การศึกษาความเป็นไปได้ของการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียม

Feasibility Study for Internet Services via Iridium Constellation

โดย

นางสาว ศิริพรรณ พุ่มบุตร

รหัส 40067240

H002630

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ อัครินทร์ คุณกิตติ

วัน เดือน ปี 26 ก.พ. 2550

เลขทะเบียน 02630

เลขเรียกหนังสือ วพ. ศ414ก 2541

"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	**การศึกษาความเป็นไปได้ของการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียม**
นักศึกษา	**นางสาว ศิริพรรณ พุ่มบุตร**
อาจารย์ที่ปรึกษา	**อาจารย์ อัครินทร์ คุณกิตติ**
ระดับการศึกษา	**วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ**
แขนงวิชา	**การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ**
ปีการศึกษา	2541

บทคัดย่อ

จากองค์ประกอบที่สำคัญของระบบดาวเทียมอิริเดียมที่ประกอบด้วยระบบดาวเทียม สถานีภาคพื้นดิน สถานีควบคุมดาวเทียม และเครื่องลูกข่ายหรืออุปกรณ์ปลายทาง นำมาเป็นพื้นฐานเพื่อทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมสามารถทำได้ วิธีที่รายงานการศึกษานี้นำเสนอว่าเหมาะสมที่สุดในด้านเทคนิคคือการให้บริการอินเตอร์เน็ตโดยการพัฒนาโทรศัพท์อิริเดียมที่มีคุณลักษณะเฉพาะในการรับ-ส่งอีเมล์จากอินเตอร์เน็ตได้โดยตรง โดยให้ผู้ให้บริการอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม โดยคิดค่าธรรมเนียมแรกเข้าและค่าบริการเสริมรายเดือนในการใช้อินเตอร์เน็ตจากผู้ใช้นอกเหนือจากค่าใช้โทรศัพท์อิริเดียมปกติ จะทำให้ผู้ให้บริการได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าในการลงทุนตั้งแต่ในปีแรกที่ให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Feasibility Study for Internet Services via Iridium Constellation
Student	Ms. Siripan Phumbut
Advisor	Mr. Akharin Khunkitti
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology Management
Academic Year	1998

ABSTRACT

According to the structure of Iridium constellation system : which consist of satellites, gateway, system control and subscriber unit segment. Using of the function and infrastructure of the Iridium constellation which for the feasibility study for internet services via Iridium constellation come out with the way in developing a new internet service on Iridium satellite phone which have an e-mail function. This new service can be a value added to the Iridium system network. On the commercial aspect the service provider can have return on investment within one year from the date of operation since the service provider can charge initial fee plus supplementary fee from the customer beside from normally Iridium airtime charge.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์อัครินทร์ คุณกิตติ ผู้ซึ่งเสียสละเวลาในการช่วยชี้แนวทางและให้คำแนะนำอันมีคุณค่าเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสำหรับการจัดทำรายงานการศึกษาฉบับนี้ ขอบคุณท่านพลเรือโทวีระ จงเจริญท่านประธานบริษัท TSC รวมทั้งพี่ๆ และวิศวกรที่เกตเวย์อิริเดียมประเทศไทยทุกท่านที่ให้แนวทางตลอดจนคำแนะนำ ขอบคุณพี่ศมาธร จากสถานีดาวเทียมไทยคม คุณสุเมธจากอีริคสัน ตึ๋งและคุณปรัชญา จากยูคอมเน็ตเวอร์คสำหรับข้อมูลและคำแนะนำเกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียม ขอบคุณเอ๋จาก IS และเพื่อนๆ ITM 4 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้านโดยเฉพาะ นุ่น จุ๊ โนบิ พี่ปุ๊บ นพและกีต้าร์ ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้สามารถจัดทำขึ้นมาเป็นรายงานการศึกษาฉบับนี้ได้

ท้ายนี้ขอขอบคุณเจ้านายและเพื่อนร่วมงานที่เข้าใจและให้โอกาสตลอดจนให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจนถึงวินาทีสุดท้าย

ศิริพรรณ พุ่มบุตร
ผู้ดำเนินการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญภาพ VII
สารบัญตาราง IX
บทที่
1. บทนำ 1
ความนำ 1
ปัญหาที่พบในปัจจุบัน 2
วัตถุประสงค์ 2
ขอบเขต 3
แผนและวิธีการดำเนินการศึกษา 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
2. เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียม 4
ความเป็นมาของการสื่อสารผ่านดาวเทียม 4
องค์ประกอบของการสื่อสารผ่านดาวเทียม 5
ภาคอวกาศ (Space Segment) 5
ภาคพื้นดิน (Ground Segment) 12
ความถี่วิทยุย่านดาวเทียม (Satellite Frequency Spectrum) 15
เทคนิคการใช้ความถี่ซ้ำ (Frequency Reuse Technique) 15
เวลาการเดินทางของสัญญาณ (Propagation Delay) 16
สัญญาณรบกวน (Interference) 16
การกำหนดการใช้งานช่องสัญญาณดาวเทียม (Assignment Schemes) 18
เทคนิคการเข้าใช้งานช่องสัญญาณดาวเทียม (Multiple Access Techniques) 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน 21
พารามิเตอร์ที่สำคัญของระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม 22
ปัจจัยในการเลือกสถานที่ตั้งสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน 22
การสื่อสารผ่านดาวเทียมในประเทศไทย 24
3. ระบบดาวเทียมอิริเดียม 26
ความเป็นมาของโครงการอิริเดียม 26
ผู้ร่วมลงทุนในโครงการอิริเดียม 27
ความเป็นมาของผู้ให้บริการโครงการอิริเดียมในประเทศไทย 29
กฎและข้อบังคับในการดำเนินโครงการอิริเดียม (Regulatory) 30
เทคโนโลยีระบบดาวเทียมอิริเดียม 36
ดาวเทียมอิริเดียม (Iridium Satellites) 37
วงโคจรของระบบดาวเทียม 38
องค์ประกอบในการทำงานของระบบอิริเดียม 39
ส่วนสถานีภาคพื้นดิน (Gateway Segment) 39
ส่วนระบบควบคุม (System Control Segment) 43
ระบบภาคอวกาศ (Space Segment) 44
อุปกรณ์ปลายทาง (Subscriber Unit Segment) 46
การทำงานของระบบอิริเดียม 46
บริการของระบบอิริเดียม 48
ลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย 49
การคิดค่าบริการโทรศัพท์ของระบบอิริเดียม 50
สรุปข้อมูลทางเทคนิคของระบบอิริเดียม 52
ผลการดำเนินการโครงการอิริเดียมที่มีต่อประเทศไทย 53
4. ระบบอินเตอร์เน็ต 55
อินเตอร์เน็ตคืออะไร 55
การให้บริการอินเตอร์เน็ตในประเทศไทย 55
การเชื่อมโยงเครือข่ายอินเตอร์เน็ตของประเทศไทย 57
องค์ประกอบของการให้บริการอินเตอร์เน็ต 58
วิธีการขอใช้บริการโฮสต์ TCP/IP 60
การติดต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ต 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการให้บริการอินเตอร์เน็ต 63
5. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบอิริเดียม 64
ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค 64
ความเป็นไปได้ด้านความคุ้มค่าในการลงทุน 73
6. สรุปและข้อเสนอแนะ 78
บรรณานุกรม 81
ประวัติผู้เขียน 83

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

2.1 ลักษณะวงโคจร Polar Orbit 6
2.2 ลักษณะวงโคจร Inclined Orbit 6
2.3 ลักษณะวงโคจร Equatorial Orbit 7
2.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของดาวเทียมสื่อสาร 8
2.5 บล็อกไดอะแกรมแสดงสถาปัตยกรรมของ Transponder 9
2.6 แสดงส่วนประกอบระบบสถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดิน 12
2.7 บล็อกไดอะแกรมของสถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดินโดยทั่วไป 13
2.8 โอกาสในการเกิดสัญญาณรบกวนรูปแบบต่างๆ 17
2.9 FDMA 20
2.10 TDMA 20
2.11 CDMA 21
3.1 โครงสร้างกลุ่มผู้ถือหุ้นของ TSC 29
3.2 โครงสร้างกลุ่มผู้ถือหุ้นของ SEAI 30
3.3 แสดงภาพรวมของระบบอิริเดียม 36
3.4 ลักษณะของดาวเทียมอิริเดียม 37
3.5 แสดงส่วนประกอบหลักของดาวเทียมอิริเดียม 38
3.6 วงโคจรของดาวเทียมอิริเดียม 39
3.7 แสดงสถานีภาคพื้นดินอิริเดียม 39
3.8 แสดง Gateway Subsystem Overview 40
3.9 แสดงการเชื่อมโยงระหว่าง GCF กับ ET ของ Gateway ในประเทศไทย 43
3.10 แสดง System Control Segment Infrastructure 43
3.11 ลักษณะพื้นที่ครอบคลุมบนพื้นโลกของระบบดาวเทียมอิริเดียม 45
3.12 แสดงการติดต่อจากโทรศัพท์พื้นฐานไปยังอิริเดียมโฟน (PSTN-to-ISU) 47
3.13 แสดงการติดต่อจากอิริเดียมโฟนไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน (ISU-to-PSTN) 47
3.14 การติดต่อจากอิริเดียมโฟนไปยังอิริเดียมโฟนด้วยกัน (ISU-to-ISU) 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 แสดงเครือข่ายในประเทศไทยและการเชื่อมต่อไปยังต่างประเทศ 57
4.2 การใช้สวิตชิงที่ประเทศไทยเพื่อลดปริมาณข้อมูลในสายต่างประเทศ 58
4.3 แสดงการเชื่อมต่อเข้าใช้อินเตอร์เน็ต 62
5.1 แสดงการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านระบบอิริเดียมตามแนวทางที่ 1 65
5.2 แสดงการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านระบบอิริเดียมตามแนวทางที่ 2 67
5.3 แสดงการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านระบบอิริเดียมตามแนวทางที่ 3 68
5.4 แสดงการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านระบบอิริเดียมตามแนวทางที่ 4 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงย่านความถี่วิทยุที่ใช้ในการสื่อสารผ่านดาวเทียม 15

3.1 อัตราค่าโทรศัพท์อิริเดียมแบบ ISU- PSTN 50

3.2 อัตราค่าโทรศัพท์อิริเดียมแบบ ISU- ISU 50

3.3 อัตราค่าโทรศัพท์อิริเดียมกรณีใช้ข้ามเขต (Roaming Airtime Charge) 51

3.4 เปรียบเทียบอัตราค่าโทรศัพท์อิริเดียมกับค่าโทรศัพท์ของโรงแรม 51

3.5 สรุปข้อมูลทางเทคนิคของระบบดาวเทียมอิริเดียม 52

5.1 สรุปแนวทางความเป็นไปได้เชิงเทคนิค 71

5.2 แสดงต้นทุนและค่าใช้จ่ายในปีแรก 74

5.3 แสดงต้นทุนและค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบ 3 ปี 75

5.4 ประมาณจำนวนลูกค้าและเวลาใช้งาน 76

5.5 คำนวณรายได้จากการให้บริการเปรียบเทียบ 3 ปี 76

6.1 สรุปแนวทางการให้บริการแยกตามกลุ่ม 78

6.2 สรุปการลงทุนในเครือข่าย 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความนำ

ปัจจุบันโลกกำลังเข้าสู่ยุคที่เรียกว่า "ยุคแห่งการสื่อสารไร้พรมแดน" ซึ่งทำให้การติดต่อสื่อสารการเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารต่างๆเริ่มมีบทบาทความสำคัญและกลายเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ไปทั่วทุกมุมโลก การมีระบบสื่อสารโทรคมนาคมที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพย่อมสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความเจริญก้าวหน้าของประเทศทั้งทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของสังคมได้เป็นอย่างดี และจากระบบการแข่งขันในโลกปัจจุบันที่กลายมาเป็นระบบตลาดแบบเสรี ได้ส่งผลให้การดำเนินธุรกิจการค้า การลงทุน มีการแข่งขันกันสูงมากขึ้นด้วย ทั้งจากตลาดภายในเอง และจากภายนอกประเทศ จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องได้รับข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องแม่นยำจากการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ หลายประเทศทั่วโลกต่างเล็งเห็นถึงความสำคัญเหล่านี้ จึงพยายามคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารโทรคมนาคมขึ้นมาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่กำลังขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน

ประเทศไทยก็เป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีการพัฒนาระบบการสื่อสารอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลาอันยาวนานเช่นเดียวกัน โดยปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีการสื่อสารใหม่ๆเข้ามาให้บริการ เช่น การบริการอินเตอร์เน็ต การบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ การบริการโทรศัพท์พกพา ฯลฯ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกรวดเร็ว สำหรับการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆได้ดียิ่งขึ้น และยังจะสามารถขยายขอบเขตการให้บริการที่กว้างไกลมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามแม้ว่าประเทศไทยจะมีการพัฒนาระบบการสื่อสารมาโดยตลอดก็ตาม แต่การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี การเปิดเสรีด้านธุรกิจการสื่อสาร ที่ทำให้เกิดการแข่งขันที่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งผลจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร สิ่งต่างๆเหล่านี้ ล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้ระบบการให้บริการมาตรฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถให้บริการได้ครอบคลุมพื้นที่ได้ทั่วถึง ไม่สะดวกรวดเร็วกับความต้องการ อันจะก่อให้เกิดข้อจำกัดมากมายในการให้บริการ ซึ่งอาจส่งผลให้ประเทศไทยอยู่ในสถานะที่ไม่พร้อมต่อการเป็นศูนย์กลางการสื่อสารในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก และเป็นอุปสรรคต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้บริการอินเตอร์เน็ตเป็นรูปแบบหนึ่งของการติดต่อสื่อสารถึงกันที่สามารถใช้สื่อในการให้บริการได้หลายรูปแบบ ทั้งสื่อในแบบที่มีสายและสื่อในแบบที่ไร้สาย และดาวเทียมเป็นประเภทหนึ่งของสื่อไร้สายที่อาจนำมาใช้เพื่อให้บริการอินเตอร์เน็ต

ในปัจจุบันมีโครงการสื่อสารผ่านดาวเทียมเกิดขึ้นมาหลายโครงการด้วยวัตถุประสงค์ของการให้บริการทั้งที่เหมือนและแตกต่างกัน โครงการอิริเดียมเป็นตัวอย่างหนึ่งของโครงการสื่อสารผ่านดาวเทียมที่เกิดขึ้น และกำลังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการเปิดให้บริการในเชิงพาณิชย์ ในรูปแบบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม เพื่อเชื่อมโยงการติดต่อสื่อสารส่วนบุคคลผ่านดาวเทียมให้ครอบคลุมทั่วโลก โดยไร้ข้อจำกัดในเรื่องของสถานที่และเวลา บริษัท โมโตโรล่า (Motorola) ผู้เริ่มต้นคิด ค้นและพัฒนาโครงการอิริเดียมเพื่อเป็นส่วนเสริมให้แก่ระบบโทรศัพท์ หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้กันอยู่เดิมให้สมบูรณ์มากขึ้น และรวมทั้งเพื่อทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการให้บริการระบบสื่อสารเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมด้วย

ปัญหาที่พบในปัจจุบัน

1. มีผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (Internet Service Provider: ISP) ในพื้นที่ต่างจังหวัดน้อยราย ไม่คลอบคลุมทุกพื้นที่ ทำให้ผู้ใช้บริการที่ต้องเดินทางไปต่างจังหวัด และมีความจำเป็นต้องใช้บริการอินเตอร์เน็ตไม่สะดวกในการใช้บริการ
2. ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (Internet Service Provider: ISP) ที่มีการให้บริการในต่างจังหวัดบางรายยังไม่มีการให้บริการในลักษณะ Roaming ทำให้ผู้ใช้บริการอินเตอร์เน็ตต้องจ่ายค่าบริการจากการโทรทางไกลซึ่งมีราคาแพง
3. พื้นที่บางแห่งไม่มีสาธารณูปโภคทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมโดยเฉพาะอย่างยิ่งโทรศัพท์พื้นฐาน ทำให้ไม่สามารถใช้บริการอินเตอร์เน็ตได้
4. ในบางครั้งโทรศัพท์พื้นฐานเกิดขัดข้อง ทำให้ไม่สามารถใช้อินเตอร์เน็ตผ่านสื่อที่เป็นโทรศัพท์พื้นฐานได้

วัตถุประสงค์

1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิค ประสิทธิภาพและความสามารถในการให้บริการอินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม

2 เพื่อศึกษาถึงค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นในการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขต

การศึกษาในครั้งนี้จะศึกษาความเป็นไปได้ของการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม โดยจะศึกษาเน้นถึงเทคโนโลยีของดาวเทียม องค์ประกอบที่สำคัญของระบบในการเชื่อมต่อ ช่วงความถี่ที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายของระบบกับดาวเทียม ระหว่างดาวเทียมกับสถานีภาคพื้นดิน(Gateway) และระหว่างดาวเทียมกับดาวเทียมด้วยกัน รวมถึงอัตราการส่งผ่านข้อมูล ตลอดจนข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของเทคโนโลยีรวมทั้งต้นทุนและค่าใช้จ่ายของการให้บริการอินเตอร์เน็ต ถ้าต้องใช้เทคโนโลยีดาวเทียมอิริเดียมนี้

แผนและวิธีดำเนินการศึกษา

1. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีของระบบดาวเทียมทั่วๆไป เทคโนโลยีของระบบดาวเทียมอิริเดียม และเทคโนโลยีของอินเตอร์เน็ต โดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับการให้บริการอินเตอร์เน็ตในประเทศไทยและระบบดาวเทียมอิริเดียม โดยเก็บรวบรวมจากเอกสาร หนังสือ วารสาร คู่มือ และข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต นอกจากนี้ยังใช้วิธีการสัมภาษณ์และ สอบถามจากวิศวกร ผู้บริหารโครงการ และศึกษาจากองค์กรที่ได้ดำเนินการศึกษาอยู่ก่อนแล้ว
2. ศึกษาความเป็นไปได้ของการที่จะให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมจากข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ ถ้ามีความเป็นไปได้ สามารถทำได้กี่วิธีอะไรบ้าง และแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร
3. สรุปข้อมูลขั้นต้นเพื่อวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของโครงงานในครั้งนี้
4. ดำเนินการศึกษาเก็บข้อมูลเพิ่มเติม สรุปและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเสนอขั้นสุดท้าย

