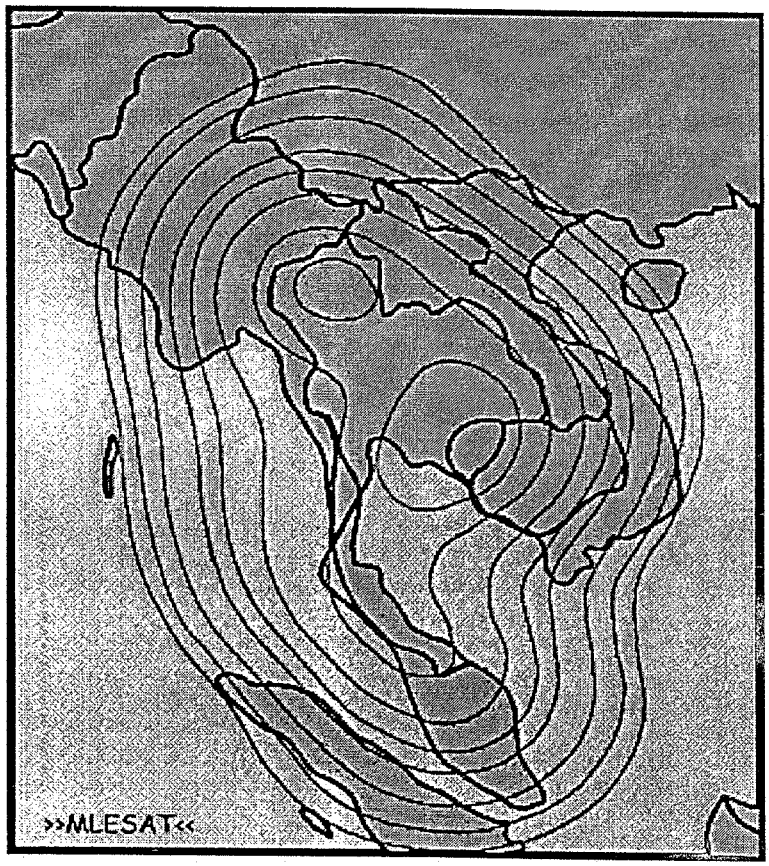


รูปที่ 2.9 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ Ku-band steerable beam (http://www.mlesat.com/Thaicom.html)

156183

621.3881
ส1 ก13 ศ
ศก

4. ย่านความถี่ Ku-band spot beam ครอบคลุมประเทศไทย และประเทศในอินโดจีน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงพื้นที่การให้บริการย่านความถี่ Ku-band spot beam ของดาวเทียมไทยคม 3 (http://www.mlesat.com/Thaicom.html)

ตารางที่ 2.3 รายชื่อประเทศภายใต้พื้นที่การให้บริการของดาวเทียมไทยคม 3

AFRICA	ASIA	OCEANIA	EUROPE
Algeria	Afghanistan	Australia	Albania
Mali	Armenia		Andorra
Angola	Azerbaijan		Austria
Morocco	Bahrain		Belarus
Benin	Bangladesh		Belgium
Mozambique	Bhutan		Bosnia-Herzegovina
Botswana	Brunei		Bulgaria
Namibia	Cambodia		Croatia
Burkina Faso	China		Cyprus
Niger	Georgia		Czech Republic
Burundi	Hong Kong		Denmark
Nigeria	India		Estonia
Cameroon	Indonesia		Finland
Rwanda	Iran		France
Central African	Iraq		Germany
Somalia Republic	Israel		Greece
Chad	Japan		Hungary
Republic of South	Jordan		Italy
Africa	Kashmir		Latvia
Congo	Kazakhstan		Lithuania
Sudan	Korea North		Luxembourg
Cote D'Ivoire	Korea South		Macedonia
Swaziland	Kuwait		Monaco
Djibouti	Kyrgyzstan		Moldova
Tanzania	Laos		The Netherlands
Egypt	Lebanon		Norway
Togo	Malaysia		Poland
Ethiopia	Mongolia		Romania
Tunisia	Myanmar		Russia Federation
Gabon	Nepal		Serbia
Uganda	Oman		Slovakia
Ghana	Palestine		Slovenia
Zaire	Papua New Guinea		Spain
Equatorial	Pakistan		Sweden
Guinea	Philippines		Switzerland
Ivory Coast	Qatar		Ukraine
Zimbabwe	Saudi Arabia		
Kenya	Singapore		
Lesotho	Sri Lanka		
Libya	Syria		
Madagascar	Taiwan		
Malawi	Tajikistan		
	Turkey		
	Turkmenistan		
	United Arab Emirated		
	Uzbekistan		
	Vietnam		
	Yemen		

การให้บริการโทรคมนาคมของดาวเทียมไทยคม

บริษัทและองค์กรต่างๆในประเทศไทย ที่ให้บริการเกี่ยวกับงานทางด้านโทรคมนาคมรวมทั้งสถานีโทรทัศน์ทุกช่อง ใช้บริการของดาวเทียมอินเทลแซท เอเชียแซท และปาลาปา แต่ในอนาคตนั้นหากว่าสัญญาข้อตกลงที่ทำไว้กับเจ้าของดาวเทียมดังกล่าวได้สิ้นสุดลง บริการทั้งหมดนี้จะต้องย้ายมาใช้บริการของดาวเทียมไทยคมอย่างแน่นอน ไม่ว่าจะเป็นสถานีโทรทัศน์ช่อง 3 , 5 , 7 , 9 และ 11 สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย รวมทั้งการให้บริการสื่อสารข้อมูลระบบ VSAT (very small aperture terminal) ของบริษัทคอมพิวเน็ท จำกัด และบริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด

เดิมนั้น บริษัทคอมพิวเน็ท จำกัด ได้รับอนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลข ให้ดำเนินกิจการในเรื่องของการให้บริการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม ทั้งแบบรับทางเดียวและแบบรับส่งสองทาง โดยใช้ ทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมเอเชียแซท 1 และทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมปาลาปา B2P ที่ทางบริษัทคอมพิวเน็ท จำกัด ได้ทำสัญญาเช่าไว้ เพื่อให้บริการสื่อสารข้อมูลที่เรียกว่า ระบบ VSAT แก่ลูกค้าทั่วไป โดยมีสถานีควบคุมเครือข่ายภาคพื้นดินอยู่ที่ สมุทรปราการ และใช้จานรับส่งสัญญาณ 2 ชุด แต่ละชุดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.2 เมตร และ 7.5 เมตรตามลำดับ

ส่วนบริษัท สามารถเทเลคอม จำกัด ก็เป็นอีกบริษัทหนึ่งเช่นกันที่ให้บริการทางด้านระบบการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม โดยได้ทำสัญญาเช่า 2 ทรานสปอนเดอร์ในช่วงแรกจากดาวเทียมปาลาปา B4 และกำลังขยายไปสู่ทรานสปอนเดอร์ชุดที่ 3 จากดาวเทียมดวงเดียวกัน เพื่อให้บริการกับเครือข่ายของลูกค้าในส่วนที่เป็นธนาคาร บริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ ซึ่งรวมแล้วบริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด จะมีเครือข่ายที่ให้บริการการรับส่งข้อมูลแบบ 2 ทาง เป็นจำนวนถึง 450 สถานี มีเครือข่ายที่ให้บริการแบบรับข้อมูลทางเดียวจำนวน 180 สถานี และการเชื่อมต่อระบบ SCPC (single channel per carrier) อีกจำนวน 350 คู่สถานี โดยอุปกรณ์ที่บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด เลือกใช้กับสถานีเครือข่ายจะเป็นของบริษัทไซแอนติฟิคแอตแลนต้า จำกัด และคอมสตรีมคอร์ปอเรชั่น จำกัด

นอกจากนี้ดาวเทียมไทยคมยังสามารถให้บริการติดต่อสื่อสารภายในประเทศ ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูล่าร์ หรือบริการส่งข้อมูล ที่เป็นภาพ เสียง และข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ให้แก่กิจการทางธุรกิจของเอกชน และยังให้บริการเชื่อมต่อระบบโทรคมนาคมต่างๆ ที่มีอยู่ให้แก่หน่วยงานรัฐบาล รวมทั้งหน่วยงานของทางทหารอีกด้วย

ปัจจุบันกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียมในประเทศที่ได้ใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมไทยคม ได้แบ่งกลุ่มผู้ใช้ดาวเทียมไทยคมออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆคือ

1. บริการสื่อสารผ่านดาวเทียมด้วยระบบ VSAT หรือจานสายอากาศขนาดเล็ก เป็นบริการที่ใช้ส่งสัญญาณเสียง ข้อมูลและภาพ ผ่านเครือข่าย VSAT เพื่อติดต่อสื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์ออนไลน์ ระบบโทรศัพท์ และระบบการกระจายข้อมูล เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้บริการมีทั้งหน่วยงานภาครัฐ

และภาคเอกชน ปัจจุบันมีการให้บริการเครือข่าย VSAT ทั้งหมด 5 ราย ได้แก่ บริษัท คอมพิวเนท คอร์ปอร์เรชั่น จำกัด, บริษัท สยามแซท เน็ทเวิร์ก จำกัด บริษัท อดิวเมนท์ จำกัด บริษัท สามารถเทเลคอม จำกัด และบริษัท เวิลด์แซทเน็ทเวิร์ค จำกัด

2. บริการโทรคมนาคมที่มีเครือข่ายขนาดใหญ่ผ่านดาวเทียม เช่นระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบวิทยุติดตามตัว เป็นต้น ปัจจุบันหน่วยงานที่ใช้บริการนี้ของดาวเทียมไทยคม ได้แก่ การสื่อสารแห่งประเทศไทย องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด(มหาชน) บริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซส คอมมิวนิเคชั่น จำกัด บริษัท ชินวัตร เพจจิ้ง จำกัด และบริษัท สามารถ เพจจิ้ง จำกัด

3. กิจการโทรทัศน์ สถานีต่างๆ 3,5,7,9,11 และ ไอทีวี ได้ใช้บริการดาวเทียมไทยคมในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ไปทั่วประเทศนอกจากนี้ยังมีระบบโทรทัศน์ดิจิตอลผ่านดาวเทียม แบบบอกรับเป็นสมาชิก ซึ่งให้บริการโดยบริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล บรอดคาสติ้ง คอร์ปอร์เรชั่น จำกัด (มหาชน)

4. กิจการสื่อสารผ่านดาวเทียมแบบต่างๆ เช่นระบบ SCPC ระบบ TDMA/DAMA ซึ่งสามารถให้บริการติดต่อสื่อสารทั้งทางเสียง ข้อมูล และภาพ เพื่อใช้ในการประสานงานราชการและอำนวยความสะดวกแก่ประชาชน

ส่วนประกอบของดาวเทียม

ตัวดาวเทียมที่ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลกอยู่ในอวกาศนั้น มีองค์ประกอบหลัก ๆ ที่สำคัญดังต่อไปนี้ (http://cs.riudon.ac.th/sak/datacom/ wave.htm)

1. ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร ในส่วนนี้จะประกอบด้วย มอเตอร์จรวดที่คอยทำการปรับเปลี่ยนวงโคจรของดาวเทียมให้อยู่ในวง โคจรที่ถูกต้อง เมื่อเกิดการคลาดเคลื่อนของวงโคจรเนื่องจากมีแรงภายนอกมากระทำ และมีส่วนประกอบอีกอย่างหนึ่งที่เรียกว่า Gas Jet หรืออุปกรณ์ภายในอื่นๆ ของดาวเทียมซึ่งจะควบคุมตำแหน่งของดาวเทียมให้ถูกต้องอยู่เสมอ

2. ระบบตรวจจับและสั่งการดาวเทียม TT&C (telemetry, tracking และ command) ระบบนี้จะเป็นระบบที่มีทั้งส่วนที่อยู่บนตัวดาวเทียม และอยู่ที่สถานีควบคุมภาคพื้นดิน โดยระบบการติดต่อ (telemetry) จะส่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับสัญญาณควบคุมต่างๆ บนตัวดาวเทียมแล้วส่งมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน ส่วนระบบติดตาม (tracking) เป็นระบบที่อยู่บนภาคพื้นดินซึ่งคอยจัดการเกี่ยวกับข้อมูลทางตำแหน่งของตัวดาวเทียม เช่น ระยะห่างจากโลก, มุม Azimuth และมุม Elevation จากการตรวจจับพารามิเตอร์ทั้งสามซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง ก็จะทำให้สถานีควบคุมภาคพื้นดินสามารถกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องของตัวดาวเทียม ณ ขณะนั้น ๆ ได้ การรับสัญญาณระบบ Telemetry จากดาวเทียม และข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งและวงโคจรจาก ระบบ

tracking ก็จะให้สถานีควบคุมภาคพื้นดินสามารถส่งสัญญาณควบคุม (command) ไปยังตัวดาวเทียมเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมให้ถูกต้อง

3. ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า ดาวเทียมสื่อสารทุกชนิดจะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากการแปรผันมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าโซล่าเซล (solar sells) โดยพลังงานที่ได้นี้จะใช้ในระบบสื่อสารของดาวเทียม โดยเฉพาะในภาคส่งและพลังงานไฟฟ้าที่เหลือก็จะใช้ในส่วนอื่นๆ ของตัวดาวเทียม โดยเรียกว่าเฮาส์คีปปิ้ง (housekeeping) เนื่องจากเป็นระบบที่คอยสนับสนุนส่วนของระบบสื่อสารให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

4. ระบบสื่อสารของดาวเทียม ระบบนี้เป็นส่วนประกอบหลักของดาวเทียมสื่อสาร โดยที่ระบบอื่นๆ เป็นเพียงส่วนที่คอยสนับสนุน การทำงานของระบบนี้เท่านั้น ซึ่งประกอบไปด้วยระบบจานสายอากาศซึ่งคอยรับและส่งสัญญาณที่มีแบนด์วิดท์กว้างในย่านความถี่ไมโครเวฟ นอกจากนี้ ยังมีส่วนของภาครับ- ภาคส่ง และภาคขยายกำลังของสัญญาณสำหรับหน่วยหนึ่ง ๆ ที่เป็นทั้งตัวรับและตัวส่งสัญญาณ เรียกว่า ทรานสปอนเดอร์

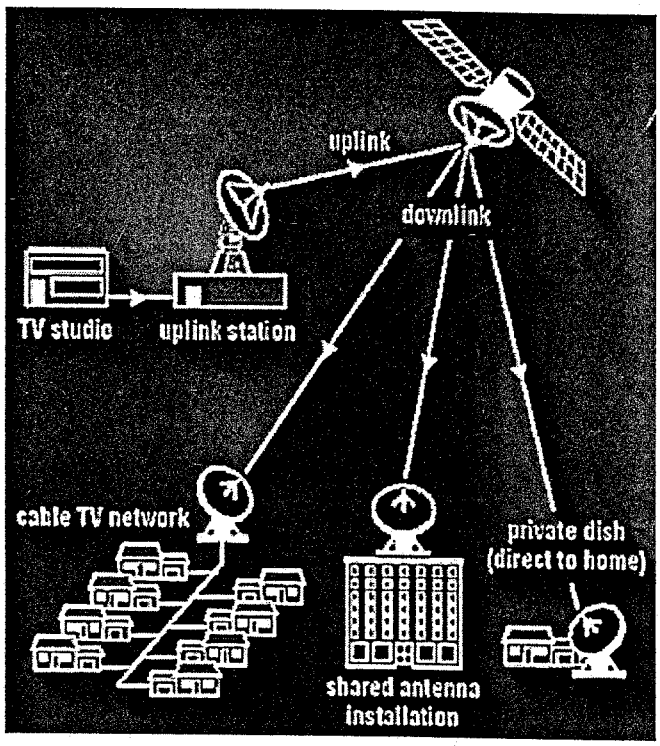
5. ระบบสายอากาศของดาวเทียม ระบบนี้โดยทั่วไปแล้ว อาจจะถือว่ารวมอยู่ในระบบสื่อสารก็ได้ โดยจะถือว่าเป็นอีกส่วนหนึ่งแยกจากทรานสปอนเดอร์ในดาวเทียมสื่อสาร เช่น Intelsat 5 จะมีระบบของจานสายอากาศที่สลับซับซ้อนมากซึ่งสามารถที่จะสร้างพื้นที่ที่จะให้บริการ (beam) ลงมายังพื้นโลกเป็นรูปร่างต่างๆ เพื่อให้เหมาะกับพื้นผิวที่รับบริการในพื้นโลกได้อย่างเหมาะสม

องค์ประกอบในการสื่อสารระบบดาวเทียม

ด้วยขีดจำกัดของการสื่อสารส่งคลื่นตรง (communication directly) ไปยังสถานีอื่น ไม่ว่าจะเป็นสถานีเดียว หรือหลายสถานีไม่อาจจะทำได้ เนื่องจากความโค้งของโลกและบรรยากาศอื่น ๆ มาขัดขวาง แม้ว่าจะใช้คลื่นวิทยุที่มีความถี่สูงมาก ๆ ก็ไม่สามารถที่จะนำเอาข้อมูลข่าวสารออกไปยังที่ต่าง ๆ ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการได้ แต่การสื่อสารด้วยดาวเทียมสามารถกระทำได้ เพราะวิธีการของดาวเทียมมิใช่วิธีการส่งข้อมูลธรรมดา ดาวเทียมมิใช่เครื่องส่งโดยตรง ดาวเทียมเป็นเพียงเทห์ฟากฟ้าที่มนุษย์ส่งขึ้นไปให้ลอยอยู่ในท้องฟ้า เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอดสัญญาณ (relay station) สำหรับข้อมูลต่าง ๆ ที่จะส่งขึ้นไป เมื่อสถานีส่งในภาคพื้นดินได้ทำการส่งข้อมูลข่าวสารขึ้นไปยังสถานีดาวเทียมบนท้องฟ้า สถานีดาวเทียมบนท้องฟ้าจะรับสัญญาณไว้แล้วนำไปขยาย จากนั้นจะทำการทบทวนสัญญาณและตรวจสอบตำแหน่งของสถานีปลายทาง แล้วจึงส่งสัญญาณข้อมูลไปด้วยความถี่อีกความถี่หนึ่งลงไปยังสถานีรับปลายทาง หรือไปยังเครื่องรับสัญญาณบนภาคพื้นดิน ดังนั้นดาวเทียมบนท้องฟ้าทำหน้าที่เป็นสถานีทวนสัญญาณ (repeater) เท่านั้น

ในรูป 2.11 เป็นแนวคิดกระบวนการสื่อสารด้วยดาวเทียม เริ่มจากสถานีส่งในภาคพื้นดินส่งข้อมูลขึ้นไปยังดาวเทียม ดาวเทียมจะทำการรับด้วยอุปกรณ์ที่เป็นเครื่องรับเพื่อเก็บ (picks up) ข้อมูลข่าวสารทั้งหมดที่ส่งขึ้นไปก่อนส่งเข้าสู่ระบบการส่งข้อมูลอันประกอบด้วยวงจรขยายสัญญาณ (amplifier) และวงจรเครื่องส่งที่แปลงความถี่เป็นความถี่ตัวใหม่ การเปลี่ยนความถี่ในการถ่ายทอดเป็นความถี่ใหม่นี้เรียกว่า รีทรานสมิต (retransmit) เพื่อถ่ายทอดข้อมูลกลับมาให้กับสถานีรับในภาคพื้นดิน

โดยทั่วไปสถานีส่งที่อยู่ในภาคพื้นดินเมื่อส่งข้อมูลขึ้นไปยังดาวเทียม เรานิยมเรียกว่า อัพลิ้งค์ และเรียกกระบวนการรีทรานสมิตจากดาวเทียมมายังโลกว่า ดาวน์ลิ้งค์โดยมีหลักการอยู่ว่า ความถี่ของระบบดาวลิ้งค์ ต้องต่ำกว่าความถี่ของระบบอัพลิ้งค์

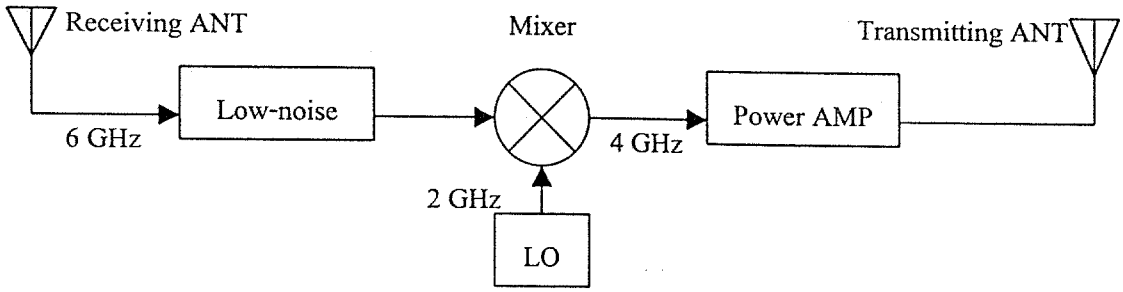


รูปที่ 2.11 แสดงการถ่ายทอดทวนสัญญาณจากดาวเทียม
(http://repairfaq.cis.upenn.edu/sam/icets/satellte.htm)

ลักษณะของการรับส่งสัญญาณข้อมูลอาจจะเป็นแบบจุดต่อจุด (point-to-point) หรือแบบแพร่สัญญาณ (broadcast) สถานีดาวเทียมหนึ่งดวง สามารถมีเครื่องทบทวนสัญญาณดาวเทียมได้ถึง 25 เครื่อง และสามารถครอบคลุมพื้นที่การส่งสัญญาณได้ถึง 1 ใน 3 ของพื้นผิวโลก ดังนั้นถ้าจะส่งสัญญาณข้อมูลให้ได้รอบโลกสามารถทำได้โดยการส่งสัญญาณผ่านสถานีดาวเทียมเพียงสามดวงเท่านั้น (http://www.thaiwbi.com/course/data_com/sys.html)

ช่องรับส่งสัญญาณของดาวเทียม

ช่องสัญญาณของดาวเทียม หรือที่เรียกทับศัพท์ว่าทรานสปอนเดอร์นั้นคือเครื่องส่งและเครื่องรับอยู่ในตัวเดียวกัน (transmitter-receiver combination) ซึ่งเรียกอุปกรณ์หน่วยรวมนี้ว่า ทรานสปอนเดอร์ หน้าที่เบื้องต้นของตัวทรานสปอนเดอร์คือการทำหน้าที่เป็นวงจรขยายความแรงสัญญาณ (amplification) และหน้าที่ในการถ่ายทอดความถี่ (frequency translation) ซึ่งสามารถเขียนบล็อกไดอะแกรมดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียม

ในบล็อกไดอะแกรมแสดงให้เห็นว่าทรานสปอนเดอร์มิได้ทำหน้าที่เป็นเครื่องรับส่ง ด้วยความถี่เดิม ๆ เพราะเครื่องส่งที่ส่งมาด้วยความแรงมากย่อมทำให้เกิดโอเว่อร์โหลดในการรับ และเครื่องส่งที่ส่งมาด้วยความแรงสัญญาณน้อยย่อมทำให้เครื่องรับเกิดบล็อกเอาต์ได้ นี่คือประเด็นปัญหาของระบบโทรคมนาคม

ทรานสปอนเดอร์โดยทั่วไปเป็นวงจรขยายสัญญาณความถี่สูงแบนด์กว้าง ซึ่งสามารถที่จะรับและส่งออกไปได้มากกว่า 1 สัญญาณ และนั่นหมายความว่าสถานีรับที่อยู่ในภาคพื้นดินสามารถรับข้อมูลข่าวสารได้หลายช่องหากทำให้เครื่องรับเป็นเครื่องรับที่มีการปรับรับสถานีแบบแบนด์กว้าง

มาตรฐานของทรานสปอนเดอร์เมื่อถูกออกแบบให้เป็นวงจรที่ตอบสนองความถี่แบนด์กว้าง (wide band) หากนำไปใช้กับสัญญาณเพียงสัญญาณเดียวย่อมจะทำให้ความถี่ของสัญญาณบีบอัดเอาความถี่รบกวนให้เกิดน้อยที่สุด ฉะนั้นในดาวเทียมดวงหนึ่ง ๆ นั้นจึงได้บรรจุเอาทรานสปอนเดอร์หลาย ๆ ทรานสปอนเดอร์ไว้ในตัวดาวเทียมตัวเดียวกัน เรียกว่า มัลติเปิ้ลทรานสปอนเดอร์ (multiple transponder) และในทรานสปอนเดอร์แต่ละตัว จะมีความถี่การใช้งานแตกต่างกันออกไป

โดยทั่วไปในดาวเทียมดวงหนึ่งจะบรรจุทรานสปอนเดอร์ไว้ประมาณ 12 หรือ 24 ทรานส-ปอนเดอร์ หรืออาจมากกว่านี้ แต่ละทรานสปอนเดอร์จะมีการทำงานที่เป็นอิสระจากกันและกัน ดังนั้นสถานีส่งสัญญาณภาคพื้นดินในระบบมัลติเพล็กซ์ (various multiplexing schemes) ให้สถานี

ภาคพื้นดินสถานีเดียวสามารถส่งข้อมูลได้เหมือนกับมีหลายสถานีในเวลาเดียวกัน (เจน สงสมพันธุ์, 2538, หน้า 31)

ความถี่ที่ใช้ในระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม

คลื่นวิทยุที่ใช้สำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียมนั้นถูกกำหนดขึ้นโดยการประชุม World Administrative Radio Conference for Space Telecommunication (WARC-ST) ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ซึ่งอยู่ภายใต้องค์การสหประชาชาติมีสมาชิกจากประเทศต่างๆ ทั่วโลกทำหน้าที่บริหารความถี่และกำหนดย่านความถี่ที่สามารถนำไปใช้ในระบบดาวเทียมต่างๆ

ตาราง 2.4 แสดงย่านความถี่วิทยุที่ใช้ในการสื่อสารดาวเทียม

Band	**Frequency Range**
HF	3 MHz – 30 MHz
VHF	30 MHz – 300 MHz
UHF	300 MHz – 1000 MHz
L	1000 MHz – 2000 MHz
S	2000 MHz – 4000 MHz
C	4000 MHz – 8000 MHz
X	8000 MHz – 12000 MHz
Ku	12 GHz – 18 GHz
K	18 GHz – 27 GHz
Ka	27 GHz – 40 GHz
V	40 GHz – 75 GHz
W	75 GHz – 110 GHz
Mm	110 GHz – 300 GHz

ย่านความถี่ที่ใช้สำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียมดังกล่าวเป็นทรัพยากรที่มีจำกัด จึงต้องมีการพัฒนาการใช้งานให้ได้ประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการใช้งานระบบดาวเทียมมีมากขึ้นอย่างมากมายจนทำให้ต้องมีการนำเอาย่านความถี่ที่สูงขึ้นมาพัฒนาเพื่อใช้งานเพิ่มขึ้น เช่นในระบบดาวเทียมสื่อสารได้เริ่มต้นใช้งานความถี่ย่าน C-band 6/4 GHz ซึ่งต่อมามีการนำความถี่ย่าน Ku-band 14/11GHz มาใช้งานเพิ่มเติม แต่ย่านความถี่ที่สูงขึ้นจะได้รับผลกระทบจากฝนที่เกิดขึ้น (rainy condition) ทำให้สัญญาณมีการสูญเสียกำลังงานในการส่งไป

เนื่องจากย่านความถี่ที่ใช้ของระบบ C-band อยู่ระหว่างอัพลิ้งค์ที่ความถี่ 5925-6425 MHz และ ดาวน์ลิ้งค์ที่ความถี่3700-4200 MHz จึงเรียกระบบนี้ว่าระบบ C-band 6/4 GHz ในทำนองเดียวกัน ย่านความถี่ของ Ku-band อยู่ระหว่างอัพลิ้งค์ที่ความถี่ 14.0-14.5 GHz และ ดาวน์ลิ้งค์ที่ความถี่ 11.7-12.2 GHz จึงเรียกระบบนี้ว่าระบบ Ku-band 14/11 GHz

จากความต้องการใช้งานระบบดาวเทียมที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาดาวเทียมที่ใช้ย่านความถี่สูงขึ้น เช่นย่าน Ku-band 44/20 GHz โดยสร้างให้มีกำลังส่ง (power) ที่สูงขึ้นเพื่อการใช้งานในเชิงพาณิชย์ได้อย่างกว้างขวางขึ้นในอนาคตอันใกล้ ย่านความถี่ที่ใช้งานกับการสื่อสารผ่านดาวเทียม สามารถแบ่งเป็นย่านความถี่ (band) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

C-band ความถี่ 6/4 GHz

Up Link 5925-6425 MHz

Down Link 3700-4200 MHz

X-band ความถี่ 8/7 GHz

Up Link 7900-8400 MHz

Down Link 7250-7750 MHz

Ku-band ความถี่ 14/11 GHz

Up Link 14.0-14.5 GHz

Down Link 11.7-12.2 GHz

K-band ความถี่ 30/20 GHz

Up Link 27.5-30.5 GHz

Down Link 17.7-20.2 GHz

Ka-band ความถี่ 44/20 GHz

Up Link 43.5-45.5 GHz

Down Link 20.2-21.2 GHz

จะพบว่าในแต่ละ band ย่านความถี่ อัพลิ้งค์ มีค่าสูงกว่าความถี่ ดาวลิ้งค์ เสมอ เนื่องมาจากคุณสมบัติของคลื่นความถี่วิทยุที่จะมีลำคลื่น (beamwidth) แคบลง เมื่อมีความถี่สูงขึ้นทำให้การส่งสัญญาณขาขึ้นด้วยความถี่สูงกว่านั้นสัญญาณจะมีการกระจายน้อยกว่า เป็นการหลีกเลี่ยงการเกิดสัญญาณรบกวนกับระบบดาวเทียมอื่น และมีการสูญเสียพลังงานน้อยเมื่อส่งขึ้นไปในอวกาศ

ระบบการสื่อสารดาวเทียม

ระบบการสื่อสารดาวเทียมมี 2 แบบ (http://www.psisat.com/manual/dish/chapter01/page08.ht) ซึ่งในแต่ระแบบนั้นมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ดังที่ สมพร ธีระโรจนพงษ์ (2543, หน้า 8-9) กล่าวไว้ดังนี้

1. แบบ C-band จะส่งคลื่นความถี่กลับมายังโลกอยู่ในช่วงความถี่ 3.4-4.2 GHz แบบนี้จะมีพื้นที่การให้บริการ หรือที่เรียกว่า ฟุตปริ้นท์ (footprint) มีขอบเขตบริเวณที่สัญญาณดาวเทียมครอบคลุมถึงกว้าง สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ได้หลายประเทศ

ข้อดี : การใช้ดาวเทียมระบบนี้เหมาะที่จะใช้ในประเทศที่ใหญ่ ๆ เพราะส่งดาวเทียมดวงเดียวก็สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ทั่วประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา รัสเซีย จีน อินโดนีเซีย เป็นต้น

ข้อเสีย : เนื่องจากส่งครอบคลุมพื้นที่กว้าง ๆ ความเข้มของสัญญาณที่ไม่ใช่ศูนย์กลางของฟุตปริ้นท์จะต่ำ ต้องใช้จานรับสัญญาณภาคพื้นดินที่มีขนาดขนาดใหญ่จึงจะรับสัญญาณภาพได้ชัด

2. แบบ Ku-band ส่งสัญญาณความถี่ลงมายังพื้นโลกในย่านความถี่ 10-12 GHz ซึ่งสูงกว่าความถี่ C-band สัญญาณที่ส่งจะครอบคลุมพื้นที่ได้น้อย จึงเหมาะสำหรับการส่งสัญญาณเฉพาะภายในประเทศ เป็นที่นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในยุโรป ประเทศญี่ปุ่น และประเทศไทย เป็นต้น

ข้อดี : ความเข้มของสัญญาณสูงมาก ใช้จานรับสัญญาณที่มีขนาดเล็ก เช่นขนาด 80-120 เซนติเมตร ก็สามารถรับสัญญาณได้แล้ว เหมาะสำหรับส่งสัญญาณเฉพาะภายในประเทศ เช่น สัญญาณ Cable TV ผ่านดาวเทียม DBS (direct broabcast satellite) ระบบส่ตรงถึงบ้าน DTH (direct-to-home) เป็นต้น

ข้อเสีย : ฟุตปริ้นท์ระบบ Ku-band จะแคบ ส่งเฉพาะจุดที่ต้องการ ครอบคลุมพื้นที่ได้น้อย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง ปัญหาในการรับสัญญาณภาพ เวลาเกิดฝนตกภาพจะขาดหายเป็นช่วง ๆ

ข้อมูลทางบริษัทไทยคม (http://www.thaicom.net/thai-customer/faq-thai.html) กล่าวไว้ว่า ประสิทธิภาพการใช้ระบบ C-band และ Ku-band ทั้งสองความถี่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่การใช้งานเหมาะสมกันคนละประเภท C-band เหมาะกับการสื่อสารโทรคมนาคมทั่วๆไป เช่น การส่งข้อมูล ภาพ เสียง Ku-band เหมาะ สมกับการส่งในระบบ DTH หรือการออกอากาศ TV โดยตรงผ่านดาวเทียม โดยใช้จานรับสัญญาณขนาดเล็ก 60 - 80 เซนติเมตรสามารถรับสัญญาณได้อย่างดี เหมาะสม และสะดวกแก่ผู้รับชม

ขอบเขตความสามารถใน 1 ย่านความถี่

ย่านความถี่หรือที่เรียกกันว่าแบนด์(band) นั้น ในระบบ C- band ความถี่อัพลิ้งค์อยู่ในช่วง 5925-6425 MHz และดาวน์ลิ้งอยู่ในช่วง 3700-4200 MHz พบว่าแบนด์วิดธ์ (bandwidth) หรือความ

กว้างของความถี่ในแบนด์เท่ากับ 500 MHz ซึ่งเป็นความถี่ที่คิดทั้งทางด้านความถี่ด้านต่ำ และความถี่ด้านสูง จะมีย่านความถี่กว้างมากทีเดียวสำหรับการบรรจุข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ครอบคลุมความถี่วิทยุได้ตั้งแต่ความถี่ย่าน VLF ถึง VHF การออกแบบระบบสื่อสารโดยดาวเทียมทุกดวงจะออกแบบให้มีการใช้งานเต็มแบนด์ (full band-width) เรียกว่าใช้ช่องทรานสปอนเดอร์อย่างเต็มที่

เมื่อเครื่องรับของทรานสปอนเดอร์มีแบนด์วิดธ์กว้างถึง 500 MHz จึงทำให้หน่วยอินพุตของทรานสปอนเดอร์ สามารถเลือกความถี่ช่องได้มากช่อง นับจำนวนได้ไม่ต่ำกว่า 12 ช่อง เพราะการส่งสัญญาณแต่ละช่องมีความกว้างของความถี่ 36 MH โดยมีการ์ดแบนด์เว้นห่างกัน แม้จะดูว่าความถี่กว้าง 36 MHz จะเป็นความถี่แคบ ๆ แต่หากเทียบกับการบรรจุคู่สายโทรศัพท์สามารถบรรจุเลขหมายโทรศัพท์ได้ไม่ต่ำกว่า 1,000 หมายเลข หากเทียบกับการบรรจุข้อมูลของโทรทัศน์สีเต็มช่องแบบยุโรปที่แบนด์กว้างกว่าของประเทศเรา