<table>
<tr><th>Week 1</th><th>Week 2</th><th>Week 3</th><th>Week 4</th><th>Week 5</th><th>Week 6</th><th>Week 7</th><th>Week 8</th><th>Week 9</th><th>Week 10</th><th>Week 11</th><th>Week 12</th></tr>
<tr><td colspan="5">1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3">2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4">3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4">4</td></tr>
</table>

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 ได้ทราบถึงเทคโนโลยีที่เป็นองค์ประกอบหลักของระบบดาวเทียมอิริเดียม และสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาให้บริการอินเตอร์เน็ต

2 เป็นแนวทางในการศึกษาต่อเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในการติดตั้งให้บริการกับผู้ใช้

3 เป็นการเพิ่มทางเลือกในการใช้บริการอินเตอร์เน็ตของประชาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียม

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลของระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมโดยทั่ว ๆ ไป ว่าระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมมีองค์ประกอบในส่วนสำคัญอะไรบ้าง ดาวเทียมทำงานและลอยอยู่ในอวกาศได้อย่างไรโดยจะเป็นการให้ข้อมูลพื้นฐานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีของระบบดาวเทียมเพื่อการสื่อสาร ว่ามีระบบการทำงานที่สำคัญทำหน้าที่อะไรบ้างและมีระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างดาวเทียมกับสถานีภาคพื้นดินอย่างไร เทคนิคการใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม ความถี่ที่ใช้ติดต่อกัน การเกิดสัญญาณรบกวนชนิดต่างๆ และข้อมูลการสื่อสารผ่านดาวเทียมในประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้ข้อมูลเพื่อทำความรู้จักและสร้างความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม

ความเป็นมาของการสื่อสารผ่านดาวเทียม

เนื่องมาจากความโค้งของผิวโลกที่เป็นทรงกลม ดังนั้นการสื่อสารโดยการตั้งสถานีบนพื้นผิวโลกจึงมีขีดจำกัดด้วยระดับสายตา ถ้าต้องการระยะสื่อสารเพิ่มขึ้นไกลๆ ก็ต้องตั้งสถานีถ่ายทอดสัญญาณเป็นช่วงๆไป ซึ่งการทำเช่นนั้นจะมีราคาสูงและการดูแลรักษายุ่งยากมาก จึงมีผู้คิดค้นที่จะส่งสถานีถ่ายทอดสัญญาณขึ้นไปลอยบนท้องฟ้า

การสื่อสารผ่านดาวเทียมเริ่มต้นมาจากมีนักเขียนนวนิยายแนววิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้เขียนบทความที่กล่าวถึงแนวความคิดในการใช้สถานีอวกาศ หรือดาวเทียม ที่ลอยอยู่ในอวกาศเป็นระยะห่างจากจุดศูนย์กลางโลก 42,000 กิโลเมตร บนระนาบของเส้นศูนย์สูตรโลก ซึ่งเมื่อใช้ดาวเทียม 3 ดวง ให้แต่ละดวงอยู่ห่างกัน 120 องศาจะทำให้เกิดการสื่อสารไปทั่วโลกได้

ต่อมาในปี ค.ศ. 1957 รัสเซียได้ส่ง “สปุตนิก 1” (Sputnik 1) ดาวเทียมดวงแรกของโลกขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จ จากนั้นอีกหนึ่งปีถัดมา สหรัฐอเมริกาได้ส่ง “เอ็กพลอเรอร์ 1” (Explorer 1) ขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จเป็นประเทศที่สอง อย่างไรก็ดี ดาวเทียมในยุคแรกนี้เป็นดาวเทียมสำรวจบรรยากาศทั้งสิ้น จนกระทั่งในปี ค.ศ.1964 ประเทศสมาชิกสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศหรือ ITU (International Telecommunication Union) จำนวน 11 ประเทศ ร่วมกันจัดตั้งองค์การโทรคมนาคมทางดาวเทียมระหว่างประเทศ หรือ INTELSAT (International Telecommunication Satellite

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Organization) และได้มีการส่งดาวเทียมสื่อสารเพื่อการพาณิชย์ดวงแรก คือ ดาวเทียม "อินเทลแซท 1" (INTELSAT 1) ขึ้นสู่วงโคจร

องค์ประกอบของการสื่อสารผ่านดาวเทียม

ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นระบบสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) ชนิดหนึ่ง ใช้หลักการทำงานของเครื่องส่ง (Transmitter) เครื่องรับ (Receiver) และตัวกลาง (Media) ที่ใช้เป็นทางผ่านของสัญญาณ ซึ่งตัวกลางในที่นี้ก็คือ ดาวเทียมนั่นเอง ข้อมูลต่างๆจะถูกส่งด้วยเครื่องส่งไปในอวกาศโดยการมอดูเลต (Modulate) ข้อมูลที่ต้องการเข้ากับคลื่นวิทยุ (Radio Wave) แล้วส่งผ่านไปยังตัวกลางที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณและอาจเปลี่ยนความถี่ด้วยสำหรับบางระบบ จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งไปยังเครื่องรับ ซึ่งจะทำหน้าที่ดีมอดูเลต (Demodulate) เอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการเท่านั้น การสื่อสารระหว่างจุดสองจุดจึงเกิดขึ้น

ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมโดยทั่วไปนั้นสามารถแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ภาคอวกาศ (Space Segment) และ ภาคพื้นดิน (Ground Segment) การทำงานร่วมกันขององค์ประกอบทั้งสองระบบดังกล่าวจะทำให้การติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมสามารถสื่อสารกันได้เป็นผลสำเร็จ

ภาคอวกาศ (Space Segment)

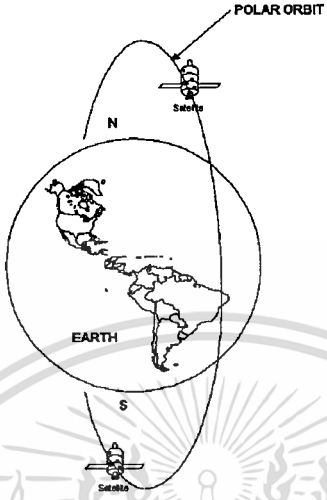
1. วงโคจรของดาวเทียม

การใช้ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารนั้นเป็นการใช้ดาวเทียมทำหน้าที่เป็นสถานีทวนสัญญาณ (Repeater) โดยการส่งดาวเทียมไปโคจรในวงโคจรรอบโลกและบรรจุอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณวิทยุไว้ภายในเพื่อรับสัญญาณจากสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน ดาวเทียมจะทำการขยายสัญญาณแล้วถ่ายทอดสัญญาณลงมายังโลก การโคจรของดาวเทียมรอบโลกนั้น จะอาศัยแกนการหมุนของโลกเป็นหลักโดยโคจรไปตามแนวหมุนของโลก ซึ่งจะมีการโคจรในรูปแบบต่างๆ โดยเราสามารถแบ่งตามลักษณะการโคจรได้ 3 ประเภท คือ

1. **Polar Orbit** คือ วงโคจรที่มีลักษณะเป็นวงกลมโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในแนวขั้วโลก สามารถให้ พื้นที่บริการครอบคลุมได้ทั่วโลกโดยใช้กลุ่มดาวเทียมโคจรในวงโคจร Polar Orbit ที่ตำแหน่งทางเวลาและทางมุมที่สอดคล้องกัน อย่างไรก็ตามการที่จะทำให้เกิดการทำงานที่สอดคล้องลงตัวได้ยังถูกจำกัดด้วยข้อจำกัดทางเทคนิค ความคุ้มค่าในการลงทุน ความยุ่งยากซับซ้อนในการทำงานทั้งการควบคุมดาวเทียมและตัวสถานีพื้นดิน จึงทำให้ในอดีตวงโคจรชนิดนี้ยังไม่ถูกนำมาใช้งานในด้านการสื่อสารโทรคมนาคม แต่จะใช้เพื่อการนำร่อง การอุตุนิยมวิทยา

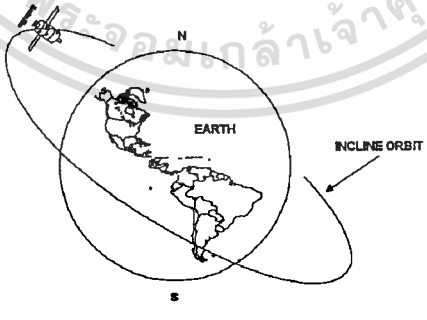
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการสำรวจทรัพยากรธรณี ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ทางด้านสื่อสารมากขึ้น วงโคจร Polar Orbit มีลักษณะดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะวงโคจร Polar Orbit

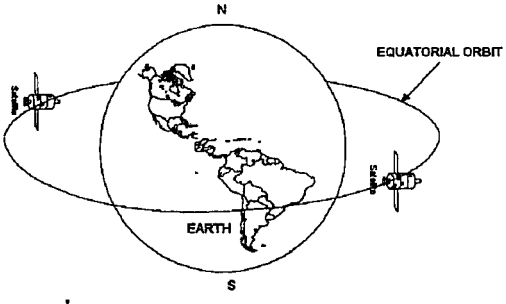
2. **Inclined Orbit** คือ วงโคจรที่เอียงหรือทำมุมกับระนาบศูนย์สูตร วงโคจรลักษณะนี้มีอยู่ด้วยกันเป็นจำนวนมากแตกต่างกันไปตามความเอียงวงโคจรนี้มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่สามารถให้พื้นที่บริการที่บริเวณละติจูดสูงหรือต่ำมากๆได้หรืออาจครอบคลุมพื้นที่ขั้วโลกได้ด้วย ในขณะที่วงโคจรระนาบศูนย์สูตรไม่สามารถให้บริการครอบคลุมไปถึงเนื่องจากส่วนโค้งของโลกบดบังไว้ ในอดีตโซเวียตเป็นประเทศที่นำวงโคจรชนิดนี้มาใช้มากที่สุดเนื่องจากพื้นที่ของประเทศส่วนใหญ่อยู่ในละติจูดสูงมาก วงโคจรชนิดนี้จึงนิยมนำมาใช้สำหรับดาวเทียมเพื่อการสำรวจและการอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งการสื่อสารในแถบขั้วโลก มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ลักษณะวงโคจร Inclined Orbit

3. **Equatorial Orbit** คือ วงโคจรที่อยู่บนระนาบเดียวกันกับแนวเส้นศูนย์สูตรของโลก โดยมีลักษณะการโคจรเป็นรูปวงกลม ตัวอย่างของวงโคจรชนิดนี้ที่มีความสำคัญต่อการสื่อสารโทรคมนาคมของโลกเป็นอย่างมากและนิยมใช้งานด้านการสื่อสาร เช่นวงโคจรประจำที่ (Geostationary Orbit – GEO)

เอกสารนี้เป็นการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ลักษณะวงโคจร Equatorial Orbit

นอกจากการแบ่งวงโคจรของดาวเทียมตามลักษณะการโคจรออกเป็น 3 แบบดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ในระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมยังแบ่งชนิดวงโคจรของดาวเทียมตามความสูงจากพื้นโลกที่แตกต่างกันได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.วงโคจรประจำที่ (Geostationary Orbit – GEO) คือ วงโคจรที่จะมีความสูงประมาณ 36,000 กิโลเมตรจากพื้นโลก มีคาบการโคจร 24 ชั่วโมง ทำให้การโคจรของดาวเทียมบนวงโคจรชนิดนี้มีความเร็วเชิงมุมเท่ากับการหมุนรอบตัวเองของโลกพอดี ผลก็คือ เมื่อมองดาวเทียมบนวงโคจรนี้จากจุดใดจุดหนึ่งบนโลกจะพบว่าดาวเทียมเสมือนอยู่นิ่งคงตำแหน่งเดิมอยู่กับที่ เหมือนกับ "ค้างฟ้า" บางทีจึงเรียกดาวเทียมบนวงโคจรนี้ว่า "ดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า" ประโยชน์ที่ได้รับจากวงโคจรนี้ก็คือ เมื่อเราหันจานสายอากาศรับ-ส่งสัญญาณของสถานีภาคพื้นดินไปยังดาวเทียมค้างฟ้าที่ต้องการแล้ว ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งมุมของจานสายอากาศอีกตลอดเวลาใช้งานและสามารถสร้างพื้นที่ครอบคลุมให้บริการได้กว้างใหญ่มากโดยใช้ดาวเทียมเพียงไม่กี่ดวง ดาวเทียมไทยคมของไทยเป็นตัวอย่างที่ดีของดาวเทียมในระบบนี้

ตำแหน่งของดาวเทียมสื่อสารที่ส่งขึ้นไปยังวงโคจรค้างฟ้านั้นมีการวางกฎเกณฑ์เพื่อใช้งานแต่ละตำแหน่งบนวงโคจร (Orbital Slot) โดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ITUซึ่งมีหน่วยงาน Radio Communication Bureau ทำหน้าที่ประสานงานในการจดทะเบียนระบบดาวเทียมสื่อสารและจองตำแหน่งบนวงโคจร โดยจะจัดส่งเอกสารเวียนให้สถานีภาคพื้นดินและดาวเทียมระบบที่ใกล้เคียงหรือเกี่ยวข้องทราบและมีสิทธิทักท้วงได้ในกรณีที่อาจจะมีปัญหาในการรบกวนเกิดขึ้น

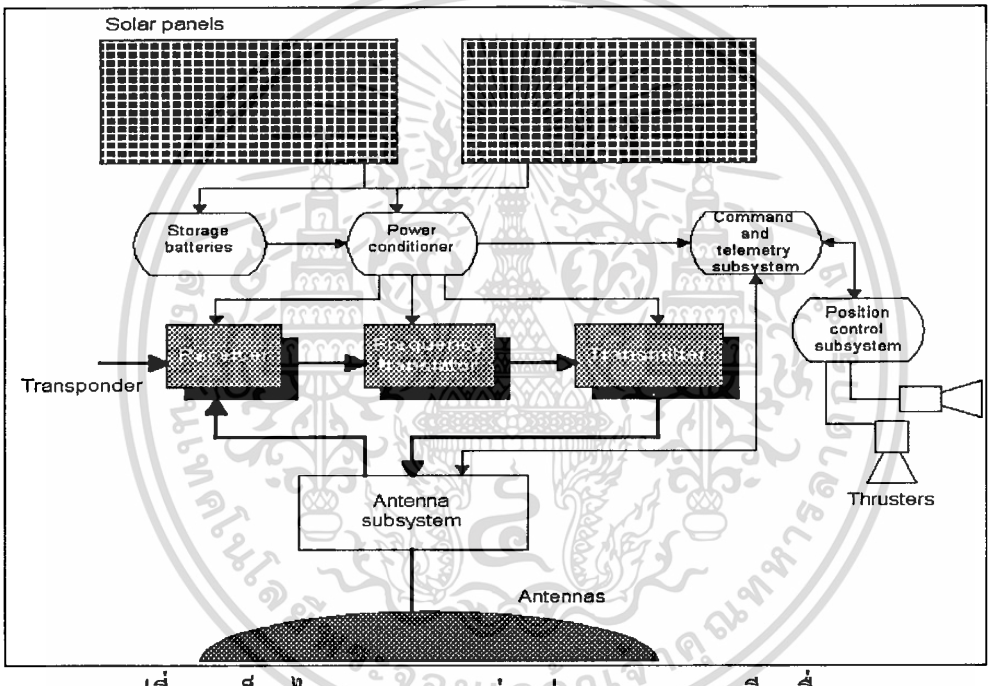
2. วงโคจรระดับกลาง (Medium Earth Orbit – MEO) เป็นวงโคจรดาวเทียมที่อยู่ห่างจากผิวโลกประมาณ 10,000-20,000 กิโลเมตร ตำแหน่งของดาวเทียมแบบ MEO จะไม่อยู่กับที่เมื่อมองจากโลกซึ่งแตกต่างจากดาวเทียมแบบ GEO และเนื่องจากระยะห่างระหว่างโลกและดาวเทียมลดลง จึงทำให้เวลาที่ใช้ในการเดินทางของสัญญาณลดลง แต่การใช้ดาวเทียมในระบบนี้จะต้องใช้จำนวนดาวเทียมที่มากขึ้นถ้าต้องการให้ได้พื้นที่ครอบคลุมทั่วโลกเท่ากับดาวเทียมแบบ GEO ตัวอย่างของดาวเทียมในระบบนี้เช่น ดาวเทียมโอดิสซี่ (Odyssey)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงโคจรระดับต่ำ (Low Earth Orbit – LEO) วงโคจรของดาวเทียมระดับนี้อยู่ห่างจากผิวโลกน้อยกว่า 10,000 กิโลเมตร ทำให้เวลาที่ใช้ในการเดินทางของสัญญาณน้อยกว่าดาวเทียม GEO และ MEO แต่จำเป็นต้องใช้จำนวนดาวเทียมมากขึ้นถ้าต้องการให้ได้พื้นที่ครอบคลุมได้ทั่วโลก ตัวอย่างดาวเทียมในระบบนี้เช่น ดาวเทียมอิริเดียม

2. เทคโนโลยีดาวเทียมสื่อสาร

ตัวดาวเทียม : ตัวดาวเทียมสื่อสารส่วนใหญ่มีส่วนประกอบดังแสดงในรูป 2.4



รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของดาวเทียมสื่อสาร

(ที่มา : เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียม 1, สามารถเทลคอม : 24)