สถานีภาคพื้นดิน

ระบบดาวเทียมประกอบด้วยตัวดาวเทียมซึ่งอยู่ในอวกาศที่จะติดต่อกับสถานีภาคพื้นดิน (earth station) หลายๆ สถานีบนพื้นดิน โดยผู้ส่งต้องนำสัญญาณความถี่เบสแบนด์ที่ต้องการส่งไปยังวงจรที่ทำหน้าที่ตัดตอนให้สัญญาณนี้ถูกยิงไปยังดาวเทียมผ่านทางสถานีภาคพื้นดิน ที่สถานีภาคพื้นดิน สัญญาณเบสแบนด์จะถูกมอดูเลตโดยความถี่วิทยุ ที่เรียกว่า RF (radio frequency) เพื่อส่งไปยังดาวเทียม ดาวเทียมที่ทำหน้าที่เสมือนกับสถานีทวนสัญญาณขนาดใหญ่ในอวกาศ โดยจะรับสัญญาณ RF ที่ถูกมอดูเลตจากสถานีภาคพื้นดินในความถี่ขาขึ้น และขยายแล้วก็ส่งกลับมายังพื้นโลกในความถี่ขาลงซึ่งมีความถี่ต่างจากความถี่ขาขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนกัน จากนั้นสถานีภาคพื้นดินก็จะแปลงความถี่ RF ที่ได้รับกลับมาเป็นสัญญาณความถี่เบสแบนด์อีกครั้งหนึ่งแล้วผ่านวงจรตัดต่อให้ออกไปยังผู้ใช้บริการ

การส่งสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมแบบส่งตรงถึงบ้านในประเทศไทย

รังสรรค์ วงศ์สรรค์ (2536, หน้า 21-22) กล่าวว่า ในการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม หรือที่เรียกว่า TVRO (TV receive only) ที่อยู่ตามบ้านเรือนหรือที่พักอาศัยในประเทศไทย เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2535 นั้น ปรากฏว่ามีประมาณ 6,000 เครื่อง ซึ่งถือว่ามีจำนวนน้อยมาก สาเหตุที่ทำให้ระบบจานรับสัญญาณดาวเทียมในประเทศไทยเติบโตได้ช้าในช่วงนั้นก็เพราะว่าในสมัยแรก ๆ การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมจะต้องยื่นขออนุญาตจากหน่วยงานของทางราชการก่อน ซึ่งได้แก่กรมไปรษณีย์โทรเลข ซึ่งการจะได้รับอนุญาตนั้นทำให้ค่อนข้างยากเนื่องจากนโยบายของรัฐบาลยังขีดวงจำกัดอย่างมากโดยจะอนุญาตให้เฉพาะบุคคลบางกลุ่มบางประเภทเท่านั้น เช่น ข้าราชการระดับสูง ผู้นำทางทหาร นักการเมือง เป็นต้น

ต่อมากรมไปรษณีย์โทรเลขได้เล็งเห็นถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านการสื่อสารด้วยดาวเทียม จึงได้อนุญาตให้ประชาชนทั่วไปสามารถมีอุปกรณ์เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมได้ หลังจากการยกเลิกข้อกำหนดดังกล่าวออกไปแล้ว ปรากฏว่ายอดจำนวนของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมในประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นถึง 30,000 เครื่องภายในระยะเวลาไม่กี่เดือนเท่านั้น

ในขณะที่ประเทศไทยกำลังมีการตื่นตัวในเรื่องของระบบการรับสัญญาณดาวเทียมกันอยู่นั้น ทางบริษัทชินวัตรฯ ก็มีโครงการจะใช้ดาวเทียมไทยคมในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ รายการบันเทิงต่าง ๆ ลงมายังบ้านพักอาศัยเฉพาะภายในประเทศไทยโดยตรง โดยเรียกระบบนี้ว่า DTH ซึ่งเป็นระบบที่สมาชิกสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์รายการพิเศษดังกล่าวโดยตรงจากดาวเทียมด้วยจานรับสัญญาณขนาดเล็ก เทคนิคในการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบนี้ จะใช้วิธีส่งลงมาพร้อมกันหลาย ๆ ช่อง ซึ่งเป็นวิธีที่เรียกว่า MMDS (multichannel multipoint distribution service) โดยจะทำการบีบสัญญาณภาพที่เป็นระบบดิจิตอลให้มีแถบคลื่นความถี่แคบลง เพื่อที่จะได้ทำการส่งให้ได้จำนวนช่องมากที่สุดในแต่ละทรานสปอนเดอร์ การส่งสัญญาณโทรทัศน์ระบบ DTH นี้ ดาวเทียมไทยคมจะใช้ทรานสปอนเดอร์ความถี่ย่าน Ku-band ซึ่งใช้กำลังส่งขนาดปานกลางมาทำการส่งสัญญาณ

ปัจจุบันการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่าน Ku-band จากดาวเทียมไทยคม สามารถรับสัญญาณจากช่องสถานีต่าง ๆ ได้ดังนี้ (http://www.geocities.com/ch_chaichana/ku.html)

1. สถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 3 อสมท.
2. สถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 5 กองทัพบก
3. สถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 7 กองทัพบก
4. สถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 9 อสมท.
5. สถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 11 กรมประชาสัมพันธ์
6. สถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่องไอทีวี (ITV)
7. สถานีวิทยุโทรทัศน์การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม 6 ช่องสัญญาณ
8. ช่อง ETV (สารคดีเพื่อคนไทย การเกษตร อุตสาหกรรม)
9. ช่อง TGN (Thai TV Global Network : รายการย้อนหลังของช่อง 3,5,7,9,11,ITV)
10. UBC (ถ้ามี Smart Card ของยูบีซี)
11. ช่อง Radio FM (สถานีวิทยุ FM ผ่านดาวเทียม 8 สถานี)

จานรับสัญญาณดาวเทียม

จานรับสัญญาณดาวเทียม คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศของเครื่องรับสัญญาณจากดาวเทียม ซึ่งมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างไปจากเสาอากาศของเครื่องรับทั่ว ๆ ไป เพื่อให้ได้อัตราการรับของสัญญาณที่แรงขึ้น เนื่องจากการส่งสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมทำงานที่ความถี่ 3.7-4.2 GHz และส่งด้วยกำลังส่งประมาณ 8-16 วัตต์ เท่านั้น หลังจากที่เดินทางมาเป็นระยะทางประมาณ 36,00 กิโลเมตร และแผ่กระจายครอบคลุมพื้นที่ของโลกเป็นบริเวณกว้าง จึงทำให้สัญญาณที่ส่งมาถึงพื้นโลกอ่อนกำลังลงไปมากจนแทบจะหมดไปเลย และสาเหตุที่ดาวเทียมประเภทนี้ที่ใช้กำลังการส่งสัญญาณค่อนข้างต่ำ เพราะว่าบนพื้นที่โลกมีการใช้ความถี่ที่ใกล้เคียงกับที่ดาวเทียมที่ใช้อยู่ในการติดต่อสื่อสารบนภาคพื้นดินกันเป็นจำนวนมากอยู่แล้ว ถ้าหากดาวเทียมใช้กำลังในการส่งสูงจะทำให้เกิดการรบกวน หรือที่เรียกว่า ไปแทรกสอดสัญญาณของสถานีโทรคมนาคมภาคพื้นดินที่มีอยู่เดิม ดังนั้นจานรับสัญญาณดาวเทียวทั่วโลกในช่วง 10 กว่าปีที่ผ่านมาจะมีขนาดที่ใหญ่มาก คือมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 6-16 ฟุต ตามที่เห็นติดตั้งอยู่หน้าบ้าน หลังบ้าน หรือบนหลังคาของตึกอาคารทั่วไป

องค์การอินเทลแซท และประเทศทางเอเชีย เช่น ประเทศญี่ปุ่น หรือประเทศ ออสเตรเลีย ซึ่งมีพื้นที่ของประเทศตลอดทั้งทวีป ได้พัฒนาดาวเทียมให้สามารถใช้กำลังส่งจากดาวเทียมขนาดปานกลาง ที่ส่งสัญญาณลงมาด้วยกำลังส่งที่สูงขึ้น คือประมาณ 20-50 วัตต์ และเปลี่ยนมาใช้ความถี่ย่าน Ku-band ในการรับส่ง แทนความถี่ย่าน C-band ที่เคยใช้งานในการติดต่อสื่อสารภายในพื้นที่หรือประเทศของตนเองนานมาแล้ว ดังนั้นจานรับสัญญาณดาวเทียมจึงไม่จำเป็นต้องมีอัตราการขยายมากนัก ก็สามารถที่จะรับสัญญาณได้เป็นอย่างดี จานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมจึงมีขนาดลดลงเหลือประมาณ 2-3 ฟุต

ในประเทศญี่ปุ่นนั้น ชาวญี่ปุ่นสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมได้โดยตรงโดยเรียกระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบนี้ว่า DBS ทำงานที่ความถี่ในช่วง 11.7-12.0 GHz ส่งด้วยกำลังส่งที่สูงมากประมาณ 100 วัตต์ต่อช่อง จึงทำให้ชาวญี่ปุ่นที่อยู่ในย่านกรุงโตเกียว และจังหวัดใกล้เมืองหลวงสามารถใช้จานที่มีขนาดเล็กประมาณ 40 เซนติเมตร ก็สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้เป็นอย่างดี ยกเว้นผู้ที่อยู่อาศัยอยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากจุดศูนย์กลางของลำคลื่น จะต้องใช้จานที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิม คือขนาดตั้งแต่ 75-90 เซนติเมตร เช่นที่ฮอกไกโด ซึ่งเป็นเกาะที่อยู่เหนือสุดของประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

ประเทศไทยเราปัจจุบันก็สามารถใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีขนาดประมาณ 2-3 ฟุต รับสัญญาณได้ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ โดยรับสัญญาณย่านความถี่ Ku-band จากดาวเทียมไทยคม

หลักการทำงานของจานรับสัญญาณดาวเทียม

ส่วนโค้งของจานรับสัญญาณทำให้สัญญาณที่มาจากทางตรงเกิดการหักเหมุมตกเท่ากับมุมสะท้อนให้ ซึ่งสัญญาณจะมารวมกันที่จุดเดียวกัน คือจุดโฟกัส ทำให้เกิดอัตราขยายสัญญาณตรงจุดโฟกัสนั้น จานที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (diameter) ใหญ่ จะมีความเข้มของสัญญาณสูง ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางของจานมีขนาดเล็ก อัตราความเข้มของสัญญาณจะต่ำตามไปด้วย ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.5 เป็นตัวอย่างของจานยี่ห้อ AFC จะเห็นว่าจานที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแคบจะมีความเข้มของสัญญาณต่ำ ส่วนจานที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางกว้างกว่าจะมีความเข้มของสัญญาณสูงกว่า ความเข้มของสัญญาณวัดด้วยหน่วยวัดที่เรียกว่า เดซิเบล (decibel)ใช้คำย่อ dB ความเข้มของสัญญาณของจานรับ เรียกกันอีกอย่างว่าอัตราการขยายของจานรับสัญญาณ (gain) ซึ่งก็คือประสิทิภาพ (efficiency) ของจานรับสัญญาณนั่นเอง เช่นในตัวอย่างจานขนาด 1.2 เมตรที่ความถี่ 4 GHz ในระบบ C-band มีอัตราการขยายของสัญญาณ 27.2 dB ในขณะที่จานขนาด 2.4 เมตรที่ความถี่ 4 GHz ในระบบ C-band เช่นกัน มีอัตราการขยายของสัญญาณถึง 37.5 dB

ตารางที่ 2.5 แสดงอัตราการขยายของสัญญาณของจานที่มีขนาดแตกต่างกัน

Antenna Models and Gain dB

Antenna Size (Meters) Model Number	C-band Receive 4 Ghz	C-band Transmit 6 Ghz	Ku-band Receive 10.95 Ghz	Ku-band Receive 12.2 Ghz	Ku-band Receive 12.7 Ghz	Ku-band Transmit 14.25 Ghz
0.76/PR-2	27.2	30.7	36.2	37.2	37.55	38.55
1.2/PR-4	31.4	35.0	40.25	41.25	41.5	42.0
1.8/PR-6	35.0	38.0	43.75	44.75	45.2	46.0
2.4/PR-8	37.5	41.0	46.3	47.3	47.6	48.6
3.0/PR-10	39.5	43.3	48.2	49.2	49.5	50.7
5.0/PR-16	44.0	47.7	52.5	53.6	54.0	55.0

(http://www.afcsat.com/ant_tab.html)

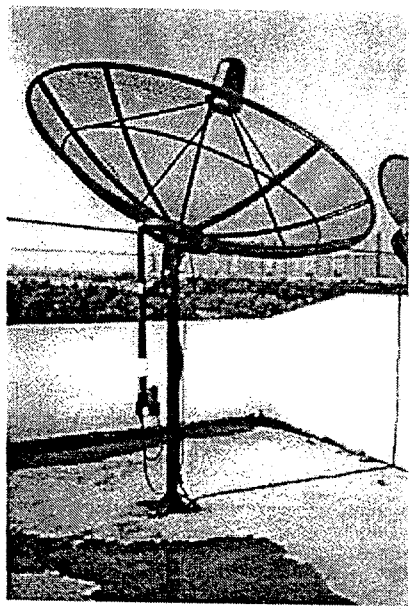
ประเภทของจานรับสัญญาณดาวเทียม

จานรับสัญญาณดาวเทียมมีการแบ่งออกเป็นหลายแบบหลายประเภท แล้วแต่ว่าจะแบ่งตามจุดมุ่งหมายของการใช้งาน หรือจะแบ่งตามลักษณะผลิต ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะของสัญญาณความถี่ที่ใช้รับส่ง ได้แก่จานรับสัญญาณที่เรียกกันตามลักษณะย่านความถี่ ที่ใช้ในการรับสัญญาณนั้น ๆ เช่นจานรับสัญญาณแบบ C-band และ Ku-band จานรับสัญญาณแบบ C-band สามารถใช้รับสัญญาณความถี่ย่าน Ku-band ได้โดยการติดตั้ง LNB ที่สามารถรับได้ทั้งสองระบบเข้าไป และจานรับสัญญาณชนิดนี้จะต้องเป็นจานชนิดที่เคลื่อนไหวและสามารถปรับมุมการรับสัญญาณได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับดาวเทียมดวงที่ส่งสัญญาณลงมาว่าอยู่ในตำแหน่งไหนในท้องฟ้า จานรับสัญญาณย่านความถี่ C-band จะมีขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลางของจานประมาณ 6-16 ฟุต ถ้าจานมีขนาดเล็กการรับรับสัญญาณไม่ได้ดีเท่าที่ควร ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.13 เป็นจานรับสัญญาณดาวเทียมของบริษัท SIAMKIT ส่วนจานรับสัญญาณเฉพาะย่านความถี่ Ku-band อย่างเดียวจะมีขนาดเล็ก ซึ่งกว้างประมาณ 2-3 ฟุต ก็สามารถรับสัญญาณได้เป็นอย่างดี ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.14 เป็นจานตัวอย่างของบริษัท RCA และของบริษัท JOSA เป็นจานรับที่มีขนาดเล็ก ที่ใช้ในการรับสัญญาณย่านความถี่ Ku-band ที่มีกำลังการส่งสัญญาณสูงกว่าระบบของ C-band

รายละเอียดคุณลักษณะของจาน

- จานรับสัญญาณดาวเทียม 10 ฟุต รุ่น S-008
- แบบมูฟว์ได้ พร้อมเสามาตรฐาน
- มีหมวกครอบ lnbf กันน้ำ
- Diameter 10.5 Ft
- Focal Length 121.5
- F/D Ratio 0.40
- C Band Gain 41.2 dBi
- Ku band Gain 48.2 dBi
- Reflective Material Aluminum Mesh

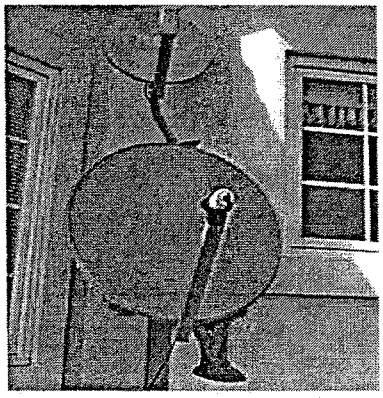


SIAMKIT

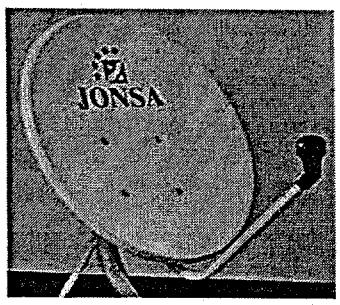
รูปที่ 2.13 จานรับสัญญาณที่ใช้ได้ทั้งระบบ C-band และ Ku-band

(http://www.jjshop.com/siamkit/S-007.pdx/)

RCA 75cm offset dish



JOSA 60 cm offset dish



JONSA OFFSET SOLID RANGE		60cm Ø Cat # D-JOS06	90cm Ø Cat # D-JOS09	120cm Ø Cat # D-JOS12
Refector Diameter	Short Axis	60 cm	90 cm	120 cm
	Long Axis	65 cm	99 cm	131 cm
Gain Ku-Band 11.7~12.75GHz		**36.9dB**	**39.82dB**	**43.2db**
F/D Ratio		0.6	0.6	0.6
Focal Lenght		390 mm	540 mm	720 mm
Reflector Material		Galvanised Steel		
Dish Support (Mount) Material		Steel		
Reflector & Support Finish		Electrostatic O.D.U Powder Coating		
Operational Wind Loads		25 m/sec	25 m/sec	25 m/sec
Survival Wind Loads		40 m/sec	40 m/sec	40 m/sec
Gross Weight		4 kg	12.1 kg	