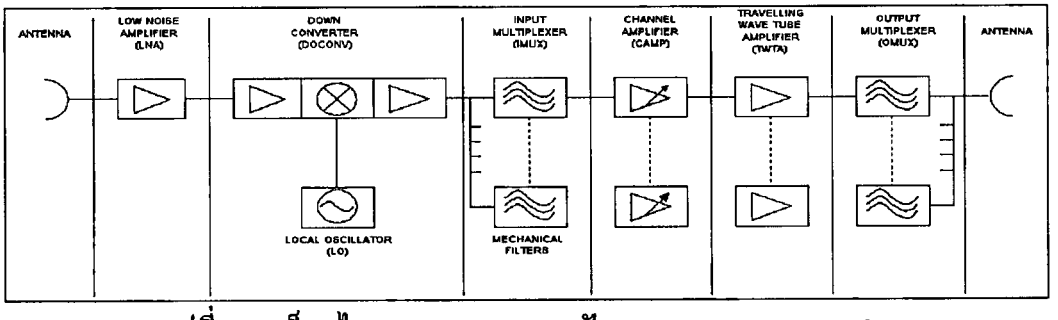
ระบบขับเคลื่อนตัวดาวเทียม (Propulsion Subsystem) : ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารส่วนใหญ่ใช้ก๊าซหรือพลังงานความร้อนจากไฟฟ้าเพื่อให้เกิดแรงผลักให้เกิดการหมุนและรักษาตำแหน่งของดาวเทียม มีอุปกรณ์ Hydrazine Thruster เป็นเครื่องมือที่สร้างแรงผลักโดยใช้ก๊าซที่บรรจุในถังซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของตัวดาวเทียม ก๊าซในถังจะถูกปล่อยออกมาเพื่อสร้างแรงในทิศทางต่างๆ ใช้สำหรับรักษาตำแหน่งของดาวเทียม เชื้อเพลิงหรือก๊าซเป็นตัวกำหนดอายุการใช้งานของดาวเทียมที่สำคัญเนื่องจากมีปริมาณจำกัดเมื่อถูกใช้งานหมดไปดาวเทียมจะไม่สามารถควบคุมการทรงตัวในอวกาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมตัวดาวเทียม (Spacecraft Control Subsystem) : การโคจรของดาวเทียมในวงโคจรนั้นต้องมีการรักษาความสมดุลในการทรงตัวของดาวเทียม โดยมีแรงที่สมดุลกันระหว่างแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและแรงดึงดูดของโลกเพื่อให้ตัวดาวเทียมสามารถลอยอยู่ในวงโคจรได้ โดยไม่หลุดลอยไปในอวกาศหรือถูกแรงดึงดูดของโลกดึงให้ตกลงยังพื้นโลก ระบบที่ใช้รักษาสมดุลดาวเทียมที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน คือ

- ระบบรักษาสมดุลโดยการหมุน (Spin Stabilization) ในระบบนี้ตัวดาวเทียมจะถูกออกแบบเป็นรูปทรงกระบอก โดยจะหมุนในอัตราความเร็วคงที่รอบแกนของตัวดาวเทียมเอง ส่วนการรักษาตำแหน่งของจานสายอากาศของดาวเทียมให้หันไปยังพื้นโลกในตำแหน่งที่ถูกต้องตลอดเวลานั้น จะทำโดยมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าที่อยู่ภายใต้ตัวดาวเทียมทำหน้าที่หมุนชุดฐานจานสายอากาศไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการหมุนของตัวดาวเทียมในความเร็วที่เท่ากัน จะะทำให้ดาวเทียมโคจรรอบโลกได้ในขณะเดียวกันก็สามารถรักษาตำแหน่งของดาวเทียมให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการด้วย ตัวอย่างดาวเทียมที่ใช้ระบบรักษาสมดุลโดยการหมุน เช่น ดาวเทียม ไทยคม
- ระบบรักษาสมดุลโดยใช้ระบบสามแกน (Three Axis Stabilization) หรือเรียกอีกอย่างว่า Body Stabilization ดาวเทียมที่ใช้วิธีการรักษาสมดุลระบบสามแกนนี้จะสังเกตได้จากตัวดาวเทียมที่มักจะถูกออกแบบให้มีแผง Solar cell เพื่อรับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปีกกางออกทั้งสองด้านของตัวดาวเทียม เช่น ดาวเทียม INTELSAT-V

ระบบอุปกรณ์สื่อสาร (Electronic Communication Subsystem) : ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารในปัจจุบันส่วนใหญ่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากสถานีส่งภาคพื้นดินแล้วแปลงความถี่ของสัญญาณดังกล่าวให้เป็นความถี่ขาลง พร้อมทั้งขยายสัญญาณดังกล่าวเพื่อให้สามารถส่งกลับสู่สถานีรับภาคพื้นดินได้ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าวบนตัวดาวเทียมเรียกว่า "ทรานสปอนเดอร์" (Transponder) หรือช่องสัญญาณดาวเทียม สถาปัตยกรรมของ Transponder ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ดังแสดงรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 บล็อกไดอะแกรมแสดงสถาปัตยกรรมของ Transponder

(ที่มา : Wireless Communication Journal , มกราคม 2540 : 67)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปบล็อกไดอะแกรมของสถาปัตยกรรมอุปกรณ์ในปัจจุบันจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ภาคต่างๆ คือ

- Low Noise Amplifier (LNA) มีหน้าที่ขยายสัญญาณที่รับจากพื้นดิน โดยสัญญาณดังกล่าวจะมีกำลังงานต่ำมาก จึงต้องมีการขยายสัญญาณเพื่อส่งไปยังภาคอื่นๆ LNA เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อความชัดเจนหรือคุณภาพของช่องสัญญาณ
- Down Converter (DOCONV) และ Local Oscillator (LO) ทำหน้าที่แปลงความถี่ของสัญญาณจาก LNA ไปเป็นความถี่ IF เพื่อส่งไปยังภาค Demodulator
- Input Multiplexer (IMUX) Filter ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่ต้องการส่งให้อยู่ในรูปของคลื่นวิทยุ
- Channel Amplifier (CAMP) ทำหน้าที่แยกช่องสัญญาณ
- Power Amplifier (หลอดสูญญากาศ TWTA หรืออาจจะเป็นสารกึ่งตัวนำ SSPA) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้มีความแรงเพิ่มขึ้นเพื่อส่งออกที่สายอากาศ
- Output Multiplexer (OMUX) Filter ทำหน้าที่กรองสัญญาณ Output ก่อนส่งออกไปที่สายอากาศ

ดาวเทียมส่วนใหญ่มักใช้สถาปัตยกรรมพื้นฐานดังกล่าว สิ่งที่จะแตกต่างกันออกไปก็คือความสามารถในการส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับระบบสายอากาศที่มีอยู่หลายแบบ จะส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ไม่เหมือนกัน นอกจากนี้สิ่งที่จะแตกต่างกันอีกคือย่านความถี่ที่ใช้งานที่แบ่งได้เป็นหลายย่านความถี่

ระบบพลังงานไฟฟ้า (Electrical Power Subsystem) : ดาวเทียมสื่อสารทุกดวงจะมีแผงเซลล์ไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นพลังงานสำหรับอุปกรณ์สื่อสารและภาคควบคุมต่างๆ บนดาวเทียม นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไว้ในตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Battery) เพื่อสำรองไว้ใช้งานเมื่ออยู่ในช่วงที่ดาวเทียมต้องการพลังงานไฟฟ้ามาก หรือในช่วงที่ดาวเทียมไม่สามารถรับแสงอาทิตย์โดยตรงได้ ดาวเทียมที่เป็นชนิดรักษาสมดุลโดยการหมุนจะมีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งอยู่รอบผิวทรงกระบอก ส่วนดาวเทียมที่ใช้ระบบรักษาสมดุลแบบสามแกนจะติดตั้งแผงเซลล์พลังแสงอาทิตย์ที่กางออกเป็นปีกสองด้านของตัวดาวเทียม

ระบบสายอากาศ (Antenna Subsystem) : จานสายอากาศบนตัวดาวเทียมทำหน้าที่สองส่วนคือทำหน้าที่รับสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินและส่งสัญญาณกลับลงไปยังสถานีภาคพื้นดิน ลักษณะของจานสายอากาศที่ใช้ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นพาราโบลอย(Paraboloid)โดยมีการส่งสัญญาณเป็นชนิดที่มีการกำหนดทิศทาง (Direction Beam)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสายอากาศสามารถได้รับการออกแบบให้มีรูปแบบ (Pattern) ตามความต้องการใช้งาน เพื่อให้สามารถส่งสัญญาณให้ครอบคลุมพื้นที่ตามต้องการ และให้พลังงานส่วนใหญ่ถูกส่งไปในพื้นที่ที่ต้องการเช่นให้สัญญาณตกครอบคลุมพื้นดินมากกว่าให้พลังงานของสัญญาณไปลงในบริเวณพื้นที่มหาสมุทร เป็นต้น

สายอากาศบนตัวดาวเทียมนั้นมีการส่งลำสัญญาณในหลายลักษณะด้วยกัน เช่น แบบ Spot Beam, แบบ Hemi Beam, แบบ Zone Beam และแบบ Global Beam ซึ่งลำสัญญาณชนิดต่างๆ มีความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่ขนาดต่างกัน เช่น Spot Beam จะครอบคลุมพื้นที่ไม่กว้างมาก ส่วน Global Beam จะให้พื้นที่ครอบคลุมมากที่สุดโดยสามารถครอบคลุมได้ถึง 1/3 ของโลก ส่วนแบบ Hemi Beam จะเป็นทั้งแบบ Global Beam และ Spot Beam รวมกัน ตัวอย่าง Pattern ดาวเทียม PALAPA ของประเทศอินโดนีเซียที่มี Pattern ของสายอากาศแบบ Spot Beam ซึ่งจะมี Footprint ครอบคลุมประมาณ 5 ประเทศ เป็นต้น

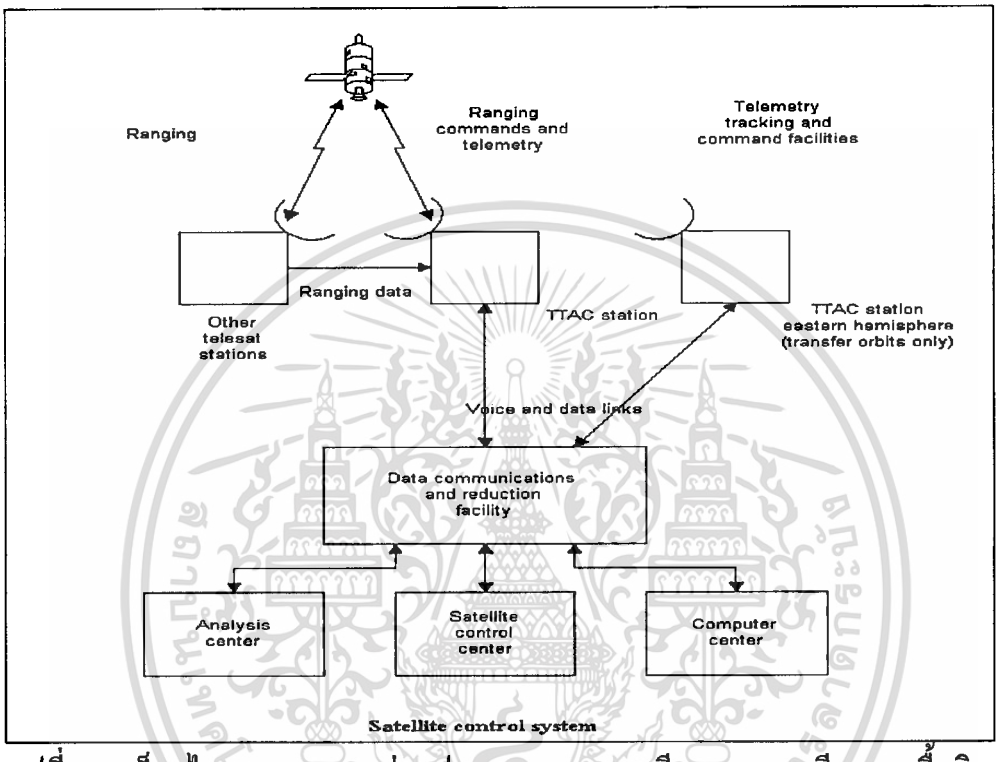
สายอากาศที่ใช้บนตัวดาวเทียมโดยทั่วไปมีอยู่ 4 แบบ คือ Wire, Horn, Reflector และ Array Antenna

ระบบติดตามและควบคุม (Telemetry Tracking and Command Subsystem) : การโคจรของดาวเทียมในอวกาศนั้นได้รับผลกระทบจากแรงดึงดูดของโลก อิทธิพลจากดวงอาทิตย์และพลังงานต่างๆ อีกมากในอวกาศซึ่งทำให้ดาวเทียมมีการเปลี่ยนแปลงการโคจรและตำแหน่งไปทีละน้อย ดังนั้นดาวเทียมจะถูกควบคุมการทำงานจากสถานีควบคุมภาคพื้นดิน เพื่อติดตามการทำงานของดาวเทียมและควบคุมการรักษาตำแหน่งของดาวเทียมให้โคจรอยู่ที่ตำแหน่งที่ถูกต้องเสมอ ระบบควบคุมดังกล่าวมีชื่อทางเทคนิคว่า TT&C(Telemetry Tracking and Command)รูปที่2.6 ระบบควบคุมจะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าวสองส่วนได้แก่ส่วนที่ติดตั้งบนตัวดาวเทียมและส่วนที่ติดตั้งที่สถานีควบคุมการโคจรของดาวเทียมภาคพื้นดินโดยแบ่งหน้าที่การควบคุมระบบดาวเทียมดังนี้ คือ

- *ระบบ Telemetry* บนตัวดาวเทียมจะทำงานร่วมกับระบบ TT&C ภาคพื้นดิน โดยส่งข้อมูลการตรวจสอบสัญญาณควบคุมต่าง ๆ บนตัวดาวเทียม เช่น การทำงานของช่องสัญญาณดาวเทียมแต่ละช่องในตัวดาวเทียมส่งมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดินโดยผ่านทางสายอากาศสำหรับการควบคุม (TT&C Antenna) บนดาวเทียม
- *ระบบ Tracking* มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลต่างๆในการติดตามตัวดาวเทียม รวมถึงระยะห่างจากพื้นผิวโลกเพื่อทำให้สถานีควบคุมภาคพื้นดินสามารถกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องของตัวดาวเทียม ณ ช่วงเวลาหนึ่งๆได้ตลอดเวลา
- *ระบบส่งสัญญาณควบคุม (Command)* เมื่อสถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดินได้รับข้อมูลจากระบบ Telemetry และระบบ Tracking แล้วก็นำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และประมวลผล จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นจะส่งสัญญาณควบคุมไปยังตัวดาวเทียมเพื่อให้มีการปรับเปลี่ยนวงโคจรและตำแหน่งให้ถูกต้องตามข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ นอกจากนี้ระบบควบคุมการทำงานของดาวเทียมดังกล่าวยังใช้สำหรับการปิดเปิดการใช้งานช่องสัญญาณดาวเทียมแต่ละ Transponder หรือการแก้ไขข้อขัดข้องบางอย่าง เช่น การใช้อุปกรณ์สำรองเพื่อทดแทนส่วนที่ขัดข้องได้



รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบระบบสถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดิน

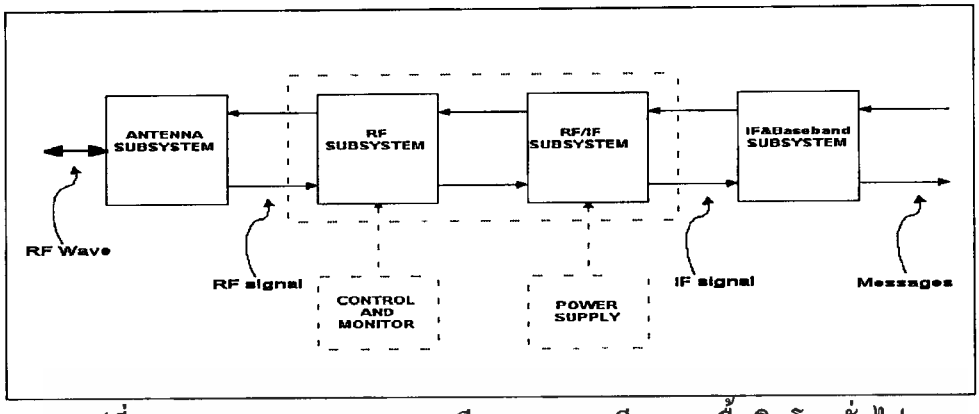
(ที่มา : เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียม 1, สามารถเทลคอม : 35)

ภาคพื้นดิน (Ground Segment)

สถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน (Satellite Earth Station)

สถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน เป็นส่วนประกอบสำคัญของการสื่อสารผ่านดาวเทียมในการทำหน้าที่ติดต่อกับดาวเทียมและเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานในระบบต่างๆ เช่น ระบบโทรศัพท์ ระบบสื่อสารข้อมูลเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือระบบถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ เป็นต้น บล็อกไดอะแกรมของสถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดินโดยทั่วไป ปรากฏ ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 Block Diagram ของสถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดินโดยทั่วไป

(ที่มา : เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียม 1, สามารถเทลคอม : 39)

โครงสร้างของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ คือ

1. ระบบอุปกรณ์จานสายอากาศ (Antenna Subsystem) : ระบบจานสายอากาศซึ่งใช้สำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นส่วนสำคัญสำหรับการรับส่งสัญญาณอย่างมาก จานสายอากาศนี้จะต้องถูกออกแบบให้มีสัญญาณรบกวนต่ำและต้องมีสัญญาณที่แพร่ออกด้านข้างของจาน(Side Lobe) ต่ำ เพื่อไม่ให้รบกวนดาวเทียมดวงที่อยู่ใกล้กัน ลักษณะทั่วไปของจานสายอากาศประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ๆ 3 ส่วน คือ แผ่นสะท้อนคลื่น (Reflector) อุปกรณ์รับและป้อนสัญญาณ (Antenna Feed) และอุปกรณ์ลดการรบกวนจากด้านส่ง (Transmit Reject Filter)

2. ระบบอุปกรณ์เครื่องรับ-ส่งความถี่วิทยุ (RF Subsystem) : การสื่อสารผ่านดาวเทียมทำงานได้โดยใช้คลื่นวิทยุในย่านความถี่ต่างๆดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ต้องสามารถใช้งานได้ในย่านความถี่ที่ใช้งานนั้นๆ ด้วย อุปกรณ์ในภาคนี้จะทำหน้าที่รับส่งสัญญาณความถี่วิทยุที่ใช้งานเป็นหลักซึ่งประกอบด้วย

- Low Noise Amplifier (LNA) - เป็นส่วนที่ใช้สำหรับขยายสัญญาณที่รับจากดาวเทียมซึ่งสัญญาณดังกล่าวจะมีกำลังงานเมื่อรับได้ที่จานต่ำมาก ดังนั้นสัญญาณดังกล่าวต้องได้รับการขยายกำลังขึ้น เพื่อส่งต่อไปยังภาครับอื่นต่อไป LNA เป็นส่วนประกอบที่มีผลต่อคุณภาพของสัญญาณที่รับได้ที่สถานีภาคพื้นดิน โดยทั่วไปมักจะติดตั้ง LNA ที่ตัว Feed โดยตรงบนจานสายอากาศ
- High Power Amplifier (HPA) – เครื่องขยายสัญญาณกำลังสูงสำหรับสถานีภาคพื้นดินเป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ขยายสัญญาณวิทยุย่านความถี่ที่ดาวเทียมใช้งานเพื่อส่งขึ้นไปยังดาวเทียม เครื่องขยายสัญญาณชนิดนี้มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น TWTA, Klystron Amplifier, SSPA เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบอุปกรณ์แปลงสัญญาณคลื่นวิทยุ (RF/IF Subsystem) ประกอบด้วยอุปกรณ์สองส่วนด้วยกันคือ

- UP Converter – ทำหน้าที่แปลงความถี่ย่าน IF (70MHz/140 MHz) ซึ่งรับจาก Satellite Modem ให้เป็นความถี่ย่านที่ใช้งานกับระบบดาวเทียมต่างๆ เช่น ให้เป็นความถี่ C-Band (5925-6425 MHz) สำหรับดาวเทียมย่าน C Band จากนั้นสัญญาณที่ได้รับการแปลงความถี่แล้วจะถูกส่งต่อให้ภาคขยายสัญญาณย่านความถี่สูงเพื่อส่งสัญญาณไปยังตัวดาวเทียมต่อไป
- Down Converter – ทำหน้าที่แปลงความถี่ของสัญญาณที่ได้รับจาก LNA ซึ่งเป็นย่านความถี่ของดาวเทียม เช่น ย่าน C-Band (3700-4200 MHz) ไปเป็นความถี่ย่าน IF 70 MHz หรือ 140 MHz เพื่อส่งต่อให้แก่ภาค Demodulator ของ Satellite Modem ต่อไป

4. อุปกรณ์ MODEM (Modulator Demodulator) : ส่วนประกอบนี้ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่ต้องการส่งผ่านระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมให้อยู่ในรูปของสัญญาณคลื่นวิทยุ เพื่อส่งสัญญาณดังกล่าวไปยังตัวดาวเทียมและในทางกลับกันก็ทำการแปลงสัญญาณคลื่นวิทยุที่มีข้อมูลผสมอยู่ให้ได้เป็นข้อมูลออกมาเพื่อนำไปใช้งานต่อไป สำหรับสถานีดาวเทียมในปัจจุบันจะทำงานโดยรับข้อมูลที่เป็นดิจิตอล ที่เราเรียกว่าสัญญาณ Baseband ข้อมูลข่าวสารที่ผู้ใช้ต้องการส่งผ่านสถานีดาวเทียมระบบดิจิตอลนี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลดิจิตอล

การที่จะนำสัญญาณ Baseband ซึ่งอยู่ในรูปของดิจิตอลมาส่ง ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมจะต้องทำการผสมกับคลื่นพาห์ (Carrier) เพื่อให้อยู่ในรูปสัญญาณวิทยุอนาลอก (ความถี่ย่าน 70 MHz หรือย่าน 140 MHz) ก่อนจึงส่งผ่านไปในภาค Up/Down Converter และภาคขยายสัญญาณเพื่อส่งไปยังดาวเทียมต่อไป

ในระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมนั้นนิยมใช้วิธีการมอดูเลตแบบ Phase Modulation หรือ Phase Shift Keying (PSK) สัญญาณที่ส่งเข้าเพื่อทำการมอดูเลตจะเป็น Binary และ Output จะมีการจำกัดจำนวน Phase ของสัญญาณด้วยการ Modulate แบบ PSK ที่นิยมใช้ในการสื่อสารดาวเทียมในปัจจุบันมี 2 แบบ คือ Binary Phase Shift Keying (BPSK) และ Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)

ในการใช้งานจริง Satellite MODEM ส่วนใหญ่จะรวม BPSK และ QPSK ไว้ด้วยกัน ซึ่งการ Modulate แบบ BPSK จะใช้ Bandwidth บนช่อง Transponder มากกว่าการใช้วิธีการมอดูเลตแบบ QPSK แต่จะใช้กำลังงาน (Power) บน Transponder ที่น้อยกว่า ตัวอย่างเช่น วงจรสื่อสารดาวเทียมที่มีความเร็วของข้อมูลที่ 64 Kbps ถ้าใช้การมอดูเลตแบบ BPSK จะใช้ Bandwidth บน Transponder 200 KHz แต่ถ้าใช้การมอดูเลตแบบ QPSK จะใช้ Bandwidth เพียง 100 KHz เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่วิทยุย่านดาวเทียม (Satellite Frequency Spectrum)

ความถี่วิทยุที่ใช้ในระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมนั้นถูกกำหนดไว้ในตารางความถี่วิทยุของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ โดยจะเป็นย่านความถี่เดียวกับกิจการไมโครเวฟภาคพื้นดิน ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่สูงมากๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

Band	Frequency Range
HF	3 MHz - 30 MHz
VHF	30 MHz - 300 MHz
UHF	300 MHz - 1,000 MHz
L	1,000 MHz - 2,000 MHz
S	2,000 MHz - 4,000 MHz
C	4,000 MHz - 8,000 MHz
X	8,000 MHz - 12,000 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

ตารางที่ 2.1 แสดงย่านความถี่วิทยุที่ใช้ในการสื่อสารผ่านดาวเทียม

(ที่มา : นวัตกรรมโทรคมนาคม, กรมไปรษณีย์โทรเลข 2541 : 63)

ย่านความถี่ที่ใช้สำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นทรัพยากรที่มีจำกัดจึงต้องมีการพัฒนาการใช้งานให้ได้ประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการใช้งานระบบดาวเทียมมีมากขึ้นอย่างมากมายจนทำให้ต้องมีการนำเอาย่านความถี่ที่สูงขึ้นมาพัฒนาเพื่อใช้งานเพิ่มขึ้น แต่ย่านความถี่ที่สูงขึ้นจะได้รับผลกระทบจากฝนที่เกิดขึ้น (Rainy Condition) ทำให้สัญญาณมีการสูญเสียกำลังงานในการส่งไป ดังนั้นการเลือกดาวเทียมสื่อสารให้ใช้งานในย่านความถี่ต่างๆ นั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศของบริเวณที่ใช้งานด้วยเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้น

เทคนิคการใช้ความถี่ซ้ำ (Frequency Reuse Technique)

ความถี่วิทยุที่ใช้ในการสื่อสารผ่านดาวเทียมนั้นมีปริมาณจำกัด ดังนั้นเพื่อให้การสื่อสารดาวเทียมมีการนำความถี่มาใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีการออกแบบเพื่อให้ดาวเทียมสามารถมีช่องสัญญาณดาวเทียม (Transponder) เพิ่มขึ้นได้ โดยใช้เทคนิคการรับส่งสัญญาณวิทยุความถี่เดียวกันในทิศทางของสัญญาณ (Polarization) ที่ต่างกัน ทำให้ดาวเทียมมีช่องสัญญาณเพื่อใช้งานเพิ่มเป็นสองเท่า โดยสัญญาณที่ส่งในแต่ละช่องสัญญาณที่มี Polarization ที่ต่างกันจะไม่รบกวนซึ่งกันและกัน การส่งสัญญาณตามลักษณะ Polarization แบ่งได้สองแบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Linear Polarization - มีการแบ่งแยกการส่งสัญญาณที่มีความถี่เดียวกันโดยให้วิ่งไปในแนวตั้งเรียกว่า Vertical Polarization และสัญญาณที่วิ่งแนวแกนนอนเรียกว่า Horizontal Polarization พร้อมๆกัน การส่งสัญญาณในลักษณะเชิงเส้น นิยมนำมาใช้งานในดาวเทียมสื่อสารกับภูมิภาคโดยทั่วไป เช่น ดาวเทียมปาลาปา(PALAPA) ของอินโดนีเซีย

2. Circular Polarization – เป็นการส่งสัญญาณที่มีทิศทางการเดินทางของสัญญาณที่หมุนเป็นเกลียวเวียนซ้ายตามเข็มนาฬิกา (Left Hand Circular Polarization-LHCP) หรือหมุนขวาทวนเข็มนาฬิกา (Right Hand Circular Polarization-RHCP) ทำให้สัญญาณที่ใช้ความถี่เดียวกันไม่เกิดการรบกวนซึ่งกันและกัน การใช้งาน Circular Polarization นี้มีการใช้งานในระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมระหว่างประเทศ เช่น ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมอินเทลแซท (INTELSAT) เป็นต้น

สำหรับในประเทศไทย เทคนิคการส่งสัญญาณมี Polarization ที่ต่างกันนี้ถูกนำมาแก้ปัญหาทางเทคนิคสำหรับดาวเทียมไทยคม ทำให้ดาวเทียมไทยคม 1 และ ไทยคม 2 สามารถส่งขึ้นไปอยู่ในวงโคจรในตำแหน่งเดียวกันที่ 78.5 องศาตะวันออกได้ โดยดาวเทียมแต่ละดวงมีการส่งสัญญาณแบบ Linear Polarization เพียงลักษณะเดียว โดยดาวเทียมไทยคม 1 ส่งสัญญาณแบบ Vertical Polarization และดาวเทียมไทยคม 2 ส่งสัญญาณแบบ Horizontal Polarization ซึ่งสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินสามารถติดต่อกับดาวเทียมทั้งสองที่ตำแหน่งวงโคจรเดียวกันได้โดยการส่งสัญญาณตาม Polarization ของดาวเทียมแต่ละดวงได้อย่างถูกต้อง

เวลาการเดินทางของสัญญาณในระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Propagation Delay)

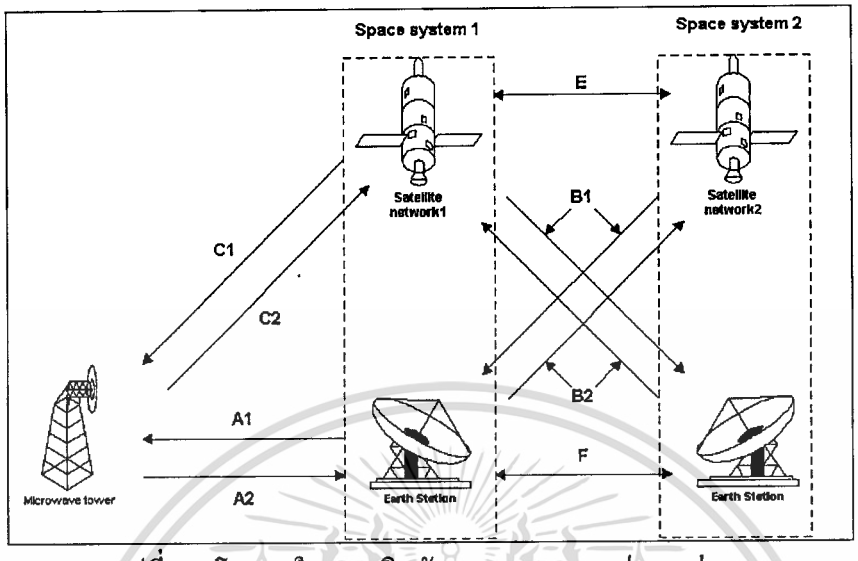
การส่งสัญญาณระหว่างสถานีภาคพื้นดินไปยังดาวเทียมนั้น สัญญาณจะเดินทางด้วยความเร็วแสง ซึ่งระยะทางระหว่างดาวเทียมกับสถานีภาคพื้นดินจะมีระยะทางต่างๆกันตามตำแหน่งที่ตั้งของสถานีภาคพื้นดิน ซึ่งเวลาที่สัญญาณใช้ในการเดินทางจะเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งระยะเวลาของการเดินทางของสัญญาณดาวเทียมนี้เป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งของการสื่อสารผ่านดาวเทียม แต่อย่างไรก็ตาม การใช้เทคนิคทางด้านการสื่อสารข้อมูลเช่นการใช้โปรโตคอลที่เหมาะสมในการสื่อสารผ่านดาวเทียม ก็จะสามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้บ้าง

สัญญาณการรบกวนในระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Interference)

การเกิดสัญญาณรบกวนในระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม มีความเป็นไปได้จากหลายๆสาเหตุด้วยกัน ซึ่งได้มีการแบ่งเป็นชนิดของการเกิดสัญญาณรบกวน โดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.



รูปที่ 2.8 โอกาสในการเกิดสัญญาณรบกวนรูปแบบต่างๆ

(ที่มา : เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียม 1, สามารถเทลคอม : 67)

A1 : การส่งสัญญาณของระบบสัญญาณภาคพื้นดิน อาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวนแก่สถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน

A2 : การส่งสัญญาณของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน อาจทำให้เกิดการรบกวนกับระบบส่งสัญญาณภาคพื้นดินอื่นๆ (Terrestrial Station)

B1 : การส่งสัญญาณของดาวเทียมดวงหนึ่ง อาจทำให้เกิดการรบกวนแก่ภาครับของสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินของระบบดาวเทียมอื่นๆ

C1 : การส่งสัญญาณของดาวเทียม อาจทำให้เกิดการรบกวนแก่สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดิน เช่น ระบบไมโครเวฟ

C2 : การส่งสัญญาณของสถานีรับส่งสัญญาณทางพื้นดิน อาจทำให้เกิดการรบกวนแก่ดาวเทียม

E : การส่งสัญญาณของดาวเทียมดวงใดดวงหนึ่งอาจทำให้เกิดการรบกวนแก่ดาวเทียมดวงอื่น ๆ

การเกิดสัญญาณรบกวนชนิดต่างๆ (Mode of Interference) การเกิดสัญญาณรบกวนในการสื่อสารผ่านดาวเทียมนั้นมาจากสาเหตุหลายๆประการ สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆได้ดังนี้

1. Adjacent Satellite System – เกิดจากระบบดาวเทียมที่มีตำแหน่งวงโคจรใกล้กัน ได้แก่ การรบกวนชนิด B1 และ B2 เป็นการรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างสถานีภาคพื้นดินของระบบสื่อสารดาวเทียมคนละระบบกัน สำหรับดาวเทียมค้างฟ้านั้นการรบกวน B1 และ B2 จะเป็นตัวกำหนดระยะห่างของตำแหน่งดาวเทียม (Orbital Spacing)ในวงโคจร ซึ่งในปัจจุบันมีการอนุญาตให้มีช่องว่างระหว่างดาวเทียมห่างกันได้ 2 องศา สำหรับดาวเทียมที่ใช้งานในย่าน C Band (6/4 GHz) ปัจจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมการรบกวนชนิด B1 และ B2 นี้ก็คือ ลักษณะการแพร่สัญญาณจากจากสายอากาศ (Radiation Pattern) ของสถานีภาคพื้นดิน ซึ่งจานสายอากาศที่มีตัวสะท้อนสัญญาณขนาดใหญ่จะทำให้ความกว้างของลำสัญญาณแคบลง จึงเป็นการลดโอกาสการส่งสัญญาณไปรบกวนระบบสื่อสารดาวเทียมข้างเคียงได้

2. Terrestrial Interference – เกิดจากระบบส่งสัญญาณภาคพื้นดิน ได้แก่ การรบกวนชนิด A1, A2, C1 และ C2 เป็นการรบกวนที่เกิดระหว่างดาวเทียมกับระบบส่งสัญญาณทางพื้นดิน (Terrestrial Transmission)

3. Cross-Polarization Interference – เกิดจากการส่งสัญญาณที่ใช้ Polarization ต่างกัน ระบบดาวเทียมที่ใช้งานกันมากอยู่ในปัจจุบันมีการใช้เทคนิคการใช้ความถี่ซ้ำ (Frequency Reuse) โดยการส่งสัญญาณที่มี Polarization ต่างกันการรบกวนสัญญาณซึ่งกันและกันระหว่าง Polarization จึงเป็นไปได้มาก วิธีป้องกันเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเกิด Cross Polarization สามารถกระทำได้โดยการติดตั้งจานสายอากาศที่มีการปรับแต่งมุมของตำแหน่ง Feed ให้ถูก

4. Adjacent Channel Interference – เกิดจากการ Overlap ระหว่างสัญญาณคลื่นที่ตัดกัน

5. Inter-modulation Interference – เกิดจาก Interference Product ที่เกิดขึ้นภายในช่องสัญญาณดาวเทียม ที่มีสัญญาณคลื่นหลายๆสัญญาณอยู่ภายใน การป้องกันปัญหานี้ทำได้โดยการออกแบบการใช้งานให้กำลังงานของสัญญาณที่เหมาะสม ไม่ส่งสัญญาณแรงเกินไปและให้มีช่องว่างระหว่างสัญญาณย่อย (Guard Band) ที่เหมาะสม

6. Inter-symbol Interference – เกิดจากภายในระบบของดาวเทียมเองเป็นผลมาจาก Filtering และ Nonlinear Characteristic ของเครื่องขยาย TWTA บนดาวเทียมที่กำลังขยายสูงจนใกล้ถึงจุดอิ่มตัว

สัญญาณรบกวนในระบบดาวเทียมนั้น สามารถที่จะป้องกันได้ด้วยการออกแบบสถานีดาวเทียมให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น การใช้กำลังส่งที่เหมาะสม การเลือกใช้จานสายอากาศที่ได้มาตรฐานและมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน ตลอดจนการเลือกสถานที่ติดตั้งที่ไม่มีสัญญาณรบกวนจากแหล่งอื่น และการติดตั้งสถานีดาวเทียมอย่างถูกต้องด้วย

การกำหนดการใช้งานช่องสัญญาณดาวเทียม (Assignment Schemes)