รูปที่ 2.14 จานรับสัญญาณที่ใช้กับย่านความถี่ Ku-band อย่างเดียวจะมีขนาดเล็ก

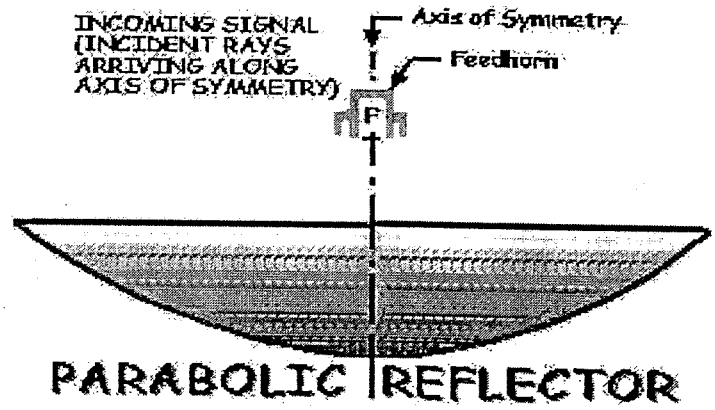
(http://www.melbournesatellites.com.au/dishsol.htm)

2. แบ่งตามลักษณะโครงสร้างของจาน ได้แก่จานแบบตาข่าย หรือตระแกรงโปร่ง และจานแบบทึบ จานแบบตาข่าย หรือตระแกรงโปร่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.13 เป็นที่นิยมมากกว่าจานแบบทึบ ที่มีขนาดเดียวกัน เพราะมีน้ำหนักเบา ไม่ต้านลม และดูสวยงาม ไม่ทำให้เสียทัศนียภาพมากนัก เนื่องจากสามารถมองทะลุจานออกไปเห็นทัศนียภาพข้างหลังได้ แต่จานแบบตาข่ายนี้ค่อนข้างจะเกิดการเสียหายหรือผิดรูปได้ง่าย เนื่องจากเป็นโลหะที่มีรูพรุนจึงบอบบาง ดังนั้นการติดตั้งใช้งานแต่ละส่วนจึงควรจะเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตที่เน้นมากก็คือ ความเป็นส่วนโค้งพาราโบลิกของเนื้อจานจะต้องโค้งได้รูปตลอดเวลา วิธีเช็คง่ายๆ โดยการใช้มือลูบที่ผิวของจานก็สามารถรู้ได้ว่า โค้งตลอดทั้งแผ่นหรือไม่ หากผิวของส่วนโค้งของแต่ละแผ่นไม่เป็นไปตามพาราโบลิกแล้วจะทำให้คลื่นที่มาตกกระทบบางส่วนไม่พุ่งไปรวมที่จุดโฟคัล สัญญาณก็จะมีความแรงลดลง แต่ขนาดของรูตะแกรงจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่า $\lambda/16$ (λ= ความยาวคลื่น) ของความถี่ที่ใช้ในย่านนั้น เพราะจะทำให้สัญญาณผ่านทะลุออกไปได้

3. แบ่งตามวัสดุที่นำมาผลิต ได้แก่เหล็ก อลูมิเนียม และจานไฟเบอร์กลาส เหล็กมีการดูดซับสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้ค่าสัมประสิทธ์ของจานรับสัญญาณน้อยลง ส่วนจานอลูมิ-เนียมจะมีน้ำหนักเบา และมักจะใช้อะลูมิเนียมที่มีเกรดดีสามารถป้องกันการผุกร่อนจากสนิมออกไซด์ของอะลูมิเนียมได้ จานอะลูมิเนียมแบบทึบมักจะเคลือบด้วยสีที่มีคุณสมบัติไม่สะท้อนแสง ถ้าสะท้อนแสงได้จะทำให้เกิดการรวมแสงที่จุดโฟกัสแล้วเกิดความร้อน ผลที่ตามมาก็คือจะทำให้อุปกรณ์แปลงสัญญาณความถี่ที่เรียกว่า LNB (low-noise block converter) เสียหายก่อนเวลาที่ควรจะเป็น ส่วนจานแบบไฟเบอร์กลาสนั้น ลักษณะทางโครงสร้างก็เหมือนกับจานทึบและใช้กันค่อนข้างมาก ในปัจจุบัน จานแบบไฟเบอร์กลาสที่เป็นมาตรฐานนั้น ภายในโครงสร้างของมันจะมีการฝังลวดตาข่ายเอาไว้ เพื่อใช้เป็นตัวสะท้อนสัญญาณจากดาวเทียม ถ้าหากไม่มีลวดตาข่ายถักฝังเอาไว้ภายใน สัญญาณจะทะลุจานออกไปหมด ลักษณะของการผลิตจะใช้วิธีพ่นไฟเบอร์กลาสลงบนโมล แล้ววางลวดตาข่ายที่ทอหรือถักลงไป จากนั้นจึงฉีดไฟเบอร์กลาสทับลงไปอีกครั้งหนึ่ง

4. แบ่งตามลักษณะการสะท้อนของสัญญาณดาวเทียม ว่าอยู่ในลักษณะใด ซึ่งมีอยู่มากมายหลายแบบ เช่น แบบ Prime focus antennas แบบ Offset-fed antennas แบบ Cassegrain antennas, เป็นต้น แต่ที่เป็นที่นิยมของประชาชนทั่วไปมี 2 แบบด้วยกันคือ

4.1 แบบ Prime focus antennas แบบดั้งเดิมที่มีพื้นผิวโค้งเพื่อสะท้อนสัญญาณไปรวมที่จุดโฟกัส เป็นแบบ พาราโบลิก ริเฟล็กเตอร์ (parablic reflecter) และมีการติดตั้งอุปกรณ์นำเข้าสัญญาณ (feedhorn) ไว้ที่จุดโฟกัสของจาน ดังแสดงในรูปที่ 2.15

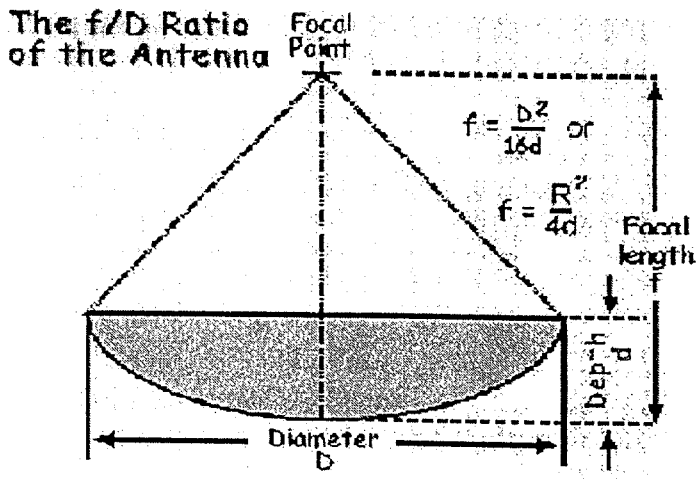


รูปที่ 2.15 จานแบบ Prime focus antennas

(http ://www.mlesat.com/antennas.html)

จานรับสัญญาณแบบ Prime focus antennas จะมีค่าต่าง ๆ ที่เกียวข้องกับจานรับสัญญาณอยู่สี่ส่วนด้วยกัน ดังในรูปที่ 2.16 ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้บริษัทผู้ผลิตจะบอกไว้ให้ในรายการคุณลักษณะของจาน (specification) ซึ่งได้แก่

1. ค่า f/D Ratio คือค่าอัตราส่วนระหว่างระยะโฟกัสของจาน กับเส้นผ่าศูนย์กลางของ
2. จุดรวมสัญญาณ (Focal point) คือระยะโฟกัสของจาน
3. เส้นผ่าศูนย์กลางของจาน (Diameter)
4. ความลึกของท้องจาน (Dept)

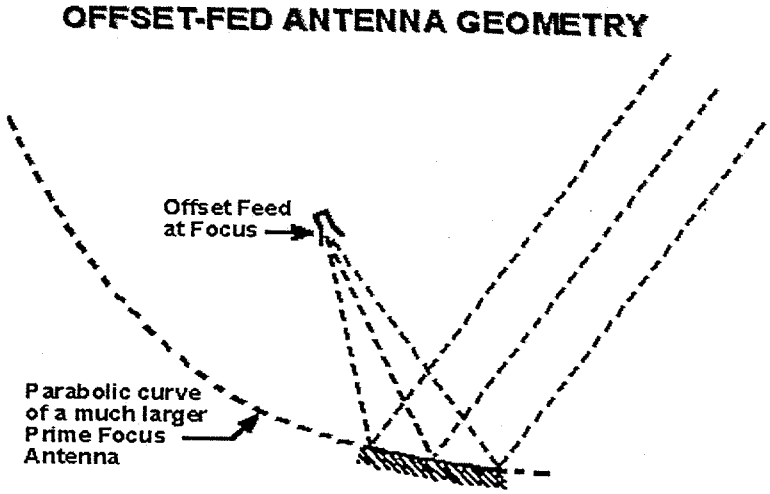


รูปที่ 2.16 แสดงค่าส่วนประกอบต่าง ๆ

(http://www.mlesat.com/antennas.html)

ค่า f/D Ratio คือค่าอัตราส่วนระหว่างระยะโฟกัสของความโค้งของจานรับสัญญาณ กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจาน จานรับสัญญาณที่ลึกจะมีค่าอัตราส่วน f/D อยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.35 ส่วนจานที่มีความโค้งตื้น ค่า f/D จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.4 ถึง 0.5 แต่โรงงานผู้ผลิตส่วนใหญ่มักจะผลิตจานรับสัญญาณที่มีค่า f/D อยู่ในช่วงกลาง ๆ คือตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.40 ถ้ารู้ค่า f/D Ratio ของจานรับสัญญาณแต่ละประเภท จะทำให้ทราบระยะจุดรวมของสัญญาณ หรือจุดโฟกัสของจานนั่นเอง ทำให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ ฟีดฮอร์น ในตำแหน่งที่รับสัญญาณได้แรงที่สุด โดยการคูณขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางกับค่าอัตราส่วน f/D เช่น จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 195 เซนติเมตร และมีค่า f/D Ratio เท่ากับ 0.38 ระยะโฟกัส ที่จะติดตั้งฟีดฮอร์น มีค่าเท่ากับ 74.1 เซนติเมตร

4.2 แบบ Offset-fed antennas จานรับสัญญาณชนิดนี้ใช้กันมากที่สุดในการส่งสัญญาณแบบ DTH ด้วยข้อดีของจานรับสัญญาณประเภทนี้ที่สะท้อนคลื่นได้ตลอดหน้าสัมผัส โดยไม่เกิดการบังสัญญาณ การรับส่งสัญญาณอยู่ในย่าน Ku-Band ซึ่งจานแบบนี้จะมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย ลักษณะการสะท้อนของสัญญาณเป็นดังในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะการสะท้อนของสัญญาณบนจานรับแบบ Offset-fed

(http://www.mlesat.com/antennas.html)

ไม่ว่าจะเป็นจานรับสัญญาณแบบใด ๆ ก็ตาม จะมีหลักการเดียวกันคือ รับสัญญาณจากดาวเทียมลงมาแล้วสะท้อนกลับขึ้นไปรวมที่จุดเดียวกัน ที่เรียกว่าจุดรวมสัญญาณ หรือจุดโฟกัสของจานรับสัญญาณ สัญญาณที่ส่งลงมาจากดาวเทียมนั้นจะมีกำลังอ่อนมาก เนื่องจากเดินทางมาในระยะที่ไกลมาก จึงจำเป็นต้องทำจานรับสัญญาณให้มีพื้นผิวโค้ง เพื่อสะท้อนสัญญาณ ไปรวมยังจุดเดียวกัน ซึ่งมีผลทำให้สัญญาณ แรงขึ้น ดังนั้นไม่ว่าจานรับสัญญาณดาวเทียมจะผลิตมาจากโลหะอะลูมิเนียม ไฟเบอร์กลาส หรือแบบตาข่ายก็ตาม สิ่งแรกที่จะต้องสนใจก็คือ ต้องมีส่วนโค้งที่ถูกต้องและมีลักษณะเป็นพาราโบลิกเท่านั้น จึงจะสามารถรับสัญญาณได้ วิธีการผลิตก็คงต้องขึ้นอยู่กับโรงงานว่าจะใช้วิธีการแบบใด

อัตราการขยายของจานรับสัญญาณ

อัตราการขยายของจานรับสัญญาณ หรือประสิทธิภาพของจานรับ ที่นิยมเรียกทับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า เกน (gain) นั้น คือค่าของพลังงานของสัญญาณทางไฟฟ้าที่วัดได้จากการสะท้อนออกจากพื้นผิวของจานรับสัญญาณไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่สามารถวัดได้ สมพร ธีระโรจนพงษ์ (2543, หน้า 46) กล่าวว่าอัตราการขยายของจานรับสัญญาณดาวเทียมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ 5 ปัจจัยด้วยกันคือ

1. วัสดุที่นำมาใช้เป็นตัวสะท้อน ถ้าเป็นเหล็กจะดูดซับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้อัตราการขยายของจานรับสัญญาณ หรือเกน ต่ำลงเมื่อเทียบกับวัสดุอลูมิเนียมซึ่งไม่มีการดูดซับคลื่นแม่เหล็ก หรือมีบ้างแต่ว่าน้อยกว่าเหล็ก ทำให้ค่าสัมประสิทธิ (η) ของการสะท้อนสัญญาณจากจานที่มีพื้นผิวทำจากอลูมิเนียมมากกว่า 0.65 %

2. ส่วนโค้งของจาน ถ้าส่วนโค้งของจานไม่ถูกต้องตามแนวระนาบ จะทำให้สัญญาณที่ส่งลงมาจากดาวเทียมตกกระทบโดนพื้นผิวของจานรับ แล้วไม่ไปรวมกันที่จุดรวมสัญญาณ

3. รูปทรงของจาน รูปทรงของจานจะต้องไม่บิดเบี้ยว เพราะจะทำให้ระยะ หรือตำแหน่งของจุดโฟกัสผิดไปจากที่ได้ออกแบบไว้

4. ค่า F/D Ratio ที่ทางบริษัทผู้ผลิตกำหนดให้มา จะต้องนำไปคิดคำนวณหาระยะของตำแหน่งจุดรวมสัญญาณให้ถูกต้อง มิฉะนั้นเกนของจานรับสัญญาณจะต่ำด้วย

5. จุดวางตำแหน่งฟีดฮอร์น จะต้องวางในตำแหน่งที่ถูกต้องที่สุด ถ้าวางไม่ถูกต้องจะส่งผลทำให้เกนการขยายสัญญาณต่ำเช่นกัน

รังสรรค์ วงศ์สรรค์ (2536, หน้า 47- 53) ได้สรุปปัจจัยที่จะมีผลต่ออัตราการขยายของจานรับสัญญาณดาวเทียมไว้ดังนี้

1. พื้นที่หน้าตัดของจานรับสัญญาณ
2. ช่องเปิดของ LNB หรือขนาดของรีเฟล็กเตอร์ย่อย (sub-reflector)
2. ผิวของจานรับสัญญาณ
3. รีเฟล็กเตอร์ย่อยไม่อยู่ในตำแหน่งโฟกัสที่ดีที่สุด
4. ความโค้งของผิวจานที่ไม่เป็นไปตามลักษณะพาราโบลิก

จานรับสัญญาณแบบพาราโบลิก จะมีค่าสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพ (η) กำหนดเอาไว้ในรายละเอียดคุณสมบัติของจานรับสัญญาณเช่นเดียวกับสายอากาศแบบอื่น เช่นกัน ซึ่งค่า η ของสายอากาศแบบพาราโบลิกจะมีประมาณ 60-75% ในการออกแบบจานรับสัญญาณแบบพาราโบลิก ผู้ออกแบบสามารถคำนวณอัตราการขยายกำลังของจานรับสัญญาณแบบพาราโบลิก โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

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

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของจานรับสัญญาณ หน่วยเป็นเมตร

λ = ความยาวคลื่น (ความเร็วคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า/ความถี่ของสัญญาณ)

η = ค่าสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพ

ตัวอย่าง การคำนวณอัตราการขยายกำลังของจานรับสัญญาณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เมตร โดยมีสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพ 55 % ทำงานที่ความถี่ 11.64 GHz

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{11.64 \times 10^9}$$

$$= 0.0258 \text{ m}$$

$$G = 10 \log \left[\pi^2 \times 0.55 \times (3 / 0.0258)^2\right]$$

$$= 10 \log 73565.8$$

$$= 48.7 \text{ dB}$$

ในตารางที่ 2.6 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของจานรับสัญญาณต่างชนิดกันทั้งในย่านความถี่ Ku-band และ C-band

ตารางที่ 2.6 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของจานรับสัญญาณต่างชนิดกัน

band	diameter	gain (dBi)	calculated efficiency	Comments	Cat No.
Ku	1.8 m	45.1	59%	offset fed	
Ku	2.4 m	47.6	59%	offset fed	
Ku	3.6 m	51.2	60%	prime focus	
Ku	3.7 m	52.3	73%	Gregorian	
Ku	4.5 m	53.1	60%	prime focus	
Ku	4.6 m	54.3	75%	Gregorian	
Ku	5.6 m	56.2	78%	Gregorian	
Ku	1.6 m	44	57%	prime focus,	D1300
C		34	56%	solid dish	
Ku	1.8 m	45	57%	prime focus,	D1400
C		35	56%	solid dish	
Ku	2.3 m	46.5	54%	prime focus,	D1490
C		38.3	66%	6 petals	
Ku	3.0 m	47.1	35%	prime focus,	D1550
C		40.2	60%	mesh, 4 petals	
Ku	3.65 m	49.8	44%	prime focus,	D1600
C		42.3	66%	mesh, 8 petals	
Ku	5.0 m	51.2	33%	prime focus,	D1700
C		44.5	58%	mesh, 18	