การกำหนดช่องสัญญาณ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. การกำหนดช่องสัญญาณแบบล่วงหน้า (Pre-assignment)
2. การกำหนดช่องสัญญาณตามความต้องการ (Demand Assignment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดช่องสัญญาณแบบล่วงหน้า (Pre-assignment) นำไปใช้มากในการส่งสัญญาณเสียงหรือข้อมูล โดยมีการจัดสรรความถี่หรือช่วงเวลาให้สถานีคู่หนึ่งเพื่อใช้ในการติดต่อถึงกัน ไม่ว่าจะมีการส่งข้อมูลหรือไม่ก็ตาม ช่วงเวลาหรือความถี่นั้นจะถูกสำรองไว้สำหรับสถานีนั้นๆโดยเฉพาะ สถานีอื่นไม่สามารถนำไปใช้ได้ จึงมีประโยชน์มากในการใช้งานที่มีลักษณะเป็นการส่งข้อมูลอย่างสม่ำเสมอระหว่างสถานีต่างๆ ข้อดี คือ ระบบสถานีภาคพื้นดินจะเป็นแบบง่ายๆไม่ต้องมีระบบควบคุมที่ยุ่งยาก และเหมาะกับสถานีที่มีการส่งข้อมูลหนาแน่น แต่มีข้อเสียที่สำคัญคือ ระบบสื่อสารจะขาดความยืดหยุ่น และบางครั้งเกิดความสูญเปล่าของช่องสัญญาณดาวเทียม เพราะถึงแม้ว่าช่องสัญญาณไม่ถูกใช้งาน สถานีอื่นจะไม่สามารถนำช่องสัญญาณหรือช่วงเวลานั้นไปใช้งานได้ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในข่ายสื่อสารที่มีการส่งข้อมูลเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอย่างมาก หรือช่วงใช้งานช่องสัญญาณต่ำ ตัวอย่างการใช้งานของระบบนี้คือ SCPC (Single Channel Per Carrier) ซึ่งจะใช้งานแบบ 1 ช่องสัญญาณต่อหนึ่ง Carrier เป็นต้น

การกำหนดช่องสัญญาณตามความต้องการ (Demand Assignment) จะทำให้ระบบสื่อสารดาวเทียมมีการใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้มีการนำไปใช้กันมากในการสื่อสารผ่านดาวเทียมชนิดต่างๆ การกำหนดช่องสัญญาณแบบนี้จะไม่มีการจัดสรรช่องสัญญาณให้อย่างถาวรแก่สถานีใดเป็นการเฉพาะ แต่ช่วงเวลาหรือช่องสัญญาณจะได้รับการจัดสรรให้เมื่อมีความต้องการติดต่อไปยังอีกสถานีหนึ่งเท่านั้น โดยจะกระทำได้หลายวิธี เช่น โดยการส่งสัญญาณขอจองช่องสัญญาณหรือขอความถี่ผ่านทางช่องสัญญาณร่วม (Common Assignment Channel) ในการจัดสรรช่องสัญญาณตามความต้องการนี้จะต้องมีสถานีควบคุมส่วนกลางหนึ่งสถานีหรือหลายๆสถานีที่จะคอยจัดสรรหรือเก็บบันทึกเกี่ยวกับการใช้ช่องสัญญาณของทุกสถานีในระบบสื่อสารดาวเทียมนั้นๆ

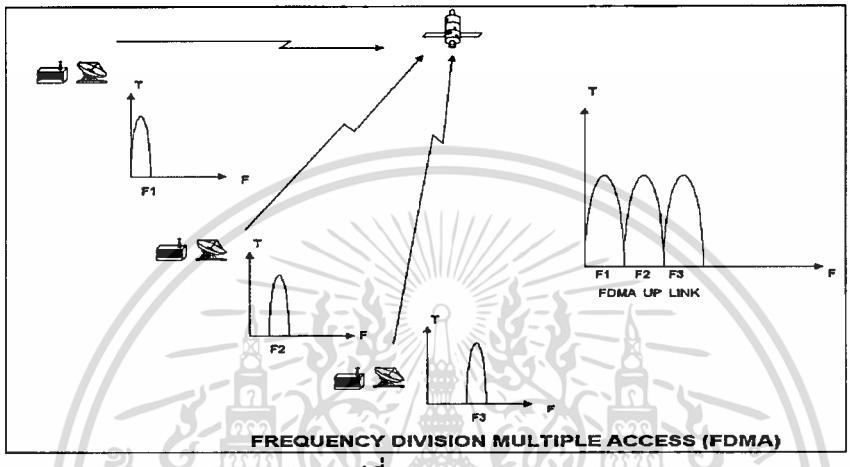
เทคนิคการเข้าใช้งานช่องสัญญาณดาวเทียม (Multiple Access Techniques)

คือวิธีการที่ทำให้สถานีภาคพื้นดิน สามารถติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมได้พร้อมๆกันหลายสถานีโดยไม่มีการรบกวนซึ่งกันและกัน หรือมีการรบกวนกันน้อยที่สุด โดยวิธีการเหล่านั้นไม่ทำให้คุณภาพของสัญญาณต่ำลง เราเรียกวิธีการนี้ว่า "Multiple access Techniques" แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ

1. FDMA (Frequency Division Multiple Access) วิธีนี้สถานีภาคพื้นดินจะส่งสัญญาณ Carrier ตามจำนวนที่ต้องการใช้งานซึ่งในแต่ละ Carrier จะมีความยาวแถบคลื่นความถี่ (Bandwidth) ที่เหมาะสมสำหรับการสื่อสารแต่ละชนิด ทรานส์ปอนเดอร์บนตัวดาวเทียมจะรับ Carrier ทั้งหมดและทำการขยายสัญญาณแล้วส่งกลับมายังสถานีภาคพื้นดินที่อยู่ในพื้นที่ครอบคลุม

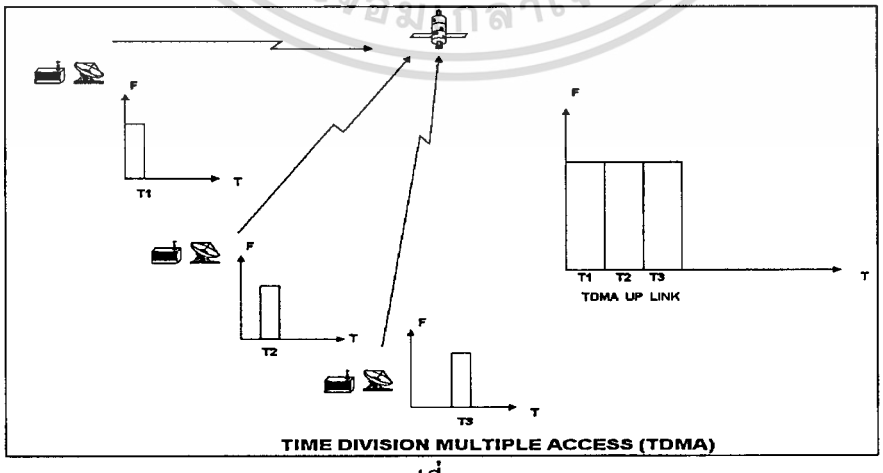
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

(Coverage Area) ของดาวเทียม สถานีภาคพื้นดินนั้นๆจะรับเฉพาะ Carrier ที่มีความถี่ที่ถูกกำหนดให้ใช้งานสำหรับสถานีภาคพื้นดินนั้นๆ วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากเพราะผู้ใช้แต่ละรายจะได้รับจัดสรรมาให้ใช้ถึงแม้ว่าช่องสัญญาณจะยังไม่ถูกใช้งานก็ตาม นอกจากนั้นผู้ใช้รายอื่นยังไม่สามารถนำความถี่ของผู้อื่นไปใช้ได้อีกด้วย แต่ข้อเสีย ก็คือจะเกิด Inter-modulation ได้ง่าย



รูปที่ 2.9 FDMA

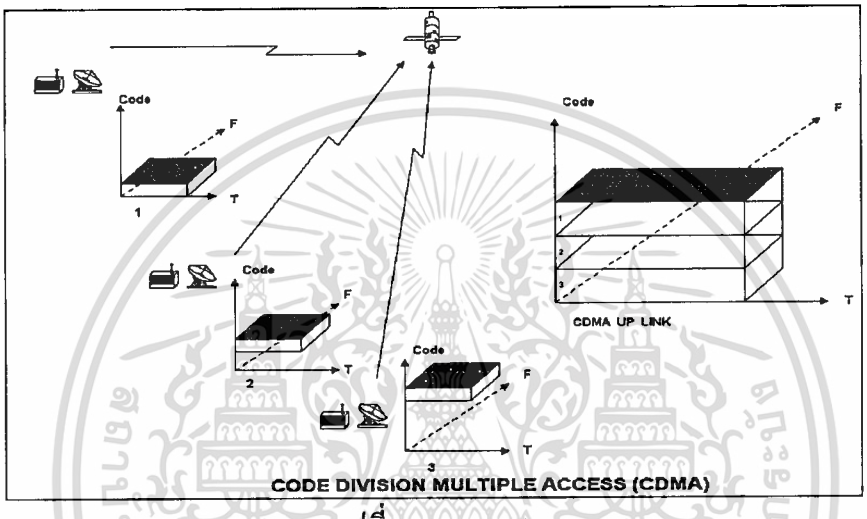
2. TDMA (Time Division Multiple Access) วิธีนี้สถานีภาคพื้นดินที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันจะมีการใช้สัญญาณร่วมกันโดยการแบ่งช่วงเวลาที่แน่นอนให้แต่ละสถานีในการส่งหรือรับข้อมูลซึ่งกันและกัน วิธีนี้เป็นการประหยัดช่องสัญญาณในการใช้งานมากเพราะใช้สัญญาณเพียงช่องสัญญาณเดียวโดยที่สถานีภาคพื้นดินจะใช้ช่องสัญญาณร่วมกันเฉพาะช่วงเวลาที่สถานีแม่ข่ายกำหนดเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลของตนเองเท่านั้น



รูปที่ 2.10 TDMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. CDMA (Code Division Multiple Access) วิธีนี้สถานีภาคพื้นดินแต่ละสถานีถูกกำหนดให้ใช้รหัส (Code Sequence) ที่ไม่ซ้ำกันซึ่งจะถูกมอดูเลตไปกับ Carrier พร้อมกับข้อมูลแล้วส่งไปในช่องสัญญาณที่ผู้ใช้ทุกรายใช้งานร่วมกัน วิธีนี้มีกรรมวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อนในขั้นตอนที่จะทำให้เกิดการ Synchronization ระหว่างการสร้างรหัส (Code Sequence) ของสถานีแม่ข่ายและการถอดรหัสด้านรับ เทคนิคนี้นำมาใช้มากในทางทหารเนื่องจากสามารถป้องกันการรบกวนและการสอดแทรกของสัญญาณได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.11 CDMA

การออกแบบสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน

ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมนั้นใช้คลื่นวิทยุเป็นสื่อในการติดต่อกับตัวดาวเทียม ซึ่งในการส่งสัญญาณจะมีองค์ประกอบหลายด้านที่ทำให้กำลังส่งสูญเสียหรือถูกลดทอนลงไปในระหว่างการส่ง ดังนั้นในการออกแบบวงจรสื่อสารผ่านดาวเทียม จึงต้องมีการคำนวณกำลังงานที่ใช้ในการส่งสัญญาณซึ่งเรียกว่า "Link Power Budget Calculation" หรือ "Link Budget Calculation" จากผลที่ได้จากการคำนวณทำให้เราทราบขนาดของกำลังงานที่ต้องการในการส่งสัญญาณเพื่อชดเชยการสูญเสียกำลังงานระหว่างการส่ง และทำให้สถานีรับปลายทางสามารถรับสัญญาณได้เพียงพอต่อการใช้งานด้วย หน่วยที่ได้จากการคำนวณ Link Budget มักใช้ปริมาณวัดที่เป็น เดซิเบล (Decibel)

พารามิเตอร์ที่สำคัญของระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม

1. อัตราทวีกำลังของจานสายอากาศ (Antenna Gain)
2. EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)
3. การสูญเสียพลังงานในการส่งสัญญาณ (Transmission Loss)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียกำลังในการส่งสัญญาณมี ดังต่อไปนี้

- Free Space Loss - เป็นการสูญเสียกำลังงานเนื่องจากการกระจายของสัญญาณในการส่งไปในอวกาศซึ่งเกิดขึ้นทั้งด้านขาขึ้น (Uplink) และด้านขาลง (Downlink) ซึ่งเป็นส่วนที่สูญเสียกำลังมากส่วนหนึ่ง
- Feeder Loss – เป็นการสูญเสียกำลังงานเนื่องจากการเชื่อมต่อของสายนำสัญญาณภายในสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน
- Antenna Pointing Loss – เป็นการสูญเสียกำลังเนื่องจากการติดตั้งสายอากาศมีการปรับแต่งคลาดเคลื่อนที่เรียกว่า Off-Axis ซึ่งในการติดตั้งจานสายอากาศต้องมีการปรับแต่งให้ตรงตำแหน่งของดาวเทียมมากที่สุดเพื่อให้สามารถรับส่งกำลังงานได้สูงสุด
- Atmospheric Loss – เป็นการสูญเสียกำลังงานเนื่องมาจากการดูดซับของชั้นบรรยากาศมีสาเหตุมาจากหลายอย่าง เช่น โมเลกุลของออกซิเจนในชั้นบรรยากาศ ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ ฝน ปริมาณเมฆและหมอก หิมะ และประจุอิเล็กตรอนอิสระในชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

4. สัญญาณรบกวนของระบบ (System Noise)
5. Carrier to Noise Ratio (C/N
6. Figure of Merit G/T

ปัจจัยในการเลือกสถานที่ตั้งสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน

ในการเลือกสถานที่ตั้งสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน ต้องคำนึงถึงหลายๆ ด้าน ทั้งนี้เนื่องจากสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินเป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณติดต่อกับดาวเทียมและเชื่อมโยงกับผู้ใช้งาน ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงที่สำคัญ ได้แก่

1. ตำแหน่งที่ตั้ง (Physical Location) มีปัจจัยที่ควรคำนึงถึง เช่น
   - สถานที่ตั้งต้องไม่มีสิ่งกีดขวางแนวทางเดินของคลื่นระหว่างหน้าจานสายอากาศกับแนวทางโคจรของดาวเทียม ตลอดช่วงอายุการใช้งานของสถานีดาวเทียม
   - บริเวณที่ตั้งจานสายอากาศจะต้องมีที่ว่างพอที่จานสายอากาศจะหมุนทั้งแนวนอนและแนวตั้ง และมีบริเวณมากพอที่จะใช้ทำการซ่อมบำรุงรักษาในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในกรณีที่สถานีดาวเทียมต้องต่อเชื่อมกับระบบงานอื่น เช่น ระบบสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ ระบบโทรศัพท์ ควรต้องคำนึงถึงระยะทางของสายสัญญาณและแนวที่จะเดินสายสัญญาณ
- บริเวณสถานที่ที่ต้องการติดตั้งสถานีดาวเทียม ควรจะแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของจานสายอากาศและสิ่งก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจานสายอากาศที่มีขนาดใหญ่ของสถานี ซึ่งจะมีโครงสร้างที่มีน้ำหนักมาก
- ต้องคำนึงถึงโอกาสในการเกิดน้ำท่วม แผ่นดินไหว และการทรุดตัวของพื้นดินในบริเวณนั้นด้วย ถ้ากรณีต้องติดตั้งจานสายอากาศบนพื้นดิน
- ถ้าต้องติดตั้งจานสายอากาศบนอาคารต้องพิจารณาถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นอาคารด้วย

2. สัญญาณรบกวนจากความถี่คลื่นวิทยุ (Radio Frequency Interference) สัญญาณรบกวนทางภาคพื้นดินอาจจะเกิดขึ้นในบริเวณสถานที่ติดตั้งสถานีดาวเทียมซึ่งสถานีดาวเทียมอาจรับมาพร้อมกับสัญญาณที่จะรับจริง จึงทำให้คุณภาพของสัญญาณที่รับมาได้ลดลงหรือรับไม่ได้เลย โดยปกติแล้วแหล่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนภาคพื้นดินที่สำคัญ ๆ เช่น สัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ สัญญาณรบกวนที่เกิดจากการเหนี่ยวนำจากระบบสายส่งกระแสไฟฟ้าแรงสูง และสัญญาณรบกวนที่เกิดจากระบบเรดาร์ของสนามบิน เป็นต้น

3. สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป (Environment) – ควรทำการศึกษาสภาพแวดล้อมของพื้นที่ด้วย เช่น

- ความเร็วลมโดยเฉลี่ยและสูงสุด และทิศทางของลม ซึ่งต้องนำมาใช้ในการคำนวณน้ำหนักของฐานจานสายอากาศของสถานี
- ปริมาณน้ำฝน ซึ่งมีผลในการสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยปกติฝนจะลดทอนกำลังของสัญญาณที่ส่งมาจากสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินหรือจากดาวเทียมเอง
- อุณหภูมิและความชื้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ติดทะเล จะต้องพิจารณาเรื่องความเค็มเพื่อหาทางป้องกันด้วย
- ระบบไฟฟ้าที่จะนำมาใช้กับสถานีดาวเทียม ควรตรวจสอบให้ได้ตามมาตรฐานของอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้ง
- แหล่งจ่ายไฟฟ้า ควรจะมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองด้วย
- ระบบระบายอากาศ เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไปมักจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อมีการทำงานและอุณหภูมิดังกล่าวมักเป็นสาเหตุให้อุปกรณ์เสื่อมสภาพได้เร็วขึ้นหรือประสิทธิภาพลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารผ่านดาวเทียมในประเทศไทย

ประเทศไทยนั้นได้สมัครเป็นสมาชิกขององค์การโทรคมนาคมทางดาวเทียมระหว่างประเทศ (INTELSAT) เมื่อเดือนพฤษภาคม 2509 เป็นสมาชิกลำดับที่ 49 และในวันที่ 1 เมษายน 2510 การสื่อสารแห่งประเทศไทย ได้นำเอาระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมเข้ามาใช้งาน โดยติดต่อผ่านดาวเทียม INTELSAT-2 กับสถานีฮาวาย เพื่อให้บริการแก่ทหารอเมริกันที่ทำการรบในสงครามอินโดจีน และในเดือนธันวาคม 2510 ได้ทดลองเปิดให้บริการโทรศัพท์ทางไกลผ่านดาวเทียมกับสหรัฐอเมริกาเป็นผลสำเร็จ โดยมีสถานภาคพื้นดินตั้งอยู่ที่ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ปลายปี 2539 การสื่อสารแห่งประเทศไทยได้เปิดให้บริการระหว่างประเทศประเภทเคลื่อนที่ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ โดยติดต่อผ่านดาวเทียมอินมาร์แซท (INMARSAT) ด้วยสถานีภาคพื้นดินที่จังหวัดนนทบุรี

การสื่อสารผ่านดาวเทียมเพื่อกิจการภายในประเทศเริ่มมีขึ้นในปี 2522 โดยกรมไปรษณีย์โทรเลขในฐานะผู้แทนรัฐบาลไทยได้ลงนามเช่าใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมปาลาปา (PALAPA) ของประเทศอินโดนีเซีย เพื่อใช้ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ของสถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 7 เป็นครั้งแรก ต่อมาได้มีการเช่าใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมปาลาปาให้แก่หน่วยงานอื่นเพิ่มเติมอีกมาก ในภายหลังได้มีการเปลี่ยนโอนมาใช้ดาวเทียมไทยคม

งานหลักในการให้บริการและเป็นสถานีกลางสำหรับกิจการสื่อสารในประเทศผ่านดาวเทียมสำหรับหน่วยราชการต่างๆ เป็นหน้าที่ของกรมไปรษณีย์โทรเลข นอกจากนี้กรมไปรษณีย์โทรเลขยังเป็นผู้ดำเนินการเกี่ยวกับการจดทะเบียนจองตำแหน่งวงโคจรดาวเทียมและจดทะเบียนความถี่วิทยุต่อสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) และรับผิดชอบในการประสานงานความถี่วิทยุกับ ITU และประเทศต่างๆเกี่ยวกับการรบกวนระหว่างข่ายดาวเทียมของไทยกับข่ายดาวเทียมของประเทศอื่นๆทั้งก่อนและหลังการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร

สำหรับกระทรวงคมนาคม ซึ่งเป็นหน่วยงานระดับสูงที่รับผิดชอบในระดับนโยบายเกี่ยวกับกิจการสื่อสารโทรคมนาคมทั้งหมดของประเทศซึ่งรวมถึงกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียมด้วย ได้มีบทบาทที่สำคัญโดยเป็นผู้ริเริ่มวางนโยบายให้ประเทศไทยมีดาวเทียมเป็นของตนเองโดยให้เอกชนเป็นผู้ลงทุน เมื่อวันที่ 11 กันยายน 2534 กลุ่มชินวัตรได้ลงนามเป็นผู้รับสัมปทาน ดำเนินการโครงการดาวเทียมสื่อสารภายในประเทศจากกระทรวงคมนาคม โดยมีระยะเวลาการผูกขาดและคุ้มครองการลงทุน 8 ปี และระยะเวลาสัมปทานดำเนินการ 30 ปี

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียม ทำให้ได้ทราบถึงองค์ประกอบหลักของการสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ภาคอวกาศและภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นดิน ในแต่ละภาคจะมีองค์ประกอบย่อยทำหน้าที่ต่างๆ มีเทคนิคในการใช้งานช่องสัญญาณดาวเทียม ช่วงความถี่ที่ใช้ ทำให้การสื่อสารผ่านดาวเทียมเกิดขึ้นได้ ในบทต่อไปจะเป็นการศึกษาถึงระบบดาวเทียมอิริเดียมซึ่งเป็นระบบดาวเทียมที่พัฒนาขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายที่จะให้การสื่อสารสามารถเชื่อมโยงกันได้ไม่ว่าที่ใดในโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบดาวเทียมอิริเดียม

ระบบดาวเทียมอิริเดียมเป็นระบบดาวเทียมเพื่อการสื่อสารระบบใหม่ระบบหนึ่งในปัจจุบัน ผู้ที่สนใจควรทราบถึงประวัติความเป็นมาของโครงการ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดตั้งบริษัทที่เป็น ผู้ให้บริการ (Service Provider) และได้รับสิทธิในการดำเนินการสถานีภาคพื้นดิน(Gateway)ในประเทศไทย นอกจากนี้ควรศึกษาถึงข้อมูลเทคโนโลยีของระบบอิริเดียมว่ามีองค์ประกอบอะไรในการทำงาน บทบาทหรือหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละส่วน การทำงานของระบบ การคิดค่าบริการโทรศัพท์มือถือในระบบอิริเดียม ตลอดจนผลกระทบและผลของการดำเนินโครงการอิริเดียมในประเทศไทย

ความเป็นมาของโครงการอิริเดียม

ที่มาของชื่อ "อิริเดียม" มาจากชื่อของธาตุตัวที่ 77 จากตารางธาตุ ซึ่งในช่วงต้นของโครงการจำนวนดาวเทียมในระบบประกอบไปด้วยดาวเทียมจำนวน77 ดวงตรงกับลำดับของธาตุอิริเดียมในตารางธาตุตัวที่ 77 พอดี แต่ต่อมาภายหลังเมื่อมีการพัฒนาโครงการขึ้นมาจริง ได้ลดจำนวนดาวเทียมลงเหลือเพียง 66 ดวงและดาวเทียมสำรองอีก 6 ดวง

โครงการอิริเดียมนี้ผู้ริเริ่มโครงการ คือ บริษัท โมโตโรล่า จำกัด แห่งสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นบริษัทผู้นำทางด้านเทคโนโลยีการผลิตระบบและอุปกรณ์โทรคมนาคมที่มีชื่อเสียงของโลกเป็นผู้คิดค้นระบบสื่อสารส่วนบุคลผ่านดาวเทียมนี้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การติดต่อสื่อสารสามารถเชื่อมโยงกันได้ทุกพื้นที่บนผิวโลกไม่ว่าจะอยู่บนบก บนผิวน้ำ หรือในอากาศ โดยปราศจากอุปสรรคที่จะขัดขวางการติดต่อสื่อสารได้

บริษัท โมโตโรล่า เริ่มศึกษาวิจัย ค้นคว้าและทดสอบความเป็นไปได้ของระบบดังกล่าวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 และได้จัดตั้งบริษัท อิริเดียมขึ้นเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2534 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเชื่อมโยงการติดต่อสื่อสารให้ครอบคลุมทั่วทุกจุดบนพื้นโลกและเป็นบริการเสริมแก่ระบบโทรศัพท์ หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ท้องถิ่นที่ใช้กันอยู่เดิม นอกจากนี้ยังเพื่อทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการให้บริการระบบสื่อสารเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม บริษัทอิริเดียมได้เสนอโครงการระบบอิริเดียมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัฐบาลสหรัฐอเมริกาและหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากทุกฝ่าย รวมทั้งการจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุจาก FCC (Federal Communications Commission) ในปี พ.ศ. 2535

ผู้ร่วมลงทุนในโครงการอิริเดียม

โครงการอิริเดียมนับเป็นโครงการที่ใหญ่มาก การร่วมลงทุนในโครงการดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่าเป็น "การร่วมลงทุนที่ใหญ่ที่สุดในโลก" เป็นระบบการสื่อสารไร้สายระบบแรกที่มีการระดมเงินทุนสูงถึงประมาณ 5,000 ล้านเหรียญสหรัฐ ผู้ร่วมลงทุนในโครงการประกอบไปด้วย บริษัททางด้านโทรคมนาคมและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั่วโลก บริษัทเหล่านี้นอกจากลงทุนทางด้านเงินทุนแล้ว บางบริษัทยังเป็นบริษัทที่ร่วมคิดค้นและพัฒนาระบบด้วย อันได้แก่

1. อิริเดียม แอฟริกา คอร์ปอเรชั่น (Iridium Africa Corporation) เป็นบริษัทที่จัดตั้งโดยบริษัท มาวาลิด โอเวอร์ซีส์ (Mawarid Overseas Company) เป็นบริษัทกลุ่มสื่อสารโทรคมนาคมที่ใหญ่ที่สุดในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยจะให้บริการในระบบอิริเดียมครอบคลุมทวีปแอฟริกา
2. อิริเดียม แคนาดา อิงค์ (Iridium Canada, Inc.) เกิดจากการร่วมลงทุนของบริษัทผู้นำทางด้านการติดต่อสื่อสารของประเทศแคนาดา โดยจะให้บริการในระบบอิริเดียมครอบคลุมประเทศแคนาดา
3. อิริเดียม เซ็นทรัล อเมริกาแอนด์เม็กซิโก (Iridium Central America and Mexico) เป็นบริษัทที่ก่อตั้งขึ้นมาเพื่อร่วมลงทุนในโครงการอิริเดียมโดยโมโตโรล่าซึ่งจะให้บริการอิริเดียมในอเมริกากลางและเม็กซิโก
4. อิริเดียม ไชน่า (ฮ่องกง) (Iridium China (Hong Kong)) เป็นบริษัทที่จัดส่งดาวเทียมของประเทศจีน โดยจะให้บริการในระบบอิริเดียมครอบคลุมพื้นที่ของประเทศจีน มองโกเลีย และธิเบต
5. อิริเดียม อินเดีย เทเลคอม จำกัด (Iridium India Telecom Limited) เป็นบริษัทที่เกิดจากการรวมตัวของสถาบันทางการเงินชั้นนำ และธนาคารชั้นนำของประเทศอินเดีย โดยจะให้บริการในระบบอิริเดียมครอบคลุมประเทศอินเดีย ปากีสถานและบังคลาเทศ
6. อิริเดียม มิดเดิล อีสต์ คอร์ปอเรชั่น(Iridium Middle East Corporation) เป็นบริษัทร่วมทุนระหว่างบริษัทผู้นำด้านอุตสาหกรรมในซาอุดิอาระเบีย โดยจะให้บริการในระบบอิริเดียมครอบคลุมทวีปแอฟริกา
7. อิริเดียม นอร์ธ อเมริกา (Iridium North America) ก่อตั้งโดย อิริเดียมแคนาดา โมโตโรล่า และสปรินท์ เพื่อร่วมลงทุนในโครงการอิริเดียมและดูแลเกตเวย์ในอเมริกาเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

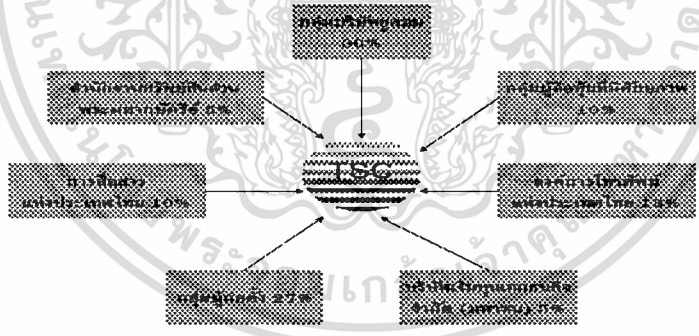
8. อิริเดียม แอนดีส-แคริบ (Iridium Andes-Caribe) เกิดขึ้นจากการร่วมทุนระหว่างบริษัทชั้นนำในเวเนซูเอลา(Venezuela) ร่วมกับบริษัทใน บราซิล, อิริเดียมอิตาลี และโมโตโรล่า เพื่อให้บริการครอบคลุมประมาณ 40 ประเทศในในอเมริกาใต้และประเทศแถบทะเลแคริเบียน
9. ครูนิเชฟ (Khrunichev State Research and Production Space Center) เป็นองค์กรทางอวกาศของสหพันธรัฐรัสเซีย ซึ่งครูนิเชฟเป็นหนึ่งในผู้จัดส่งดาวเทียมอิริเดียมขึ้นสู่อวกาศ ครูนิเชฟจะให้บริการในระบบอิริเดียมครอบคลุมประเทศรัสเซีย
10. เกาหลี โมบาย เทเลคอม (Korea Mobile Telecom : KMT) บริษัทที่ทำธุรกิจโทรคมนาคมของประเทศเกาหลี และจะให้บริการในระบบอิริเดียมครอบคลุมประเทศเกาหลี
11. ลอคฮีด มาร์ติน คอร์ปอเรชั่น (Lockheed Martin Corporation) เป็นบริษัทชั้นนำทางด้านเทคโนโลยีอวกาศของสหรัฐอเมริกา ซึ่งจะเป็นผู้ออกแบบและจัดสร้างตัวดาวเทียมอิริเดียม
12. โมโตโรล่า อิงค์ (Motorola, Inc.) เป็นบริษัทในสหรัฐอเมริกา ผลิตอุปกรณ์สื่อสารที่มีชื่อเสียง โมโตโรล่าเป็นผู้ลงทุนรายใหญ่ที่สุดของอิริเดียมและจะให้บริการระบบอิริเดียมครอบคลุมทวีปอเมริกาเหนือ
13. นิปปอน อิริเดียม คอร์ปอเรชั่น (Nippon Iridium Corporation : NIC) เกิดจากการรวมตัวของบริษัทชั้นนำประเทศญี่ปุ่น เช่น ดีดีไอ (DDI Corporation) ซึ่งเป็นบริษัทชั้นนำทางด้านสื่อสารโทรคมนาคมที่ให้บริการเซลลูล่าร์และบริการโทรทางไกลระหว่างประเทศ และเคียวเซร่า (Kyocera Corporation) บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เคียวเซร่าจะเป็นผู้ผลิตเครื่องโทรศัพท์มือถืออิริเดียม NIC จะเป็นผู้ให้บริการอิริเดียมในประเทศญี่ปุ่น
14. แปซิฟิก อิริเดียม เทเลคอมมูนิเคชั่น คอร์ปอเรชั่น (Pacific Iridium Telecommunications Corporation) จะให้บริการอิริเดียมครอบคลุมประเทศไต้หวัน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และปาปัวนิวกินี
15. เรเตียน (Raytheon)เป็นผู้ให้การสนับสนุนรายใหญ่ของโมโตโรล่าในการจัดสร้างระบบอิริเดียม และรับผิดชอบในการออกแบบและจัดสร้างจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียม
16. เสต็ท (Societa Finaaziaria Telefonica per Azioni : STET) เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่ใหญ่ที่สุดในการดำเนินธุรกิจทางด้านโทรคมนาคมในประเทศอิตาลีและจะให้บริการในระบบอิริเดียมครอบคลุมทวีปยุโรปตอนเหนือ
17. สปรินท์ อิริเดียม อิงค์ (Sprint Iridium, Inc.) เป็นบริษัทที่ให้บริการสื่อสารโทรคมนาคมระหว่างประเทศและเป็นบริษัทเดียวที่ให้บริการเครือข่ายเคเบิลใยแก้วในประเทศสหรัฐอเมริกา สปรินท์จะให้บริการในระบบอิริเดียมในการจัดส่งข้อมูลภาพและเสียงรวมถึงการให้บริการโทรศัพท์ในท้องถิ่นและให้บริการทางด้านการจัดระบบเซลลูล่าร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. เวบาคอม เอจี (Vebacom AG) เป็นบริษัทในเครือของ VEBA AG ซึ่งเป็นบริษัทสื่อสารโทรคมนาคมที่ใหญ่เป็นอันดับสี่ในประเทศเยอรมัน ให้บริการระบบเซลลูล่าร์ สื่อสารผ่านดาวเทียม เคเบิลทีวีและวิทยุติดตามตัวและจะให้บริการอิริเดียมครอบคลุมประเทศเยอรมันและทวีปยุโรป
19. ไทย แซทเทิ่ลไล้ท์ เทเลคอมมูนิเคชั่น จำกัด (Thai Satellite Telecommunication Co., Ltd. :TSC) เป็นบริษัทในกลุ่มบริษัท ยูไนเต็ดคอมมูนิเคชั่น อินดัสตรี จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ร่วมลงทุนในโครงการอิริเดียมจากประเทศไทย ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับบริษัทนี้ จะได้กล่าวถึงต่อไป

ความเป็นมาของผู้ให้บริการโครงการอิริเดียมในประเทศไทย

บริษัทไทย แซทเทิ่ลไล้ท์ เทเลคอมมูนิเคชั่น จำกัด หรือ TSC เป็นบริษัทหนึ่งในกลุ่มของบริษัท ยูไนเต็ดคอมมูนิเคชั่น อินดัสตรี จำกัด (มหาชน) หรือ UCOM GROUP ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำธุรกิจทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมรายใหญ่ของไทย TSC ก่อตั้งขึ้นในปี 2535 เพื่อวัตถุประสงค์เข้าร่วมลงทุนในบริษัท อิริเดียม ที่ดำเนินการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูล่าร์ผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียม โดย TSC ได้รับสิทธิ์เป็นผู้จัดตั้งสถานีภาคพื้นดินในประเทศไทย และบริหารโครงการดังกล่าวให้บรรลุเป้าหมาย



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างกลุ่มผู้ถือหุ้นของ TSC

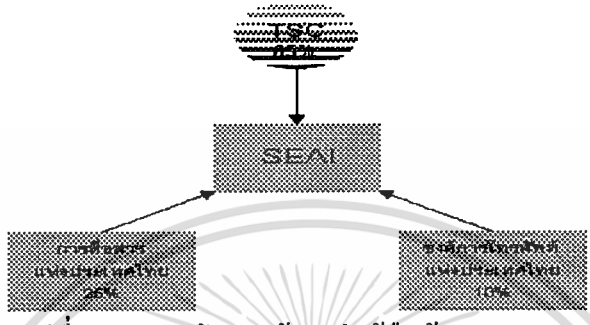
(ที่มา : Thai Satellite Telecommunications Co., Ltd.)

TSC มีทุนเริ่มแรกจากกลุ่มครอบครัวเบญจรงคกุล ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ก่อตั้งบริษัท ลงทุนร่วมกับหน่วยงานภาครัฐบาล ได้แก่ การสื่อสารแห่งประเทศไทย องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ และสถาบันการเงิน มีทุนจดทะเบียน 1,500 ล้านบาท โดยมีเป้าหมายที่จะทำให้ประเทศไทยก้าวขึ้นเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียมในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก โดยได้ลงทุนในโครงการอิริเดียม 5% คิดเป็นเงินประมาณ 70 ล้านเหรียญสหรัฐ

เพื่อให้การดำเนินการบรรลุเป้าหมายดังกล่าว TSC ได้ก่อตั้งบริษัท เซาท์ อีสท์ เอเชีย อิริเดียม จำกัด (SEAI) ขึ้นด้วยทุนจดทะเบียน 200 ล้านบาท มีวัตถุประสงค์ที่จะให้ SEAI เป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางการบริหารสถานีภาคพื้นดิน รับผิดชอบในการก่อตั้งและดำเนินการเกี่ยวกับสถานีภาคพื้นดิน (Gateway) เพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายในการให้บริการ 7 ประเทศในภูมิภาค ได้แก่ ไทย ลาว พม่า กัมพูชา เวียดนาม สิงคโปร์และมาเลเซีย



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างกลุ่มผู้ถือหุ้นของ SEAI

(ที่มา : Thai Satellite Telecommunications Co., Ltd.)