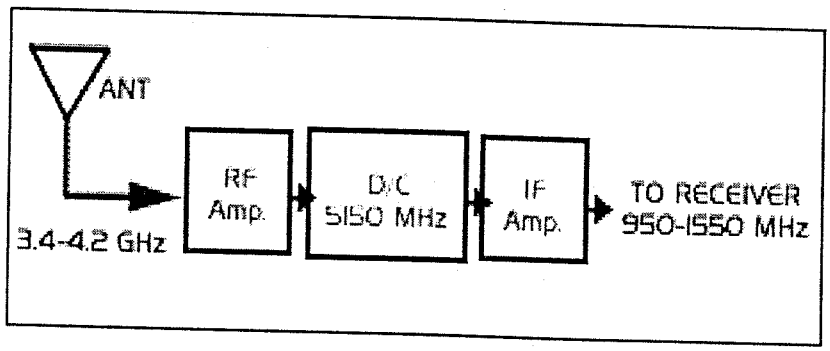
(http://sina.sharif.ac.ir/~barkeshli/antennas/review/9510_008.htm)

อุปกรณ์นำเข้าสัญญาณและอุปกรณ์แปลงสัญญาณความถี่

อุปกรณ์นำเข้าสัญญาณ หรือเรียกว่าฟีดฮอร์น (feedhorn) เป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมกับจานรับสัญญาณดาวเทียม ที่ทำหน้าที่เป็นช่องทางผ่านของสัญญาณดาวเทียม ที่สะท้อนขึ้นมาจากผิวจานรับสัญญาณ ผ่านช่องนำสัญญาณที่เรียกว่า เวฟไกด์ (waveguide) ซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ช่องเวฟไกด์จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับอัตราส่วนของความถี่

ฟีดฮอร์นที่ใช้กันโดยทั่วไปมีสองชนิด คือชนิดที่ติดตั้งแบบตายตัว และฟีดฮอร์นแบบเคลื่อนที่ได้ เพื่อปรับแนวแกนของสายอากาศของตัวรับสัญญาณที่อยู่ภายใน แกนสายอากาศ หรือขั้วการรับสัญญาณซึ่งมี 2 แบบ คือแบบวางในแนวตั้ง และวางในแนวนอน ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมนั้น ส่งลงมาแบบแนวตั้งหรือแนวนอน ฟีดฮอร์นจะต้องปรับขั้วรับสัญญาณตามการส่งสัญญาณนั้น ๆ

สัญญาณดาวเทียมที่ผ่านช่องนำเข้าสัญญาณจะผ่านต่อไปยังอุปกรณ์แปลงสัญญาณความถี่ที่เรียกว่า LNB (low-noise block down converter) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะต้องใช้ร่วมกับชุดฟีดฮอร์น ทำหน้าที่รับสัญญาณความถี่สูงที่ส่งมาจากดาวเทียม ขยายสัญญาณให้แรงขึ้นในภาคขยายสัญญาณความความถี่สูง และแปลงสัญญาณความถี่คลื่นไมโครเวฟ 3400 MHz - 4200 MHz ในระบบ C-band หรือความถี่ 10.7 GHz - 12.75 GHz ในระบบ Ku-band ให้ลงมาเป็นความถี่ขนาด 950 MHz - 1550 MHz ที่ต้องลดความถี่ลงเพราะว่าความถี่สูงในระดับนี้ไม่สามารถเดินทางในสายนำสัญญาณได้ดีสัญญาณจะสูญเสียในสายมาก การทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณความถี่ LNB แสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมไว้ให้เห็นดังในรูปที่ 2.18



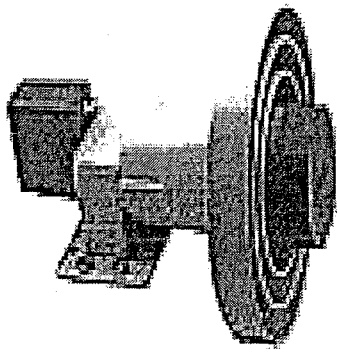
รูปที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณความถี่ LNB
(http://www.psisat.com/manual/dish/chapter03/page07.htm)

ปัจจุบันอุปกรณ์นำเข้าสัญญาณ Feedhorn และอุปกรณ์แปลงสัญญาณความถี่ LNB นิยมใช้ชนิดที่รวมอยู่ในตัวเดียวกัน และมีชื่อเรียกว่า อุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF ซึ่งมีคุณสมบัติจะรับ ได้ทั้งในแนวตั้ง และในแนวนอนโดยที่ภายในจะมีแกนสายอากาศรับสัญญาณ 2 ขั้ว มีค่าต่างกัน 90° การสลับเปลี่ยนขั้วจะใช้โวลท์เตจสวิทช์เป็น ตัวตัดต่อ

อุปกรณ์ ฟีดฮอร์น และแอลเอ็นบี ของระบบ C-band และ Ku-band จะมีรูปร่างที่แตกต่างกันไปบ้าง โดยเฉพาะ ฟีดฮอร์น และแอลเอ็นบี ของระบบที่ใช้รับย่านความถี่ Ku-band อย่างเดียวจะมีขนาดเล็ก ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 2. 19

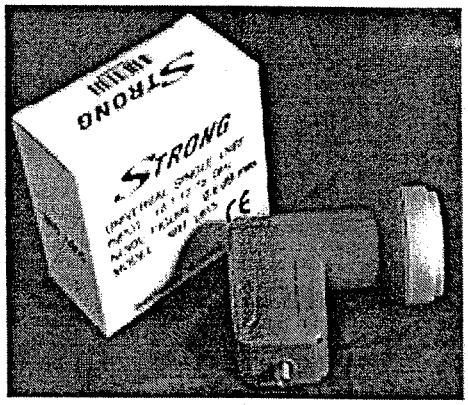
C band servo rotated feedhorn

3.7 to 4.2 GHz	RF ports WR229
VSWR 1.25 to 1	f/D range .33 to .45
Return loss 19 dB	Linear polarity
Insertion loss 0.15 dB	Waveguide cover included
Isolation 30 dB	



Ku-band LNBs and Feedhorns

Strong 0.6dB single output universal LNB 40mm clamp LNB



รูปที่ 2.19 รูปร่างของ Feedhorn และ LNB ของระบบ C-band และ Ku-band

(http://strongdigital.com/feedhorn.html)

เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม

เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม หรือที่เรียกกันย่อ ๆ ว่า IRD (integrated receiver and decoder) ทำหน้าที่รับสัญญาณจาก LNBF เข้ามาแล้วเปลี่ยนเป็นความถี่ IF (intermediate frequency) 950 MHz – 1,550 MHz ซึ่งเป็นความถี่ของ Video และ Audio ด้วยการควบคุมการเลือกช่องที่ภาค ออสซิลเลเตอร์ สัญญาณภาพและเสียงที่ถูกดีเทคออกมาจะถูกนำไปขยาย และส่งต่อไปยังขั้วต่อนำสัญญาณออกที่เรียกว่าเอาท์พุท

ชนิดของเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม

เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม มีหลายประเภท ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1. แบ่งตามระบบของเครื่องรับสัญญาณ มี 2 ระบบด้วยกัน (http://www.psisat. com/manual/dish/chapter03/page11.htm)

1.1 เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณแบบอะนาลอก (analogue) เครื่องรับชนิดนี้สามารถรับสัญญาณได้ทั้งระบบ C-band และ Ku-band มีทั้งระบบที่ใช้กับจานรับสัญญาณแบบคงที่ และระบบที่มีอุปกรณ์ควบคุมบังคับให้จานรับสัญญาณเคลื่อนที่ได้ จุดมุ่งหมายของเครื่องรับแบบมีอุปกรณ์บังคับจานให้เคลื่อนที่ได้ เพื่อจะได้หันจานรับสัญญาณไปหาดาวเทียมได้หลาย ๆ ดวงขณะที่ชมรายการ เครื่องรับประเภทนี้ค่อนข้างจะมีราคาแพงเมื่อมีการติดตั้งทั้งระบบ เพราะตัวจานรับสัญญาณดาวเทียม จะต้องมีมอเตอร์สำหรับสับเปลี่ยนมุมการรับให้สัมพันธ์ไปกับตำแหน่งของดาว

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบอะนาลอกที่ดีนั้น จะต้องมีความสามารถที่จะรับ สัญญาณความถี่ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 2150 MHz เพราะเครื่องบางรุ่นรับความถี่ได้ประมาณ 950 MHz – 1750 MHz ซึ่งจะทำให้รับสัญญาณดาวเทียมบางช่องสถานีส่งไม่ได้ นอกจากจะรับสัญญาณความถี่สูง ๆ ได้ดีแล้ว ควรจะต้องรับ IF Bandwidth ได้ 2 ความถี่ คือ 18 MHz และ 27 MHz เพราะสถานีบางช่องอาจจะส่งมาคน ละแบบ

1.2 เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณแบบดิจิตอล (digital) ระบบการรับส่งสัญญาณด้วยระบบดิจิตอล เป็นวิวัฒนาการที่ต่อเนื่องมาจากการรับส่งในระบบอะนาลอก เหตุผลที่สำคัญที่นำเอาระบบดิจิตอลมาใช้คือ การใช้ทรัพยากรช่องสัญญาณทรานสพอนเดอร์ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือระบบดิจิตอล สามารถใช้ช่องสัญญาณได้อย่างคุ้มค่า เช่นในระบบอะนาลอก 1 ทรานสพอนเดอร์ ส่งได้ไม่เกิน 2 ช่องรายการทีวี แต่ถ้าเป็นในระบบดิจิตอล 1 ทรานสพอนเดอร์ สามารถส่งได้ 12 ช่องรายการทีวี เป็นต้น

นอกจากการรับส่งในระบบดิจิตอลทำให้ได้สถานีมากขึ้น ด้านความคมชัดของภาพทางด้านการรับส่งในระบบดิจิตอลยังได้ภาพที่คมชัดมากกว่าในระบบอะนาลอก เพราะถ้ารับความถี่ของสัญญาณที่ส่งมาได้ระดับหนึ่งแล้ว ภาพจะไม่มีการรบกวน เครื่องรับสัญญาณแบบดิจิตอลมีทั้งระบบที่ใช้กับจานรับสัญญาณแบบคงที่คงที่ และระบบที่มีอุปกรณ์ควบคุมจานรับสัญญาณให้เคลื่อนที่ได้เหมือนกัน

2. ระบบที่ใช้รับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมอย่างเดียวโดยไม่มีการส่งออก แบ่งออกได้

2.1 ระบบTVRO (television receiver only)เป็นระบบรับสัญญาณดาวเทียมที่ส่งถึงบ้านโดยตรง DTH (direct to home) มีทั้งการส่งแบบ C-band และ Ku-band

2.2 ระบบ SMATV (satellite master antenna television) เป็นระบบรับสัญญาณดาวเทียมรวม ต่อร่วมกับระบบ MATV ซึ่งใช้กันในโรงแรม และคอนโดมิเนียม

2.3 ระบบ CATV (community antenna television) เป็นระบบใช้สายอากาศร่วมส่งสัญญาณในบริเวณพื้นที่มากกว่าระบบ MATV เช่น รีสอร์ท

บทที่ 3

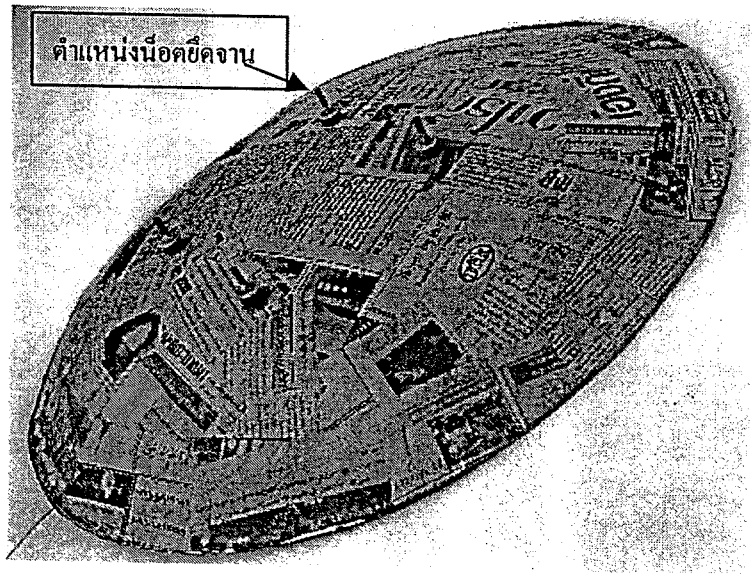
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนดังนี้

1. สร้างจานรับสัญญาณดาวเทียมต้นแบบ
2. เลือกวัสดุที่จะนำมาทำผิวรับสัญญาณ
3. ติดตั้งระบบจานรับสัญญาณพร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่
4. ต่อระบบเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณ กับเครื่องรับโทรทัศน์
5. ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
6. วิเคราะห์ข้อมูล

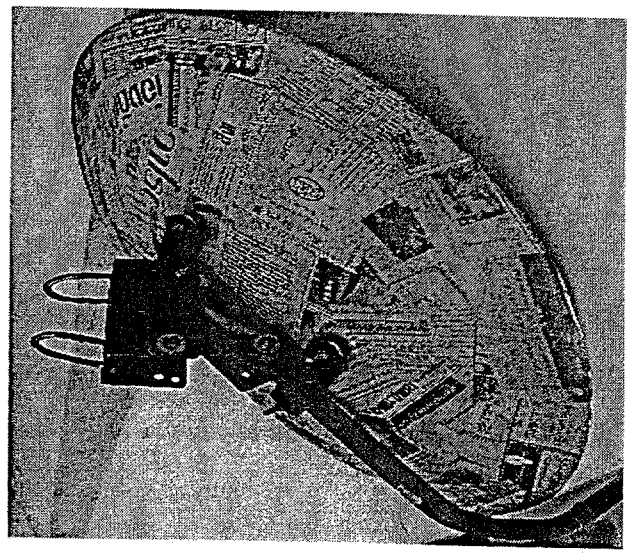
สร้างจานรับสัญญาณดาวเทียมต้นแบบ

สร้างโมเดลกระดาษจานรับสัญญาณดาวเทียมแบบ Offset fed ด้วยวิธีการที่เรียกว่าเพเพอร์แมะเฌ (papier-mache) โดยมีขนาด กว้าง 60 ซ.ม. ยาว 68 ซ.ม. และหนา 2 ม.ม. มีระยะห่างระหว่างพื้นผิวจานรับสัญญาณถึงอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF เท่ากับ 35 ซ.ม. พร้อมทั้งติดตั้งน็อตยึดจานไว้ 4 จุด ตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

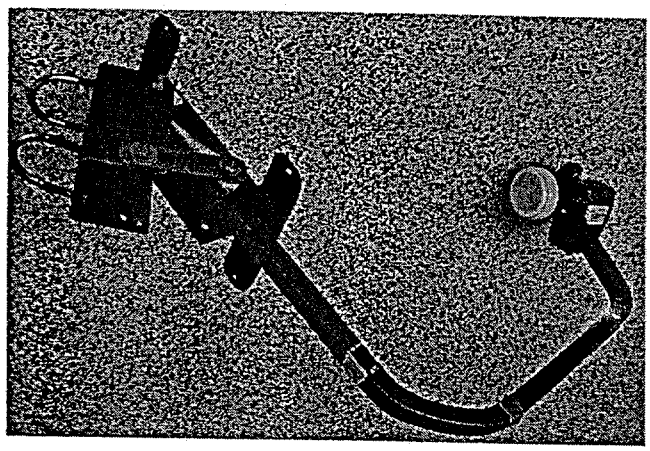


รูปที่ 3.1 โมเดลกระดาษจานรับสัญญาณดาวเทียมที่สร้างเสร็จแล้ว

อุปกรณ์อีกชุดหนึ่งที่ผู้ทำวิจัยได้สร้างขึ้นมา คือชุดโครงเหล็กที่ใช้สำหรับติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมโมเดลกระดาษที่สร้างขึ้นมา และแขนยึดอุปกรณ์ LNBF ที่ยื่นออกไปด้านหน้าของจานรับสัญญาณ ส่วนด้านหลังของโครงเหล็กจะมีที่ยึดติดกับขาตั้ง โครงสร้างเหล็กนี้หลังจากที่นำจานรับสัญญาณดาวเทียมมาติดตั้งแล้ว สามารถปรับมุมไปทางซ้ายหรือขวา และมุมเงย หรือมุมคว่ำ เพื่อใช้ปรับให้จานรับสัญญาณดาวเทียมหันตรงไปยังดาวเทียมที่ต้องการจะรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ส่วนตรงตำแหน่งที่จะติดตั้ง LNBF มีน็อตจับยึดที่สามารถปรับมุมและระยะโฟกัสของ LNBF ได้ ดังรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 โครงเหล็กที่ใช้ยึดจานรับสัญญาณดาวเทียมโมเดลกระดาษที่สร้างขึ้น