ปัจจุบันTSCได้มีการจัดตั้งบริษัท ISEA ขึ้นเพื่อทำหน้าที่ เป็นผู้ให้บริการ โดย ISEA มีผู้ร่วมลงทุนเป็นบริษัทดีดีไอ/เคียวซีร่า(DDI/ Kyocera) จากญี่ปุ่นเข้ามาถือหุ้นร่วมกับ TSC ดำเนินการบริหารสถานีภาคพื้นดินเมื่อเริ่มเปิดให้บริการอิริเดียม

กฎและข้อบังคับในการดำเนินโครงการอิริเดียม (Regulatory)

- **กฎข้อบังคับและการอนุญาตให้ดำเนินโครงการ (Regulatory and Licensing Overview)**

สหรัฐอเมริกาโดย FCC (Federal Communications Commission) ได้อนุมัติออกใบอนุญาตสำหรับการให้บริการด้านอวกาศ การจัดตั้งสถานีภาคพื้นดินที่อเมริกาเหนือ และได้อนุมัติออกใบอนุญาตสำหรับการให้บริการโทรศัพท์ระบบอิริเดียม ส่วนในประเทศอื่นๆนั้น บริษัท อิริเดียมได้รับอนุมัติให้ใช้ความถี่ในการให้บริการระบบอิริเดียมแล้ว

สำหรับความถี่ที่ได้รับการจัดสรร มีดังนี้

-การสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่ายไปยังดาวเทียมและจากดาวเทียมมายังเครื่องลูกข่าย (Earth to Space and Space to Earth) ความถี่ 1616-1626.5 MHz

- การสื่อสารระหว่างดาวเทียมกับสถานีภาคพื้นดิน (Feeder Links) ความถี่ 19.4-19.6 GHz/ 29.1-29.3 GHz

- การสื่อสารระหว่างดาวเทียมอิริเดียม (Inter-satellites Link) ความถี่ 23.18-23.38 GHz

การอนุมัติในส่วนของการดำเนินการทางด้านอวกาศ (Space Segment Licensing) ระบบอิริเดียมได้รับอนุญาตจากสหรัฐอเมริกาโดยได้รับความร่วมมือจาก ITU ซึ่งสหรัฐได้ขอให้ทาง ITU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสดงต่อสาธารณะ ทำซ้ำ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุมัติให้ระบบอิริเดียมได้รับความถี่ที่เป็นสากล (International Master Frequency Register) ซึ่งในช่วงของการพิจารณาจาก ITU นั้นในประเทศอื่นๆจึงไม่จำเป็นต้องขอใบอนุญาตด้านอวกาศ

การอนุมัติในส่วนของการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดิน (Gateway Segment Licensing) สถานีภาคพื้นดินจะมีหน้าที่เชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างดาวเทียมและระบบโทรศัพท์พื้นฐานจากทั่วโลก สถานีภาคพื้นดินของอิริเดียมจะตั้งอยู่ใน 10 – 20 ประเทศ ขณะนี้อยู่ในช่วงเริ่มต้นของการเปิดให้บริการ ความถี่ของสถานีภาคพื้นดินที่ต้องขออนุญาตเพื่อใช้ในการให้บริการคือ 29.1-29.3 GHz (Uplink) และ 19.4-19.6 GHz (Downlink) ซึ่งแต่ละประเทศที่มีส่วนในการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดินต้องดำเนินการขอความถี่จากหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการจัดสรรความถี่

การอนุมัติในส่วนของเครื่องอุปกรณ์ลูกข่าย (Subscriber Segment Licensing) เครื่องลูกข่าย (Subscriber) ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายดาวเทียม ซึ่งประเทศต่างๆที่จะให้บริการระบบอิริเดียมมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับอนุญาตให้มีช่องทางในการติดต่อของเครื่องลูกข่ายโดยการขอใบอนุญาต และกฎเกณฑ์ต่างๆจะขึ้นอยู่กับข้อบังคับของแต่ละประเทศ การขอใบอนุญาตในการให้บริการมี 3 ประเภท คือ การขอใช้ความถี่ การใช้อุปกรณ์ และการให้บริการ

การที่เครื่องลูกข่ายจะสามารถนำไปใช้ในประเทศต่างๆทั่วโลก เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเทศนั้นๆจะต้องออกใบอนุญาตในลักษณะที่ครอบคลุมการใช้เครื่องลูกข่ายได้ทีละมากๆ โดยอุปกรณ์ที่จะนำเข้ามาใช้จะต้องได้รับความเห็นชอบและรับรองจากประเทศต่างๆและได้รับอนุญาตให้สามารถนำเอาอุปกรณ์ไปใช้สำหรับบริการข้ามระบบได้

อิริเดียมได้จัดทำโครงการเพื่อร่วมกันเป็นเจ้าของ หรือ Global Ownership Program (GOP) เพื่อให้ประเทศกำลังพัฒนาต่างๆสนับสนุนการจัดสรรความถี่และให้ใบอนุญาตในการให้บริการระบบอิริเดียม โดยการชักชวนประเทศต่างๆเหล่านี้ให้เข้ามามีส่วนร่วมในการเป็นเจ้าของระบบอิริเดียม ด้วยการเสนอขายหุ้นบริษัท อิริเดียม เวิลด์ คอมมูนิเคชั่น (Iridium World Communication Limited) ให้กับรัฐบาลของประเทศเหล่านี้ประมาณ 145 ประเทศ ซึ่งหุ้นที่เสนอขายนี้มีคุณสมบัติเหมือนหุ้นของบริษัทอิริเดียมเอง โดยผู้ซื้อจะได้รับหุ้นมูลค่า USD 275,000 ซึ่งข้อดีของโครงการนี้คือผู้ซื้อยังไม่ต้องชำระค่าหุ้นดังกล่าวทันที เนื่องจากค่าหุ้นจำนวนดังกล่าวจะถูกหักจากเงินปันผลของบริษัท ผู้ที่เข้ามามีส่วนร่วมในโครงการนี้ จะต้องทำข้อตกลงเพื่อให้ระบบอิริเดียมได้รับอนุญาตให้บริการตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในข้อตกลงดังกล่าว โครงการนี้จึงมีข้อได้เปรียบตรงที่ผู้ซื้อหุ้นยังไม่จำเป็นต้องจ่ายเงิน

นอกจากโครงการ GOP แล้ว อิริเดียมยังได้ดำเนินการจัดทำโครงการพัฒนาระบบสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunication Development Program) หรือ TDP เพื่อตอบสนองต่อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการของประเทศกำลังพัฒนา โดยมุ่งเน้นในท้องถิ่นทุรกันดารที่ยังไม่มีระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานที่เพียงพอ ซึ่งระบบอิริเดียมนี้สามารถที่จะเข้าไปให้บริการในท้องถิ่นดังกล่าวได้

- **การจัดสรรความถี่ (Frequency Allocation Issues)**

ความถี่ระดับ L-Band (L-Band Sharing) - ระบบการสื่อสารส่วนบุคคลผ่านดาวเทียม (Global Mobile Personnel Communications by Satellite System) หรือ GMPCS ได้กำหนดช่วงความถี่ที่สามารถใช้กับดาวเทียมวงโคจรต่ำในช่วงความถี่ 1610-1626.5 MHz แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

- CDMA (Code Division Multiple Access) -เป็นระบบที่ Global Star และ Odyssey ใช้
- TDMA/FDMA (Time Division Multiple Access/Frequency Division Multiple Access) เป็นระบบที่อิริเดียมใช้

ซึ่งระบบ CDMA และ TDMA/FDMA ไม่สามารถใช้ความถี่ร่วมกันในพื้นที่เดียวกันได้ และระบบ 2 ระบบที่ใช้เทคโนโลยี TDMA/FDMA จะไม่สามารถให้บริการในพื้นที่เดียวกันและความถี่เดียวกันได้ แต่ในทางตรงกันข้ามระบบสองระบบที่ใช้เทคโนโลยี CDMA สามารถใช้ความถี่ร่วมกันและให้บริการในพื้นที่เดียวกันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้พารามิเตอร์

เนื่องจากระบบ GMPCS มีการให้บริการครอบคลุมทั่วโลก จึงจำเป็นที่จะต้องแบ่งย่านความถี่ (Band Segmentation) ของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำทั้ง 3 ระบบซึ่งจะเปิดดำเนินการใช้ความถี่ในย่าน 1610-1626.5 MHz และทั้ง 3 ระบบก็มีการตกลงให้แบ่งย่านความถี่และจัดตั้งแผนในการใช้ความถี่ร่วมกัน รวมไปถึงการมีข้อตกลงร่วมกันเพื่อขอใบอนุญาตและความเห็นชอบจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง โดยมีการแบ่งย่านความถี่ช่วง 1610-1626.5 MHz ดังนี้

- CDMA (Global Star และ Odyssey) ให้ใช้ความถี่ย่าน 1610-1621.35 MHz มีช่วงความกว้างในย่านความถี่ (Bandwidth) 11.35 MHz
- TDMA/FDMA (Iridium) ให้ใช้ความถี่ย่าน 1621.35-1626.5 MHz มีช่วงความกว้างในย่านความถี่ (Bandwidth) 5.15 MHz

- **การอนุญาตในการให้บริการ (Service License Issues)**

การจัดสรรรายได้ ระบบอิริเดียมจะเอื้อประโยชน์ทางการเงินแก่ประเทศต่างๆที่มีส่วนร่วมในการให้บริการระบบอิริเดียม โดยจะเห็นได้จาก รายได้ที่จะมาจากการเชื่อมโยงระบบอิริเดียมเข้ากับระบบโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN), รายได้ที่จะมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์พื้นฐาน, รายได้จากการจัดเก็บค่าบริการจากผู้จัดหาบริการในท้องถิ่นนั้นๆ (Local Service Provider) และราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จากผู้ใช้โทรศัพท์อิริเดียมที่ใช้ระบบโทรศัพท์ไร้สายผ่านระบบอิริเดียมที่ให้บริการ 2 ระบบ (Dual Mode)

ระบบอิริเดียมสามารถช่วยเพิ่มเครือข่ายการสื่อสารโทรคมนาคมในระดับท้องถิ่นได้ ตัวอย่างเช่น โทรศัพท์แบบให้บริการ 2 ระบบ (Dual Mode) ของระบบอิริเดียมสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สายท้องถิ่น โดยผู้ใช้โทรศัพท์ระบบอิริเดียมสามารถเปลี่ยนระบบการใช้บริการเป็นระบบโทรศัพท์ไร้สายปกติ นับว่าเป็นการสร้างรายได้จากช่องสื่อสารที่เพิ่มขึ้นผ่านเครือข่ายไร้สายท้องถิ่นที่จะส่งผลให้ผู้ให้บริการ (Local Operator) ได้รับรายได้เพิ่มขึ้นด้วย ในทางตรงข้ามถ้าผู้ใช้บริการอยู่ในพื้นที่ที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่สามารถให้บริการได้ ผู้ใช้ก็สามารถเปลี่ยนรูปแบบการใช้เป็นระบบอิริเดียมได้

ในการจัดการด้านรายได้ ระบบอิริเดียมจะมีระบบเสริม คือ Geolocation System ซึ่งจะสามารถบ่งบอกถึงสถานที่ของผู้ใช้บริการ รวมถึงจุดหมายปลายทางของผู้ใช้บริการได้อย่างถูกต้อง สำหรับทุกๆประเทศที่ได้รับสิทธิในการเป็นตัวแทนผู้ให้บริการระบบอิริเดียมก็จะมีหน้าที่เป็นผู้จัดให้บริการ บริการด้านบัญชี ด้านการเรียกเก็บเงิน และด้านการจัดสรรรายได้ โดยจะดำเนินการภายใต้โครงสร้างของระบบอิริเดียม ซึ่งสถานีภาคพื้นดินของอิริเดียมแต่ละท้องที่จะดูแลการติดต่อสื่อสารของเครื่องลูกข่ายและนำเข้าสู่ระบบ การเชื่อมโยงติดต่อของระบบอิริเดียม ระบบอิริเดียมจะสามารถบอกตำแหน่งปลายทางของผู้ใช้, พื้นที่ที่ใช้, กำลังที่ใช้ส่งและที่ตั้งของสถานีปลายทางได้

เมื่อมีการติดต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายเข้าสู่ระบบอิริเดียมจะมีการจัดส่งข้อมูลเพื่อตรวจสอบสิทธิของผู้ใช้ได้จากสถานีภาคพื้นดิน ถึงแม้ว่าเครือข่ายอิริเดียมจะใช้แบบติดต่อเชื่อมโยงระหว่างดาวเทียมได้ (An advanced "Switch in the sky" และ Cross-link Architecture) ข้อมูลต่างๆก็ยังคงได้รับจากสถานีภาคพื้นดินปลายทาง ดังนั้นเมื่อมีการรับและส่งสัญญาณผ่านทางระบบอิริเดียม ผู้ใช้จะต้องได้รับอนุญาต การเข้าในระบบจะไม่สามารถทำได้ถ้าไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ที่ดูแลด้าน Specific SCA ดังนั้นระบบในงานด้านรายได้ภายในระบบอิริเดียมจะมีความถูกต้องเชื่อถือได้ และมีรูปแบบที่แน่นอน โดยไม่คำนึงถึงจุดที่เริ่มใช้โทรศัพท์, จุดปลายทางที่โทรไป หรือเส้นทางการใช้ว่าผ่านระบบอิริเดียมหรือไม่ ระบบอิริเดียมจึงสามารถควบคุมดูแลรายได้ในการใช้โทรศัพท์ได้ทุกเครื่อง ดังนั้นการจัดสรรรายได้ต่างๆจะมีความสมบูรณ์สามารถมั่นใจได้ว่าทุกฝ่ายที่มีส่วนร่วมในระบบอิริเดียมจะได้รับการจัดสรรรายได้รวมถึงค่าตอบแทนที่รัฐบาลจะได้

มาตรฐานเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ที่ใช้ การใช้โทรศัพท์หรืออุปกรณ์ต่างๆจำเป็นต้องได้รับอนุญาตจากรัฐบาลของประเทศหรือจากตัวแทนผู้ออกข้อบังคับ และเพื่อให้อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ รวมทั้งโทรศัพท์มีมาตรฐานเดียวกันและสามารถเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก จึงต้องหารูปแบบของมาตรฐานโดยทาง ITU ได้ปรับปรุงและศึกษาเพื่อจัดตั้งมาตรฐานของโทรศัพท์ ซึ่งจะเป็นรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นฐาน(A Single Technical Standard) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถยอมรับได้ทั่วโลก เมื่อมีการจัดตั้งมาตรฐานขึ้นก็จะมีการผลิตอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการผลิต ซึ่งการอนุญาตรูปแบบ, การนำไปใช้ และการรับรองเครื่องมือเหล่านี้จะเป็นขั้นตอนต่อไป

เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขออนุญาตในการให้บริการ บริษัทอิริเดียมจึงได้สนับสนุนให้แต่ละประเทศเปิดให้บริการข้ามระบบ (Global Roaming) ครอบคลุมทั่วโลก โดยแต่ละประเทศจะต้องขอใบอนุญาตสำหรับ MSS (Mobile Satellite Service) หรือบริการสื่อสารเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมภายในขอบเขตพื้นที่ของประเทศนั้น และในขณะเดียวกันแต่ละประเทศก็ต้องมีการผลักดันให้ผู้ที่รับผิดชอบอนุมัติความถี่ในการให้บริการ รวมทั้งอนุญาตให้ใช้เครื่องมือเครื่องใช้สำหรับการให้บริการในระบบอิริเดียม

นอกจากนี้อิริเดียมยังได้สนับสนุนให้เจ้าหน้าที่ในแต่ละประเทศยอมรับในบันทึกความเข้าใจ (Memorandum of Understanding หรือ MOU) ของระบบ GMPCS ซึ่ง MOU ได้ผ่านการยอมรับจาก ITU Policy Forum ที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ในเดือนตุลาคม 2539 โดยใน MOU จะมีการพัฒนาข้อตกลงและมาตรฐานรวมทั้งชนิดของการติดต่อ ดังนี้คือ

1. จะต้องมีการตกลงกันระหว่างประเทศเพื่อให้ผู้ใช้โทรศัพท์ระบบอิริเดียมสามารถนำไปใช้ได้ทั่วโลกภายใต้มาตรฐานที่กำหนดไว้โดย ITU

2. ใช้ Blanket Licenses และ Class Licenses เป็นมาตรฐานที่แต่ละประเทศให้การยอมรับ

3. จะมีการกำหนดใช้ Marking of Terminals เพื่อให้สามารถได้รับการยกเว้นภาษีศุลกากรจากการนำโทรศัพท์ไปใช้ข้ามแดน

- **เครือข่ายในการให้บริการ (Network Issues)**

ในเรื่องของการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน **(Interconnect)** – ระบบอิริเดียมเปรียบเสมือน "ประเทศ" ประเทศหนึ่ง ซึ่งการสื่อสารไม่ว่าจะเข้าหรือออกจากประเทศ (ระบบอิริเดียม) นี้ถือเป็นการติดต่อระหว่างประเทศ โดยระบบอิริเดียมจะมีสถานีภาคพื้นดินเป็นตัวเชื่อมระหว่างระบบอิริเดียมกับระบบโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN) ภายในขอบเขตของสถานีภาคพื้นดินนั้นๆ ประเทศใดก็ตามที่ต้องการติดต่อระหว่างโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN) ไปยังระบบโทรศัพท์ลูกข่ายอิริเดียมจะต้องส่งสัญญาณไปสู่สถานีภาคพื้นดินที่ใกล้ที่สุด ซึ่งอาจอยู่ในประเทศเพื่อนบ้านหรือถ้าต้องการติดต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายระบบอิริเดียมกับโทรศัพท์ขั้นพื้นฐานจะต้องติดต่อผ่านสถานีภาคพื้นดิน

นอกจากนี้ ระบบอิริเดียมยังสามารถติดต่อโดยผ่าน MXU (Mobile Exchange Unit) ซึ่งเป็นเสมือนเครื่องลูกข่ายแต่มีความแตกต่างกันที่ MXU สามารถเชื่อมโยงกับโทรศัพท์ทั่วไปได้ประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 เครื่อง ซึ่งการติดต่อระหว่างโทรศัพท์ที่เชื่อมกับ MXU จะทำงานได้เหมือนเครื่องลูกข่ายระบบอิริเดียม