รูปที่ 3.3 โครงเหล็กสำหรับยึดจับอุปกรณ์ LNBF และจานรับสัญญาณ

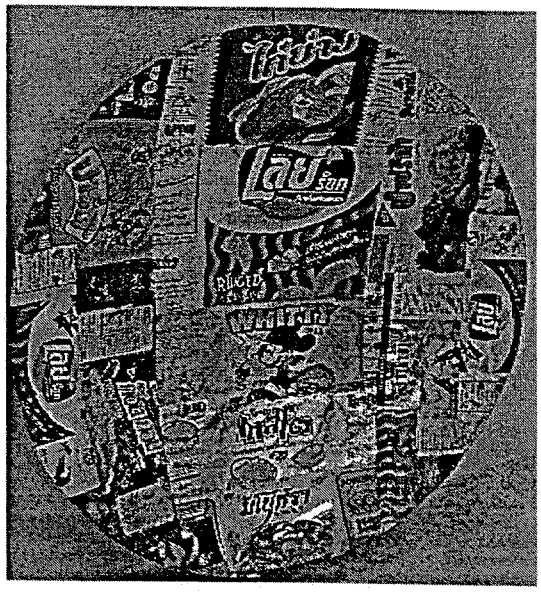
เลือกวัสดุที่จะนำมาทำผิวรับสัญญาณ

หลังจากที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้านคุณสมบัติที่เหมาะสมของวัสดุที่จะนำมาทำผิวรับสัญญาณดาวเทียม ผู้ทำวิจัยได้เลือกวัสดุต่อไปนี้

1. เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร
2. แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์
3. ตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ซองมันฝรั่งทอดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ได้แก่ ซองมันฝรั่งทอดของ เลย์ ปาปริก้า ปาร์ตี้ ก๊อบกอบ ฮานามิ เทสโต มโนห์รา ฯลฯ ซองผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้จะมีขนาดไม่เท่ากัน ใหญ่บ้าง เล็กบ้าง นำซองผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพื่อให้ง่ายต่อการที่จะนำไปติดกับพื้นผิวโมเดลกระดาษจานรับสัญญาณดาวเทียมที่ได้เตรียมเอาไว้แล้ว ดังรูปที่ 3.4

นำแป้งเปียกทาลงบนพื้นผิวด้านหน้าโมเดลกระดาษของจานรับสัญญาณดาวเทียมให้ทั่ว แล้วนำแผ่นสีเหลี่ยมซองผลิตภัณฑ์อาหารที่เตรียมไว้ ติดลงไปให้แนบสนิทกับจานรับสัญญาณ ถ้าติดไม่เรียบสนิทจะส่งผลทำให้การสะท้อนของสัญญาณความถี่ไมโครเวฟที่มาตกกระทบกับผิวจานรับสัญญาณแล้ว จะไม่สะท้อนไปรวมกันที่จุดโฟกัสทั้งหมด สัญญาณที่รับได้จะอ่อน และทำให้รับสัญญาณได้ไม่ชัดเจน



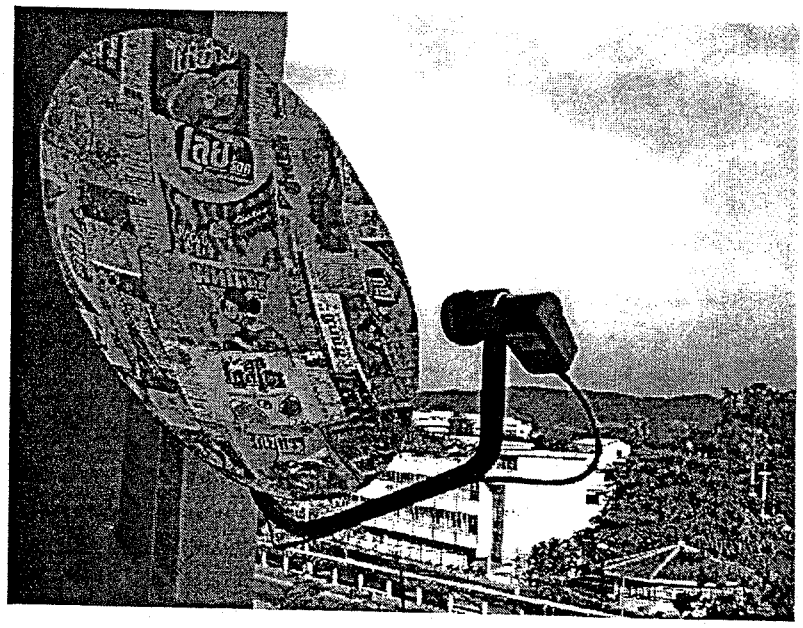
รูปที่ 3.4 ซองผลิตภัณฑ์อาหารที่ผนึกติดกับโมเดลกระดาษจานรับสัญญาณดาวเทียม

แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ ใช้ของบริษัท เอ็ม อะลูมิเนียมฟอยล์ จำกัด ซึ่งผลิตในประเทศไทย และมีจำหน่ายตามร้านซูพเพอร์มาร์เก็ตทั่วไป ขนาดที่นำมาใช้กว้าง 18 นิ้ว นำไปผนึกติดกับพื้นผิวจานรับสัญญาณดาวเทียมโมเดลกระดาษเช่นเดียวกันกับเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

ตะแกรงมุ้งลวดโลหะ ใช้ตะแกรงมุ้งลวดตราโอเปิล ที่มีขายตามร้านจำหน่ายวัสดุก่อสร้างทั่วไป ความกว้างมาตรฐาน 90 ซ.ม. ก่อนที่จะนำไปติดกับพื้นผิวจานรับสัญญาณดาวเทียมโมเดลกระดาษที่สร้างขึ้นมานั้น จะต้องดัดตะแกรงมุ้งลวดให้มีความโค้งของตะแกรงมุ้งลวดก่อน เมื่อนำไปติดกับพื้นผิวของจานรับสัญญาณ จะทำให้แนบสนิทกับผิวจานรับสัญญาณ

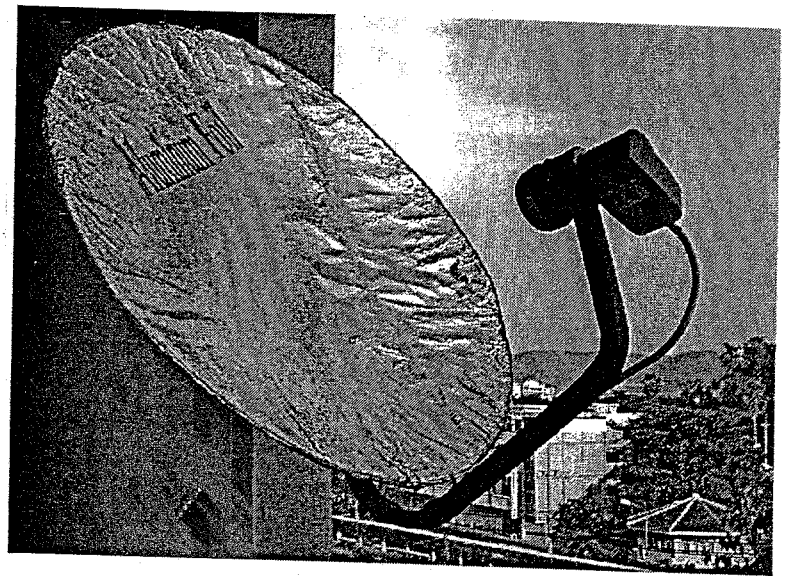
ติดตั้งระบบจานรับสัญญาณพร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่

นำจานรับสัญญาณดาวเทียมโมเดลกระดาษ ที่มีวัสดุผิวรับสัญญาณแต่ละชนิดที่ได้เลือกไว้ไปดำเนินการติดตั้งบนกันสาดชั้นที่สี่ อาคาร 60 พรรษามหาราชินี อาคาร 1 มหาวิทยาลัยบูรพา ตำแหน่ง ที่ใช้ติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมนี้ อยู่ทางด้านทิศใต้ของอาคาร และหันหน้าจานรับสัญญาณไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ทำมุมกวาดประมาณ 240 องศา และมุมเงยประมาณ 60 องศา ซึ่งหันตรงไปยังตำแหน่งของดาวเทียมไทยคม จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับรับสัญญาณทำด้วย เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร แสดงไว้ใน รูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 จานรับสัญญาณดาวเทียมที่ใช้เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร ทำผิวรับสัญญาณพร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF

จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ แสดงไว้ใน รูปที่ 3.6

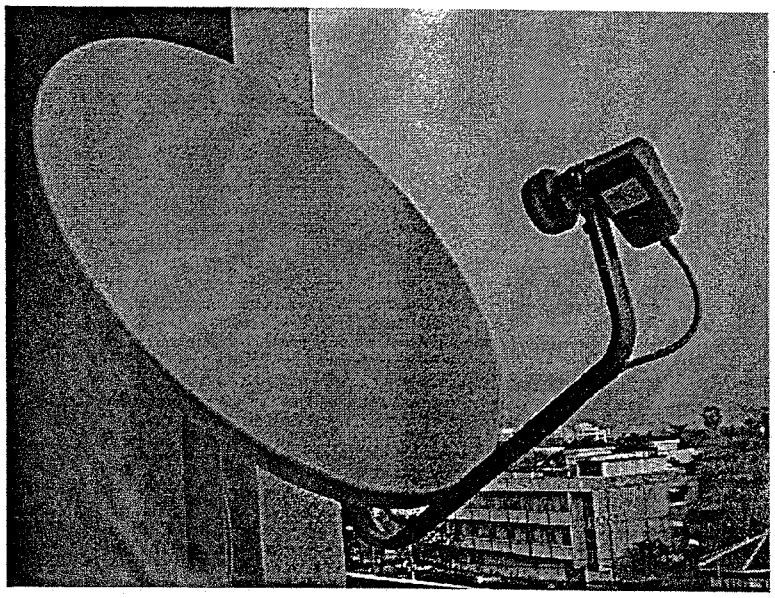


รูปที่ 3.6 จานรับสัญญาณดาวเทียมที่ใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ทำผิวรับสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF

จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ แสดงไว้ในรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.7 จานรับสัญญาณดาวเทียมที่ใช้ตะแกรงมุ้งลวดโลหะ ทำผิวรับสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF

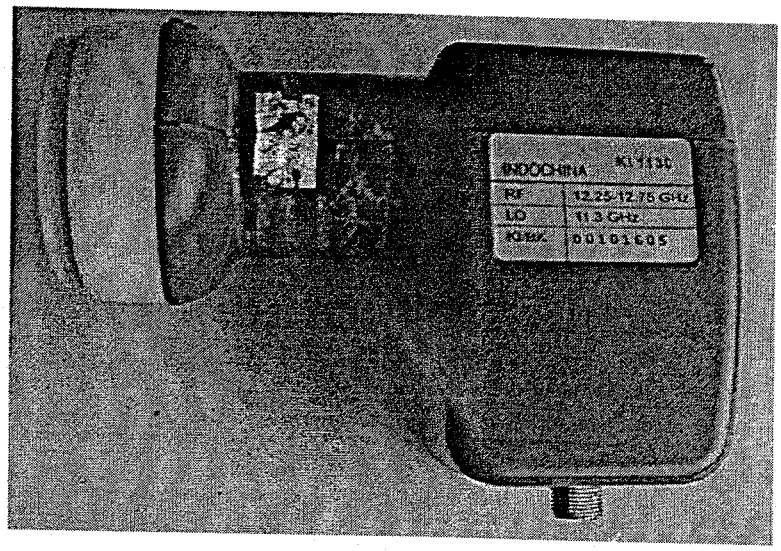
ส่วนจานรับสัญญาณดาวเทียมที่ทำจากบริษัทผู้ผลิต ที่ผู้ทำวิจัยนำมาศึกษาและทดลองในครั้งนี้ คือจานรับสัญญาณดาวเทียมของบริษัท ยูไนเต็ด บรอดคาสติ้ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า UBC ซึ่งเป็นจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่าน Ku-band โดยเฉพาะ จานรับสัญญาณดาวเทียมของ UBC ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีรูปลักษณ์ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 จานรับสัญญาณดาวเทียมของ UBC พร้อมอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF

อุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ของบริษัท Indochina รุ่น KI 1130 ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณ ความถี่สูงที่ส่งมาจากดาวเทียม โดยจะยอมให้สัญญาณความถี่ RF ที่อยู่ในช่วง 12.25 GHz – 12.75 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมไทยคม ผ่านเข้าสู่ระบบได้ เมื่อสัญญาณดาวเทียมผ่านมายังอุปกรณ์ LNBF ซึ่งมีวงจรภาคขยายสัญญาณความถี่สูงอยู่ชุดหนึ่ง จะทำหน้าขยายสัญญาณความถี่สูงในส่วนนี้ให้แรงขึ้น หลังจากนั้นจะส่งผ่านไปยังวงจรแปลงสัญญาณความถี่สูงลงมาเป็นความถี่ 950 MHz - 1550 MHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ต่ำ ที่สามารถส่งสัญญาณไปตามสายนำสัญญาณได้

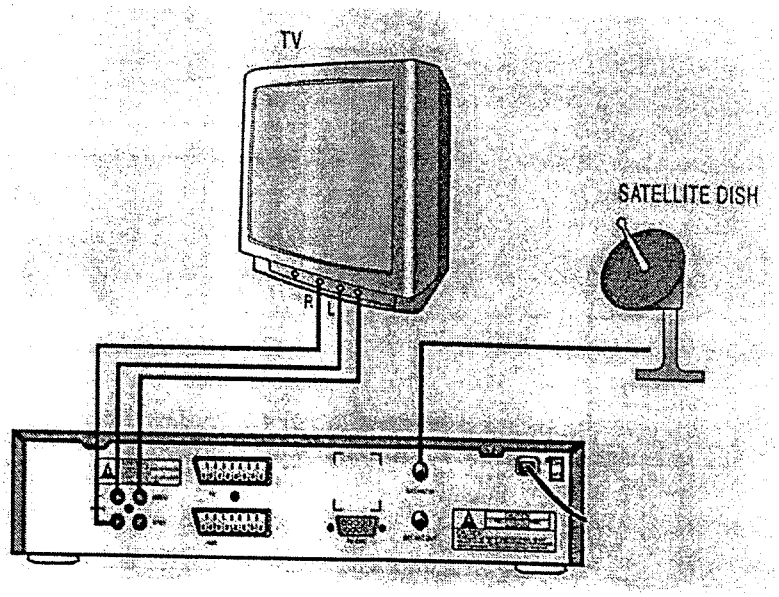
อุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF ของ Indochina รุ่น KI 1130 นี้ จะนำไปติดตั้งกับจานรับสัญญาณทุกจานที่นำมาทำการวิจัยครั้งนี้ โดยการถอดสับเปลี่ยนไปขณะที่มีการทดลองใช้จานรับสัญญาณชนิดนั้น ๆ LNBF ของ Indochina รุ่น KI 1130 แสดงไว้ในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 อุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF ของ Indochina รุ่น KI 1130 RF 12.25 GHz – 12.75 GHz

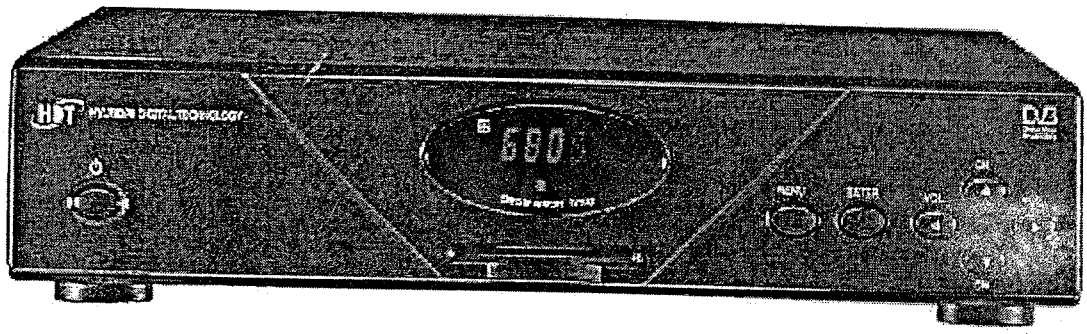
ต่อระบบเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณ กับเครื่องรับโทรทัศน์

เชื่อมต่อสายนำสัญญาณจากอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF ไปยังขั้วต่อสายอากาศ (sat ant in) ของเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม ตามไดอะแกรมที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.10



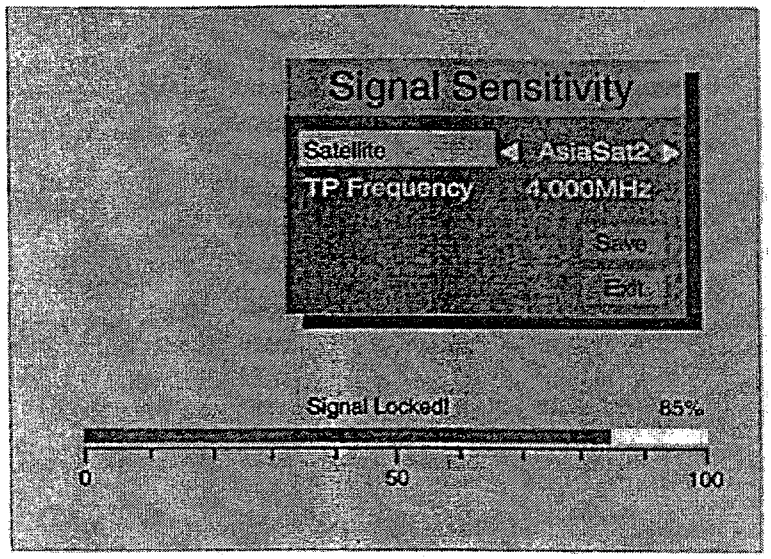
รูปที่ 3.10 ไดอะแกรมแสดงการเชื่อมระบบการรับสัญญาณดาวเทียม

เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกชุดหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เลือกรับสัญญาณความถี่สูงระดับไมโครเวฟที่ส่งลงมาจากดาวเทียม หรือพูดอีกนัยหนึ่งคือทำหน้าที่เลือกหาสถานีโทรทัศน์ที่ส่งลงมาจากดาวเทียม ดังนั้นการที่จะรับสถานีจากดาวเทียมได้มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพ และคุณภาพของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมนี้ด้วย เครื่องรับสัญญาณดาเทียม ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ของบริษัท Hyundai Digital Technology รุ่น HSS – 700 Digital ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.11 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมรุ่นนี้เป็นระบบดิจิตอล สามารถรับสัญญาณความถี่ได้ระหว่าง 950 MHz - 2150 MHz รายละเอียด และคุณสมบัติของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมรุ่นนี้มีอยู่ในภาคผนวกที่ 2



รูปที่ 3.11 เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียมของบริษัท Hyundai Digital Technology รุ่น HSS – 700 Digital

เครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียมรุ่นนี้มีคุณสมบัติพิเศษอย่างหนึ่งคือ มีวงจรตรวจวัดประสิทธิภาพในการรับสัญญาณ (signal sensitivity) โดยมีตัวเลขแสดงออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ในการรับ ถ้าจานรับสัญญาณดาวเทียมมีคุณสมบัติในการรับสัญญาณที่ดี ประสิทธิภาพของการรับสัญญาณดาวเทียมจะสูง และประสิทธิภาพที่สูงที่สุดที่จะรับสัญญาณได้คือ 100 % ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณดาวเทียมของจานรับสัญญาณ คืออัตราการขยายของจานรับสัญญาณดาวเทียมตามภาษาของช่างเทคนิค ถ้าจานรับสัญญาณดาวเทียมมีคุณสมบัติในการสะท้อนสัญญาณไปยัง LNBF ที่ดี อัตราการขยายสัญญาณของจานรับจะมาก นั่นก็คือจานรับสัญญาณนั้นมีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณที่ดี หน้าจอที่แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของจาน แสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.12 การตรวจวัดสัญญาณการรับที่ให้แสดงออกทางจอโทรทัศน์ได้

ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เตรียมการทดลองโดยใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมของย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC และจานรับสัญญาณดาวเทียมที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีพื้นผิวของจานรับประกอบด้วยวัสดุที่เลือกไว้ 3 ชนิด ดังนั้นจานรับสัญญาณดาวเทียมที่นำมาใช้ในการทดลอง และวิจัยครั้งนี้มี 4 ประเภทคือ

1. จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC

2. จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

3. จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

4. จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนตั้งแต่การสร้างจานดาวเทียมต้นแบบ การเลือกวัสดุที่จะนำมาทำพื้นผิวของจานรับสัญญาณ การติดตั้งจานรับสัญญาณ และต่อเข้ากับระบบเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม เข้ากับเครื่องรับโทรทัศน์เสร็จสมบูรณ์ จนสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมไทยคมได้

ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เชิญ อาจารย์ระวิ ตันเสนีย์ ซึ่งเป็นวิศวกรที่ปรึกษาของบริษัท เวิลด์แซทคอม จำกัด และเป็นผู้ที่มีความชำนาญทางด้านติดตั้งระบบการรับสัญญาณดาวเทียม ได้มาตรวจสอบความถูกต้องของระบบที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งไป

แล้ว และได้ช่วยตรวจสอบแผนงานในการทดลอง และขั้นตอนการจดบันทึกข้อมูล โดยกำหนดการทดลองออกเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1

ทำการทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 4 ประเภท พร้อมการจดบันทึกข้อมูลของการรับสัญญาณดาวเทียมแต่ละประเภทนั้น ประเภทละ 5 วัน อย่างต่อเนื่อง ดังต่อไปนี้

1. ระหว่างวันที่ 2 – 6 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC

2. ระหว่างวันที่ 9 – 13 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

3. ระหว่างวันที่ 16 – 20 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

4. ระหว่างวันที่ 23 – 27 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

เวลาที่ใช้ในการทดลองและจดบันทึกข้อมูล ใช้เวลาระหว่างเวลา 8.00-9.00 น. ระหว่างเวลา 12.00-13.00 น. และระหว่างเวลา 16.00-17.00 น.

การทดลองครั้งที่ 2

ทำการทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 4 ประเภท พร้อมการจดบันทึกข้อมูลของการรับสัญญาณดาวเทียมแต่ละประเภทนั้น ประเภทละ 5 วัน อย่างต่อเนื่อง ดังต่อไปนี้

1. ระหว่างวันที่ 3 – 7 ธันวาคม พ.ศ. 2543 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC

2. ระหว่างวันที่ 10 – 14 ธันวาคม พ.ศ. 2543 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

3. ระหว่างวันที่ 17 – 21 ธันวาคม พ.ศ. 2543 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

4. ระหว่างวันที่ 24 – 28 ธันวาคม พ.ศ. 2543 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

เวลาที่ใช้ในการทดลองและจดบันทึกข้อมูล ใช้เวลาระหว่างเวลา 8.00-9.00 น. ระหว่างเวลา 12.00-13.00 น. และระหว่างเวลา 16.00-17.00 น.

การทดลองครั้งที่ 3

ทำการทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 4 ประเภท พร้อมการจดบันทึกข้อมูลของการรับสัญญาณดาวเทียมแต่ละประเภทนั้น ประเภทละ 5 วัน อย่างต่อเนื่อง ดังต่อไปนี้

1. ระหว่างวันที่ 4 – 8 กุมภาพันธุ์ พ.ศ. 2544 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC

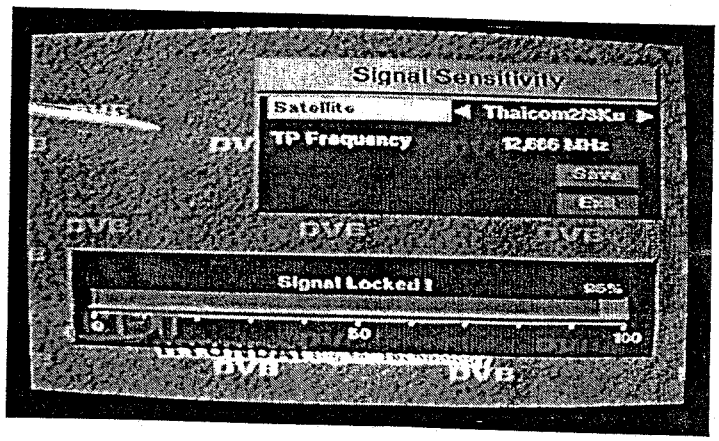
2. ระหว่างวันที่ 11 – 15 กุมภาพันธุ์ พ.ศ. 2544 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

3. ระหว่างวันที่ 18 – 22 กุมภาพันธุ์ พ.ศ. 2544 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

4. ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธุ์ – 1 มีนาคม พ.ศ. 2544 ทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

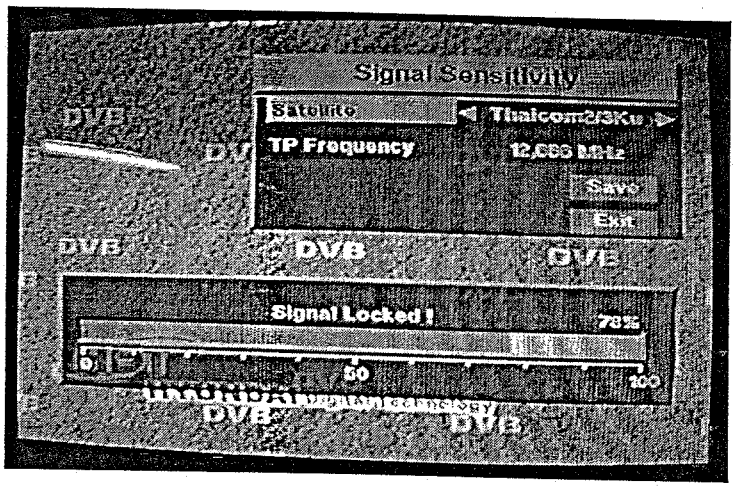
เวลาที่ใช้ในการทดลองและจดบันทึกข้อมูล ใช้เวลาระหว่างเวลา 8.00-9.00 น. ระหว่างเวลา 12.00-13.00 น. และระหว่างเวลา 16.00-17.00 น.

ผู้วิจัยทำการทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมแต่ละประเภท รับสัญญาณจากสถานีโทรทัศน์ดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band จากดาวเทียมไทยคม โดยรับสัญญาณจากสถานีที่ไม่ต้องเสียเงินค่าสมาชิกในการรับ ซึ่งได้แก่สถานีวิทยุโทรทัศน์ ช่องการศึกษาทางไกล 6 ช่อง ช่อง ETV และช่อง TGN รวม 8 ช่องสถานี ในการรับสัญญาณแต่ละช่องสถานีนั้น ผู้วิจัยได้จดบันทึกประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของจานแต่ละประเภทว่ารับสัญญาณได้กี่เปอร์เซ็นต์ โดยอ่านค่าที่แสดงออกมาเป็นตัวเลขทางหน้าจอโทรทัศน์ ที่ผู้วิจัยเซ็ทเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียมให้แสดงผลออกมา เช่นการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณของ UBC ในขณะนั้นมีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณ 95 % ดังแสดงให้เห็นดังในรูปที่ 3.13



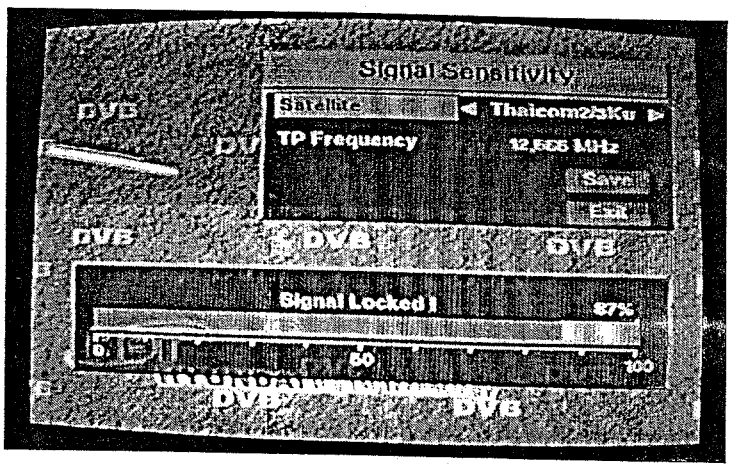
รูปที่ 3.13 ประสิทธิภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณของ UBC

ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณดาวเทียม ที่ได้จากจานรับซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร ในขณะนั้นมีค่าเท่ากับ 78 % ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.14



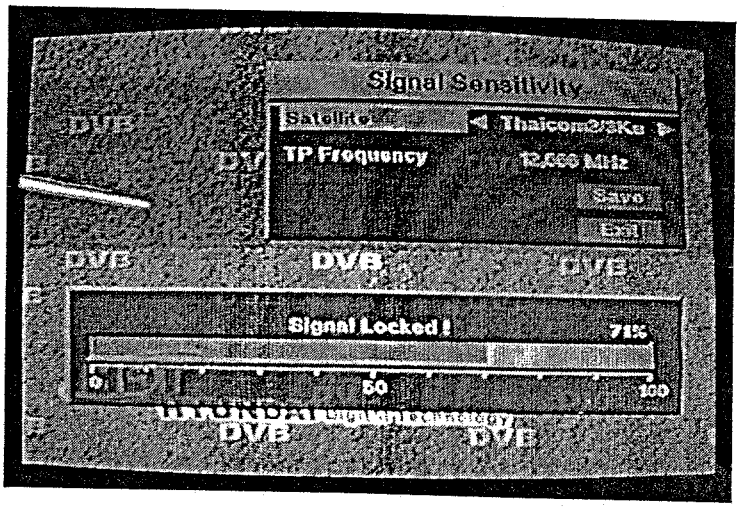
รูปที่ 3.14 ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณดาวเทียม ที่ได้จากจานรับซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ ในขณะที่ทำการทดลอง ณ เวลานั้นมีค่าเท่ากับ 87 % ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณดาวเทียม ที่ได้จากจานรับซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ ในขณะที่ทำการทดลอง ณ เวลานั้นมีค่าเท่ากับ 71 % ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวด

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจนครบตามคำแนะของวิศวกรที่ช่วยออกแบบระบบให้แล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย และนำไปวิเคราะห์โดยใช้ตารางเปรียบเทียบผลของการทดลอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดลองใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 4 ประเภท รับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band จากดาวเทียมไทยคม โดยทำการทดลองรับสัญญาณจากสถานีวิทยุโทรทัศน์ ช่องการศึกษาทางไกล 6 ช่อง ช่องสถานี ETV และช่องสถานี TGN รวม 8 ช่องสถานี ผลจากการทดลอง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

การทดลองครั้งที่ 1

ทำการทดลองช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2543 ผลการทดลองปรากฏว่าจานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 4 ประเภท สามารถรับสัญญาณภาพและเสียง จากสถานีวิทยุโทรทัศน์ ช่องการศึกษาทางไกล 6 ช่อง ช่องสถานี ETV และช่องสถานี TGN รวม 8 ช่องสถานี ได้อย่างชัดเจน และมีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของจานรับแต่ละประเภทเป็นไปตามตารางที่ 4.1 - 4.4

ตารางที่ 4.1 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
2 ต.ค. 43	96	96	97	96.33
3 ต.ค. 43	96	97	96	96.33
4 ต.ค. 43	97	96	97	96.67
5 ต.ค. 43	97	96	96	96.33
6 ต.ค. 43	96	97	96	96.33
				96.40

จากตารางที่ 4.1 พบว่าประสิทธิภาพในการรับรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 96.40 %

ตารางที่ 4.2 แสดงประสิทธิภาพในการรับรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
9 ต.ค. 43	78	77	78	77.67
10 ต.ค. 43	80	79	78	79.00
11 ต.ค. 43	78	78	79	78.33
12 ต.ค. 43	79	78	78	78.33
13 ต.ค. 43	79	78	78	78.33
				78.33

จากตารางที่ 4.2 พบว่าประสิทธิภาพในการรับรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 78.33 %

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพในการรับรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
15 ต.ค. 43	87	87	86	86.67
16 ต.ค. 43	88	87	88	87.67
17 ต.ค. 43	89	88	88	88.33
18 ต.ค. 43	86	87	87	86.67
19 ต.ค. 43	87	86	87	86.67
				87.20

จากตารางที่ 4.3 พบว่าประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 87.20 %

ตารางที่ 4.4 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
22 ต.ค. 43	70	72	72	71.33
23 ต.ค. 43	72	72	71	71.67
24 ต.ค. 43	70	71	72	71.00
25 ต.ค. 43	71	71	70	70.67
26 ต.ค. 43	70	72	72	71.33
				71.20

จากตารางที่ 4.4 พบว่าประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 71.20 %

การทดลองครั้งที่ 2

ทำการทดลองช่วงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 ผลการทดลองปรากฏว่าจานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 4 ประเภท สามารถรับสัญญาณภาพและเสียง จากสถานีวิทยุโทรทัศน์ ช่องการศึกษา ทางไกล 6 ช่อง ช่องสถานี ETV และช่องสถานี TGN รวม 8 ช่องสถานี ได้อย่างชัดเจน และมีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของจานรับแต่ละประเภทเป็นไปตามตารางที่ 4.5 - 4.8

ตารางที่ 4.5 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
3 ธ.ค. 43	96	97	97	96.67
4 ธ.ค. 43	97	97	96	96.67
5 ธ.ค. 43	97	96	97	96.67
6 ธ.ค. 43	96	96	97	96.33
7 ธ.ค. 43	96	97	96	96.33
				96.53

จากตารางที่ 4.5 พบว่าอัตราการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 96.53%

ตารางที่ 4.6 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
10 ธ.ค. 43	76	76	77	76.33
11 ธ.ค. 43	77	77	76	76.66
12 ธ.ค. 43	76	77	77	76.66
13 ธ.ค. 43	77	77	76	76.66
14 ธ.ค. 43	76	77	76	76.33
				76.52

จากตารางที่ 4.6 พบว่าประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 76.52 %

ตารางที่ 4.7 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
17 ธ.ค. 43	87	86	86	86.33
18 ธ.ค. 43	86	87	87	86.67
19 ธ.ค. 43	87	87	88	87.33
20 ธ.ค. 43	86	88	87	87.00
21 ธ.ค. 43	88	86	87	87.00
				86.86

จากตารางที่ 4.7 พบว่าประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมี พื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 86.86 %

ตารางที่ 4.8 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
24 ธ.ค. 43	70	71	71	70.67
25 ธ.ค. 43	71	70	71	70.67
26 ธ.ค. 43	71	70	70	70.33
27 ธ.ค. 43	71	71	70	70.67
28 ธ.ค. 43	70	71	871	70.67
				70.60

จากตารางที่ 4.8 พบว่าประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดลหะ มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 70.60 %

การทดลองครั้งที่ 3

ทำการทดลองช่วงเดือน กุมภาพันธ์ และมีนาคม พ.ศ. 2544 ผลการทดลองปรากฏว่าจานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 4 ประเภท สามารถรับสัญญาณภาพและเสียง จากสถานีวิทยุโทรทัศน์ช่องการศึกษา ทางไกล 6 ช่อง ช่องสถานี ETV และช่องสถานี TGN รวม 8 ช่องสถานี ได้อย่างชัดเจน และมีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณของจานรับแต่ละประเภทเป็นไปตามตารางที่ 4.9 - 4.12

ตารางที่ 4.9 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
4 ก.พ. 44	96	97	97	96.67
5 ก.พ. 44	96	97	96	96.33
6 ก.พ. 43	96	96	97	96.33
7 ก.พ. 44	97	96	97	96.67
8 ก.พ. 44	97	96	96	96.33
				96.47

จากตารางที่ 4.9 พบว่าอัตราการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของบริษัท UBC มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 96.53 %

ตารางที่ 4.10 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
11 ก.พ. 44	76	77	77	76.67
12 ก.พ. 44	77	78	78	77.67
13 ก.พ. 43	78	78	77	77.67
14 ก.พ. 44	77	78	77	77.33
15 ก.พ. 44	77	78	77	77.33
				77.33

จากตารางที่ 4.10 พบว่าอัตราการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 77.33 %

ตารางที่ 4.11 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
18 ก.พ. 44	86	87	86	86.33
19 ก.พ. 44	87	87	86	86.67
20 ก.พ. 43	87	87	86	86.67
21 ก.พ. 44	86	87	87	86.67
22 ก.พ. 44	85	85	86	85.33
				86.33

จากตารางที่ 4.11 พบว่าอัตราการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 86.33 %

ตารางที่ 4.12 แสดงประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

วัน-เดือน-ปี	ความแรงของสัญญาณที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์			ค่าเฉลี่ย
	8.00-9.00 น.	12.00-13.00 น.	16.00-17.00 น.	%
25 ก.พ. 44	70	71	71	70.33
26 ก.พ. 44	71	71	71	71.00
27 ก.พ. 44	70	71	71	70.67
28 ก.พ. 44	71	71	70	70.67
1 มี.ค. 44	70	71	71	70.67
				70.67

จากตารางที่ 4.12 พบว่าอัตราการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอยู่ที่ 70.60 %

เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

ประเภทของจานรับสัญญาณดาวเทียม	ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม			เฉลี่ย %	ลำดับ
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
จานรับสัญญาณของบริษัท UBC	96.40	96.53	96.47	96.46	1
ที่พื้นผิวจานรับทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร	78.33	76.52	77.33	77.39	3
ที่พื้นผิวจานรับทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์	87.20	86.86	86.33	86.79	2
ที่พื้นผิวจานรับทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ	71.20	70.60	70.67	70.82	4

จากตารางที่ 4.13 พบว่าประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ย่านความถี่ Ku-band จากดาวเทียมไทยคม จานรับสัญญาณดาวเทียมที่ผลิตจากบริษัท UBC รับสัญญาณ ได้ดีที่สุด คือสามารถรับสัญญาณโดยเฉลี่ยได้ 96.46 % จานรับสัญญาณดาวเทียมที่รับสัญญาณได้รองลงมาเป็นอันดับที่สอง ได้แก่จานรับสัญญาณดาวเทียมที่พื้นผิวจานรับทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ สามารถรับสัญญาณโดยเฉลี่ยได้ 86.79 % จานรับสัญญาณดาวเทียมที่รับสัญญาณได้รองลงมาเป็นอันดับที่สาม ได้แก่จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวจานรับทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร สามารถรับสัญญาณโดยเฉลี่ยได้ 77.39 % และจานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีอัตราการรับสัญญาณได้ต่ำที่สุดคือ จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ รับสัญญาณโดยเฉลี่ยได้ 70.82 %

บทที่ 5
สรุปผลอภิปรายผลการวิจัยและเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวัสดุที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้ทำพื้นผิวจานรับสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคม ที่ใช้ทดแทนจานรับสัญญาณที่ทำจากบริษัทผู้ผลิต และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้วัสดุต่างชนิดกันมาทำพื้นผิวของจานรับ เทียบกับประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณของ UBC

การวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำการวิจัยได้สร้างจานรับสัญญาณดาวเทียมแบบ Offset fed ด้วยโมเดลกระดาษ ที่มีขนาด กว้าง 60 ซ.ม. ยาว 68 ซ.ม. หนา 2 ม.ม. และมีระยะโฟกัสของจาน หรือระยะห่างระหว่างพื้นผิวของจานรับสัญญาณถึงอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF เท่ากับ 35 ซ.ม. ส่วนวัสดุที่นำมาทำพื้นผิวของจานรับที่สร้างขึ้นด้วยโมเดลกระดาษนี้ ได้แก่

1. เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร
2. แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์
3. ตะแกรงมุ้งลวดโลหะ

นำวัสดุแต่ละประเภทผนึกติดกับด้านหน้าของจานรับสัญญาณโมเดลกระดาษ แล้วนำไปดำเนินการติดตั้งบนกันสาดชั้นที่สี่ อาคาร 60 พรรษามหาราชินี อาคาร 1 มหาวิทยาลัยบูรพา ประกอบอุปกรณ์นำเข้าสัญญาณและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF และต่อสายนำสัญญาณเข้ากับเครื่องรับและถอดรหัสสัญญาณดาวเทียม และเครื่องรับโทรทัศน์ เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2544 ผลจากการทดลองพบว่า วัสดุที่ใช้ทำพื้นผิวของจานรับสัญญาณดาวเทียมทั้ง 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ เศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร แผ่นอะลูมิเนียม ฟอยล์ และตะแกรงมุ้งลวดโลหะ สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมไทยคมได้ชัดเจนทั้งภาพและเสียงทุกช่องสถานี เหมือนกับการใช้จานรับสัญญาณของ UBC ที่ได้ทำการทดลองไปพร้อม ๆ กัน ส่วนประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมของจานรับสัญญาณแต่ละชนิดวัดค่าได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร มีค่าเฉลี่ยในการรับสัญญาณเท่ากับ 77.39 %

2. ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ มีค่าเฉลี่ยในการรับสัญญาณโทรทัศน์เท่ากับ 86.79%

3. ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งมีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ มีค่าเฉลี่ยในการรับสัญญาณโทรทัศน์เท่ากับ 70.82 %

4. ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ที่ใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมของบริษัท UBC มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์เท่ากับ 96.46 %

อภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองทำให้ทราบว่า

1. จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวของจานรับสัญญาณทำจากวัสดุประเภทโลหะซึ่งมีขนาดความกว้างของจานรับเพียง 60 ซม. ยาว 68 ซม. ก็สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band จากดาวเทียมไทยคมได้เป็นอย่างดีเทียบเท่ากับจานรับสัญญาณดาวเทียมที่ทำจากบริษัทผู้ผลิต ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการรับสัญญาณจะแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของวัสดุที่ใช้ทำพื้นผิวของจานรับสัญญาณ ว่าจะสะท้อนสัญญาณโทรทัศน์ไปรวมกันที่จุดโฟกัสของจานรับสัญญาณได้มากน้อยเพียงไร

2. พื้นผิวของจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่ดีนั้น จะต้องมีลักษณะเป็นผิวเรียบตลอดทั้งพื้นผิวจานรับสัญญาณ เพราะจะทำให้ทุกอนุภาคของพลังงานของสัญญาณดาวเทียมที่ส่งลงมาจากดาวเทียม เมื่อตกกระทบบนพื้นผิวของจานรับสัญญาณแล้ว จะสะท้อนไปรวมกันที่จุดโฟกัสของจาน ซึ่งจะทำให้ได้พลังงานของสัญญาณที่จุดนั้นสูงที่สุด เพื่อรวมสัญญาณให้กับอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณ LNBF ดังจะเห็นได้จากจานรับสัญญาณดาวเทียมที่พื้นผิวของจานรับสัญญาณทำด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ จะมีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณได้ดีกว่าจานรับสัญญาณดาวเทียมที่พื้นผิวของจานรับทำด้วยเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร และตะแกรงมุ้งลวดโลหะ เพราะวัสดุทั้งสองชนิดนี้ เมื่อนำไปทำพื้นผิวจานรับสัญญาณแล้ว พื้นผิวของจานรับสัญญาณไม่ราบเรียบตลอดทั้งพื้นผิว เช่นเศษแผ่นอะลูมิเนียมซองผลิตภัณฑ์อาหาร จะมีรอยต่อเป็นช่วง ๆ ส่วนตะแกรงมุ้งลวดโลหะ ซึ่งทำมาจากเส้นลวด สัญญาณที่ตกกระทบลงบน

เส้นลวด จะสะท้อนออกทุกทิศทาง จึงทำให้ประสิทธิภาพของการรับสัญญาณลดลง แต่อย่างรับก็ตาม สัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมที่รับได้จากจานรับสัญญาณทั้ง 3 ชนิดนั้น สามารถรับสัญญาณภาพและเสียงจากโทรทัศน์ดาวเทียมไทยคมได้ชัดเจนดีทุกช่องสถานี

3. การรับ-ส่งสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมย่านความถี่ Ku-band ของดาวเทียมไทยคมนี้ ใช้การรับส่งด้วยระบบดิจิตอล (digital) ซึ่งเป็นระบบที่วิวัฒนาการที่ต่อเนื่องมาจากการรับส่งในระบบอะนาลอก เหตุผลที่สำคัญที่นำเอาระบบดิจิตอลมาใช้คือ การใช้ทรัพยากรช่องสัญญาณทรานสปอนเดอร์ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือระบบดิจิตอล สามารถใช้ช่องสัญญาณได้อย่างคุ้มค่า เช่นในระบบอะนาลอก หนึ่งทรานสพอนเดอร์ ส่งได้ไม่เกิน 2 ช่องรายการโทรทัศน์ แต่ถ้าเป็นระบบดิจิตอล หนึ่งทรานสพอนเดอร์ สามารถส่งได้ 12 ช่องรายการโทรทัศน์ เป็นต้น

นอกจากการรับส่งในระบบดิจิตอลทำให้ได้สถานีมากขึ้น ด้านความคมชัดของภาพทางด้านการรับส่งในระบบดิจิตอลจะได้ภาพที่คมชัดมากกว่าในระบบอะนาลอก เพราะถ้ารับความถี่ของสัญญาณที่ส่งมาได้ระดับหนึ่งแล้ว สัญญาณภาพและสัญญาณเสียงจะไม่มีการรบกวน เลย ดังจะเห็นได้จากการทดลอง จานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด คือจานรับสัญญาณดาวเทียมที่มีพื้นผิวทำด้วยตะแกรงมุ้งลวดโลหะ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมจากการวิจัยครั้งนี้เพียง 70.82 % ก็สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมได้ทั้งภาพและเสียงคมชัดเท่ากับจานรับสัญญาณดาวเทียมของบริษัท UBC ที่มีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณถึง 96.46 %

4. ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม จากดาวเทียมไทยคมที่ต่ำที่สุดของการวิจัยครั้งนี้ที่ผู้วิจัยยังสามารถรับสัญญาณภาพและเสียงได้อย่างชัดเจนมีค่าอยู่ที่ 20 % แต่เมื่อประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม อยู่ระหว่าง 15 - 20 % จะด้วยสาเหตุทิศทางของจานรับสัญญาณหันไปไม่ตรงตำแหน่งของดาวเทียม หรือจานรับสัญญาณผิดรูปทรงไป สัญญาณภาพและเสียงจะขาดหายไปจากจอโทรทัศน์เป็นช่วง ๆ และถ้าประสิทธิภาพในการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมต่ำกว่า 15 % จะไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. สถานที่ที่ใช้ในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม ต้องเป็นที่โล่งแจ้งไม่มีสิ่งกีดขวาง เช่น ต้นไม้ หรืออาคารสูง โดยเฉพาะทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในกรณีที่รับสัญญาณจากดาวเทียมไทยคม และต้องตั้งอยู่พื้นที่มั่นคงแข็งแรง เพราะจะต้องออกไปทำงานกับจานรับ

สัญญาณตลอดเวลา เช่น ปรับทิศทางของจานรับสัญญาณ

2. การปรับทิศทางของจานรับสัญญาณดาวเทียมนั้น จะต้องปรับให้ตรงตำแหน่งของดาวเทียมที่กำลังรับสัญญาณอยู่ขณะนั้น ซึ่งทำได้โดยดูจากเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบสัญญาณของการรับ คือให้อยู่ในตำแหน่งที่ให้สัญญาณการรับที่สูงที่สุด

3. การติดตั้งอุปกรณ์นำเข้าและแปลงสัญญาณความถี่ LNBF จะต้องให้อยู่ตรงตำแหน่งโฟกัสของจานรับสัญญาณ และปรับแนวของการรับให้ถูกต้อง มิฉะนั้นประสิทธิภาพในการรับสัญญาณจะได้ไม่เต็มที่

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรมีการทดลองใช้จานรับสัญญาณประเภทเดียวกันนี้ ติดตั้งและทดลองในภูมิภาคอื่นของประเทศไทย

2. ศึกษาความต้องการของประชากรของประเทศไทยที่แตกต่างกันทั้งทางด้าน อายุ เพศ อาชีพ รายได้ และระดับของการศึกษา ว่ามีความต้องการที่จะติดตั้งระบบการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมกันมากน้อยเพียงไร และที่ต้องการจะติดตั้งระบบการรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมนั้นต้องการติดตั้งเพื่อการศึกษา หรือเพื่อความบันเทิง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมไปรษณีย์โทรเลข. (2541). นวัตกรรมโทรคมนาคม. กรุงเทพฯ : กรมไปรษณีย์โทรเลข.

การพัฒนาดาวเทียมไทย. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://library.kmitnb.ac.th/article/ate31/ate00023.html.

การสื่อสารด้วยคลื่น. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://cs.riudon.ac.th/sak/datacom/wave.htm.

การสื่อสารดาวเทียม. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :http://216.239.39.100/search?q=cache:G2BBUlqiWRQC:geocities.com/page1.html.

ความรู้เบื้องต้น. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :http://www.sra.cat.or.th/intro.html.

เจน สงสมพันธ์. (2535). โทรคมนาคมยุคดาวเทียม. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพฯ .

ดาวเทียม. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :http://sd2.sd.ac.th/student/3/satellite.html.

ดาวเทียมไทยคม 1A และดาวเทียมไทยคม 2. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http:www.rin.ac. th/web/science/thaicom1.htm.

เทคนิคการติดตั้งจานดาวเทียม. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.psisat.com/manual/dish/chapter01/page01.htm"

เทคโนโลยีอวกาศ. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://dnfe5.nfe.go.th/ilp/worldstor/sc31-4-5.htm.

บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด. (ม.ป.ป.). เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียม เล่มที่ 1. กรุงเทพ ฯ : สามารถเทเลคอม.

บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด.(ม.ป.ป.). เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียม เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ : สามารถเทเลคอม.

บริษัทสามารถเทเลคอม จำกัด. (ม.ป.ป.). เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียม เล่มที่ 3. กรุงเทพฯ : สามารถเทเลคอม.

บัณฑิต โรจน์อารยนนท์. (2540). คู่มือออกแบบและติดตั้ง MATV&CATV. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ประวัติความเป็นมา. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.geocities.com/spcom_2000/Story.html.

ประวัติความเป็นมาของการตั้งบริษัทดาวเทียมไทยคม. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.geocities.com/spcom_2000/thaicom.html.

ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ. (2537). การสื่อสารดาวเทียม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ส. เอเชียเพลส.

ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ. (2521). หลักการระบบสื่อสาร. กรุงเทพ ฯ : เอช เอ็น กรุ๊ป.

ฟ้าฟื้น ณญจคล. (2541). พื้นฐานโทรคมนาคม. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยรังสิต.

รังสรรค์ วงศ์สรรค์. (2536). โลกของการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม. กรุงเทพ ฯ : ศูนย์การพิมพ์พลชัย.

วิวัฒนาการของการสำรวจทรัพยากรโลกด้วยดาวเทียม. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.rs.psu.ac.th/rs/sat_dev.htm.

สมพร ธีระโรจนพงษ์และสมนึก ธัญญาวินิชกุล. (ม.ป.ป.). ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม. กรุงเทพฯ : หอรัตนชัยการพิมพ์.

ส่วนประกอบดาวเทียม. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.geocities.com/spcom_2000/Index.html.

Antenna Efficiency. (online). available : http://sina.sharif.ac.ir/~barkeshli/antennas/review/9510_008.htm

Antenna Efficiency Calculator. (online). available : http://home.online.no/~jensts/Satellite/antennaefficiency.htm

C/Ku band Dish Size VS EiRP Graphs. (online). available : http:www.geo-orbit.org/sizepgs/eirporgcharts.htm

Dish antenna. (online). available : http://www.strongdigital.com/dish.html

Elements of a TVRO system. (online). available : http://sina.sharif.ac.ir/~barkeshli/antennas/review/9510_004htm

Feedhorns, C and Ku band. (online). available : http://strongdigital.com/feedhorn.html

HS 376. (online). available : http://www.friends-partners.org/mwade/craft/hs376.htm

List of Satellites in Geostationary Orbit. (online). available : http://www.satsig.net/sslist.htm

NASA Fact Sheets. (online). available : http://www.gsfc.nasa.gov/gsfc/service/gallery/fact_sheets/general/satsum.htm

Satellite Antenna Models and Gain. (online). available : http://www.afcsat.com/ant_tab.html

Satellite Receiving Antennas. (online). available : http://www.mlesat.com/antennas.html

Satellite Time. (online). available : http://www.celestrak.com/columns/v04n07/

Siamkit. (online). available : http://www.jjshop.com/siamkit/S-008.pdx/

SMC DTH Antenna. (online). available : http://www.citytrans.nl/60_cm_smc.htm

Thailand's First Domestic Satellite System. (online). available : http://www.hughespace.com/factsheets/376/thaicom/thaicom.html

The Thaicom Satellite System. (online). available : http://www.mlesat.com/thaicom.html

TV Channels on THAICOM Satellites. (online). available : http://tcns.thaicom.net/