ในเรื่องการกำหนดหมายเลข (Numbering) – เพื่อเชื่อมโยงกับระบบ PSTN ทั่วโลก จึงจำเป็นที่เครือข่าย GMPCS จะต้องมีการจัดเตรียมเรื่องการกำหนดหมายเลข หรือ Numbering ที่มีความเหมาะสม ซึ่งในส่วนนี้ ITU-S เป็นผู้จัดดำเนินการโดยตัวเลขหมายที่กำหนดขึ้นมีหลายประเภทดังนี้

1. E.164 - Country code PSTN to GMPCS Customer
2. E.212 - Mobile Country Code
3. Q.708 - Signaling Area Network Code
4. E.118 - International Telecommunication Charge Cards

Country Code (E.164) – จากคำแนะนำของคณะทำงานศึกษาของ ITU กำหนดให้หมายเลข 881 เป็นหมายเลข Country Code สำหรับ Global Mobile Satellite System และได้กำหนดหมายเลข 2 หมายเลขสำหรับระบบที่อยู่ใน GMPCS เช่น อิริเดียมจะใช้หมายเลข 6 และ 7 ตามหลัง Country Code ซึ่งเครื่องลูกข่ายระบบอิริเดียมจะมีหมายเลข 12 หลัก ซึ่งจะขึ้นต้นด้วย 8816 และ 8817 ต่อด้วยหมายเลขอีก 8 หลัก

Mobile Country Code (E.212) – Mobile Country Code เป็นเลขหมายที่แสดงถึงระบบเครือข่ายซึ่งให้บริการแก่เครื่องลูกข่ายนั้นๆ โดย ITU-T เป็นผู้กำหนดเลขหมายดังกล่าว ทั้งนี้ ITU-T ได้กำหนดเลขหมาย 901 ไว้สำหรับ GMPCS ส่วนระบบอิริเดียมใช้เลขหมาย 9013 เลขหมาย Mobile Country Code จะถูกบันทึกลงใน SIM Card (ใน Semi Conductor) ดังนั้นเครื่องลูกข่ายของระบบอิริเดียมจะมีเลขหมาย 9013 เป็นตัวเริ่มต้น เมื่อเครื่องลูกข่ายระบบอิริเดียมติดต่อกับระบบอื่น ระบบนั้นๆจะสามารถบ่งบอกได้ว่าผู้ที่ติดต่อเป็นเครื่องลูกข่ายระบบอิริเดียม การกำหนดเลขหมายดังกล่าวจะทำให้สะดวกต่อการส่งใบเสร็จ (Billing)

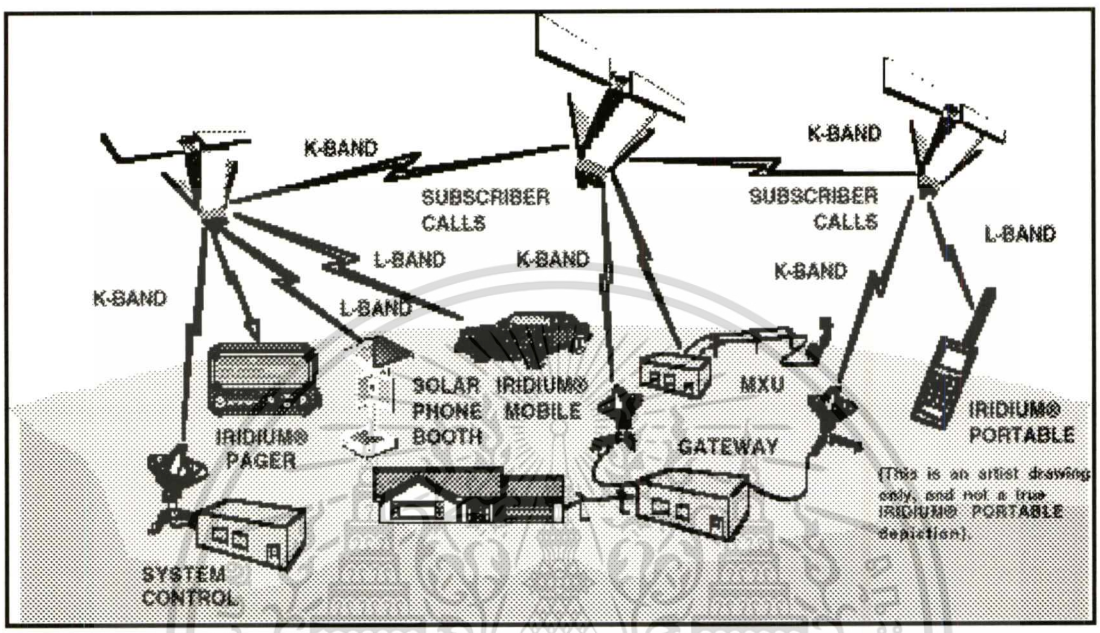
Signaling Area Network Code (Q.708) - หรือ SANC ถูกกำหนดขึ้นจากคำแนะนำที่ Q.708 รวมทั้ง International Signaling Point Codes ซึ่ง ITU-T กลุ่มศึกษาที่ 11 กำลังศึกษาว่าควรจะกำหนด SANC สำหรับเครือข่ายทั่วโลกหรือไม่

International Telecommunication Charge Card (E.118) – เครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องในระบบอิริเดียมจะมีเลขหมายอยู่บน SIM Card ซึ่งเลขหมายเหล่านี้ถูกกำหนดโดยข้อแนะนำที่ E.118 ของ ITU-T และสามารถแสดงเลขหมายเหล่านี้กับเครือข่ายที่ให้บริการ โดย ITU จะมีหน้าที่รับผิดชอบในการกำหนดเลขหมายต่างๆทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีของระบบดาวเทียมอิริเดียม

ภาพรวมการทำงานของระบบดาวเทียมอิริเดียม ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงภาพรวมของระบบอิริเดียม

(ที่มา : "Overview of Iridium Satellite Network ", Motorola Satellite Communications Division)

จากรูปแสดงให้เห็นว่าระบบอิริเดียมประกอบด้วยส่วนสำคัญในการทำงาน ดังนี้

- ดาวเทียม (Satellites)
- สถานีภาคพื้นดิน (Gateway Segment)
- สถานีควบคุม (System Control Segment)
- อุปกรณ์ปลายทาง หรือเครื่องลูกข่ายในระบบ

ระบบดาวเทียมอิริเดียมจะมีการติดต่อสื่อสารอยู่ 3 รูปแบบ แบบแรกเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างดาวเทียมกับเครื่องลูกข่ายของอิริเดียม แบบที่สองเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างดาวเทียมอิริเดียมกับสถานีภาคพื้นดิน (Gateway) และสุดท้ายเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างดาวเทียมอิริเดียมกับดาวเทียมอิริเดียมด้วยกัน ส่วนของสถานีควบคุม (System Control Segment) เป็นส่วนสถานีควบคุมดาวเทียม ตั้งอยู่ที่สหรัฐอเมริกา ส่วนสุดท้ายคืออุปกรณ์ปลายทางในระบบอิริเดียม ได้แก่ โทรศัพท์มือถืออิริเดียม (Iridium Portable), โทรศัพท์มือถืออิริเดียมในรถยนต์ (Iridium Mobile) และเพจเจอร์อิริเดียม (Iridium Pager) เป็นต้น

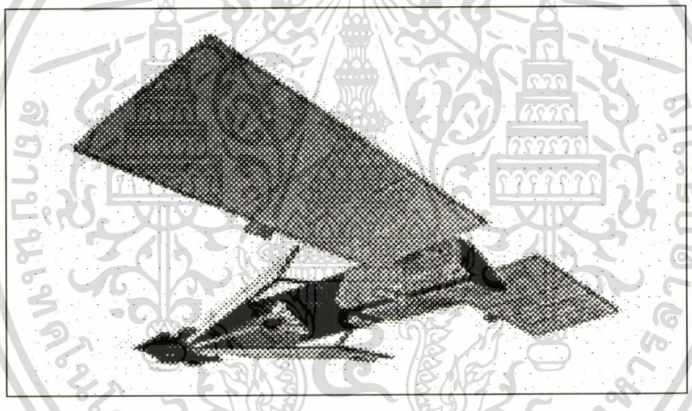
รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบแต่ละส่วนของระบบจะได้กล่าวถึงในตอนต่อๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียมอิริเดียม (Iridium Satellites)

ลักษณะเฉพาะของดาวเทียม

น้ำหนัก	: 689 กิโลกรัม (หรือ 1,500 ปอนด์)
จำนวนดาวเทียม	: 66 ดวง และ สำรองอีก 6 ดวง
ลักษณะของรัศมี	: มีลักษณะเป็นวงสัญญาณจำนวน 48 วงต่อดาวเทียม 1 ดวง
เวลาการโคจรรอบโลก	:100 นาที 28 วินาที
ผู้ออกแบบ	:ฝ่ายงานการสื่อสารผ่านดาวเทียมของบริษัทโมโตโรล่า ที่ชื่อว่า SATCOM ตั้งอยู่ที่เมืองแชนด์เลอร์ มลรัฐอริโซน่า สหรัฐอเมริกา
ขนาด	:กว้าง 7.87 เมตร สูง 3.67 เมตร
อายุการใช้งาน	: 5 – 8 ปี



รูปที่ 3.4 ลักษณะของดาวเทียมอิริเดียม

(ที่มา : http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations/iridium.html)

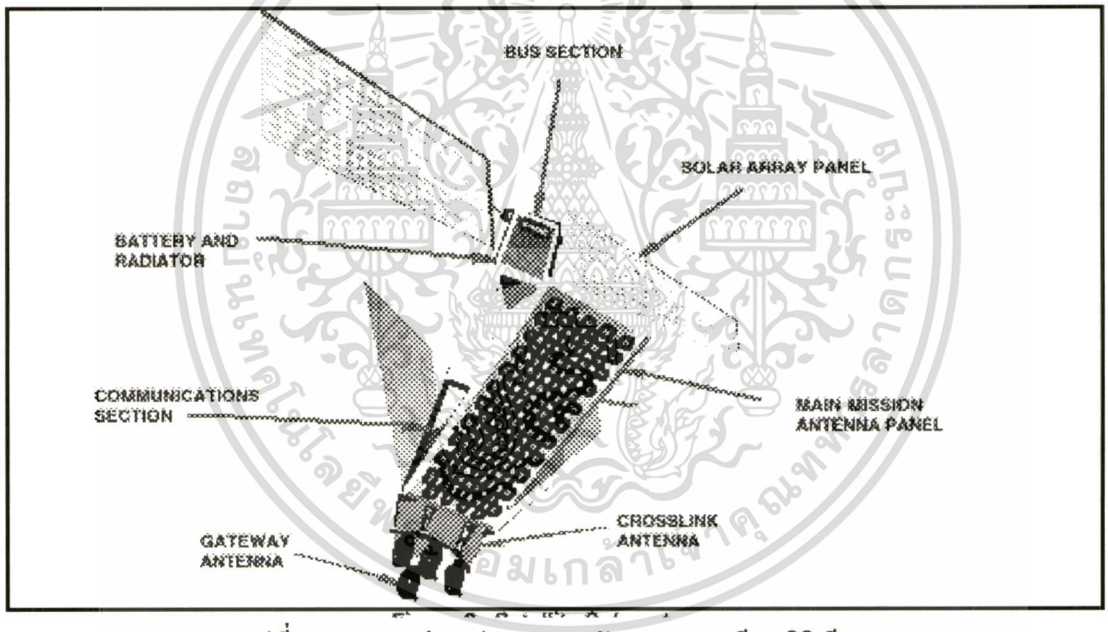
ในการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร มีบริษัทที่ทำการส่งดาวเทียมอิริเดียม 3 บริษัท ได้แก่

- แมคโดนัลด์ ดักลาส ให้บริการส่งดาวเทียมโดยจรวดเดลต้า2 สามารถบรรทุกดาวเทียมได้ 5 ดวง
- ศูนย์การวิจัยและผลิตด้านอวกาศแห่งรัฐครูนิเชฟ ผลิตจรวดโปรตรอนที่สามารถบรรทุกดาวเทียมได้ครั้งละ 7 ดวง
- บริษัท ไซน่า เกรท วอลล์ ใช้จรวดลองมาร์ช 2 ซี /เอสดี สามารถบรรทุกดาวเทียมได้ครั้งละ 2 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 ส่วนประกอบหลักของดาวเทียมอิริเดียม ประกอบด้วย 7 ส่วน คือ

- Bus Section – ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าและแจกจ่ายไปส่วนอื่นๆ
- Solar Array Panel – เป็นแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์
- Main Mission Antenna Panel – ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณระหว่างดาวเทียมและเครื่องลูกข่าย
- Crosslink Antenna – ทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างดาวเทียมด้วยกัน
- Gateway Antenna – ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณระหว่างดาวเทียมกับสถานีภาคพื้นดิน
- Communications Section – เป็นส่วนที่แปลงคลื่นความถี่ที่รับมาจากสถานีภาคพื้นดินและเครื่องลูกข่าย
- Battery and Radiator – เป็นส่วนเก็บสะสมพลังงานจากแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์



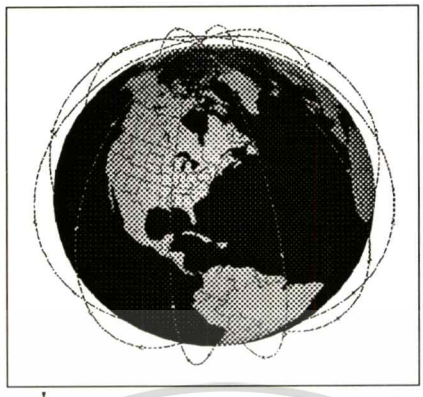
รูปที่ 3.5 แสดงส่วนประกอบหลัก ของดาวเทียมอิริเดียม

(ที่มา : Overview of Iridium Satellite Network, Motorola Satellite Communications Division)

วงโคจรของระบบดาวเทียม

วงโคจรของระบบดาวเทียมอิริเดียมเป็นโคจรตามแนวขั้วโลกเหนือ-ใต้ หรือที่เรียกว่าแบบ "Polar Orbit" โคจรสูงจากพื้นโลก 780 กิโลเมตร (หรือ421.5 ไมล์) โดยวงโคจรของดาวเทียมในระบบอิริเดียมมีดาวเทียมจำนวน 72 ดวง โดยที่ใช้งานในระบบ 66 ดวง และอีก 6 ดวงเป็นดาวเทียมสำรองไว้ในระบบ วงโคจรแบ่งออกเป็น 6 ระนาบแต่ละระนาบประกอบด้วยดาวเทียมจำนวน 11 ดวง มีพื้นที่ให้บริการครอบคลุมทั่วโลก ลักษณะวงโคจรของดาวเทียมอิริเดียมดังแสดงในรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงโคจรของดาวเทียมอิริเดียม

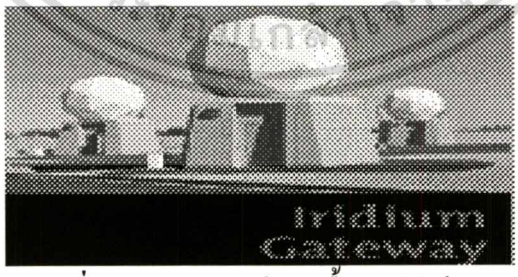
(ที่มา : http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations/iridium.html)

องค์ประกอบในการทำงานของระบบอิริเดียม

ระบบอิริเดียมประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

- ระบบภาคพื้นดิน (Ground Segment) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของสถานีภาคพื้นดิน (Gateway Segment) และส่วนของสถานีควบคุม (System Control Segment)
- ระบบภาคอวกาศ (Space Segment)
- เครื่องอุปกรณ์ปลายทาง (Subscriber Unit Segment)

ส่วนสถานีภาคพื้นดิน (Gateway Segment)



รูปที่ 3.7 แสดงสถานีภาคพื้นดินอิริเดียม

(ที่มา : http://www.iridium.com/english/tech/i_tech.html)

สถานีภาคพื้นดินหรือ Gateway เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในระบบอิริเดียม โดยจำนวนสถานีภาคพื้นดินในระบบอิริเดียมมีจำนวน 12 แห่ง โดยตั้งอยู่ในเมืองต่างๆ กระจายอยู่ทั่วโลก ดังนี้

(1) ฟีนิกซ์ สหรัฐอเมริกา
(2) ฟูชิโน ประเทศอิตาลี
(7) ฮาวาย สหรัฐอเมริกา
(8) ริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล

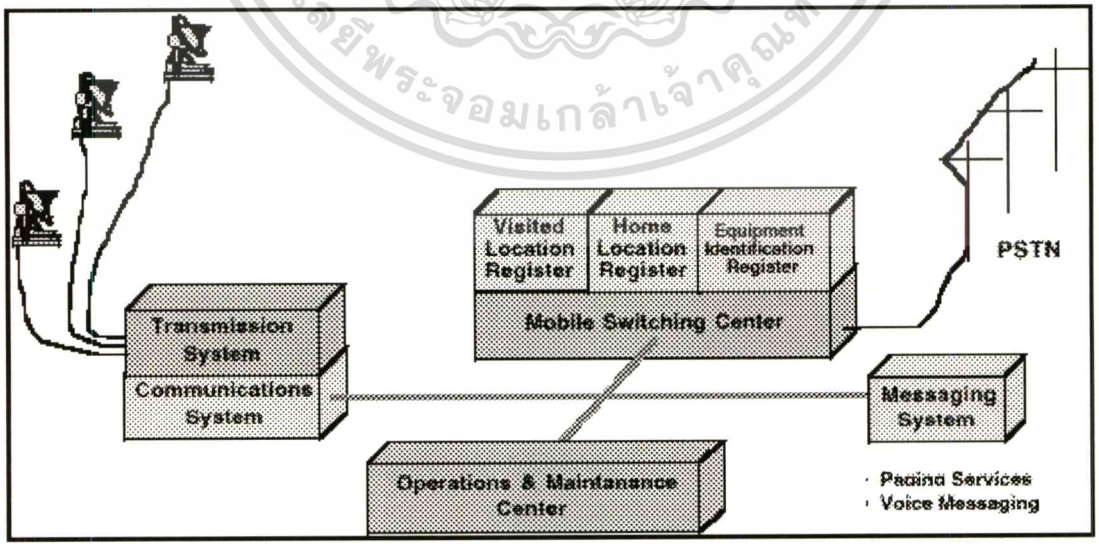
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) มอสโคว์ ประเทศรัสเซีย
(4) ริยาด ประเทศซาอุดิอาราเบีย
(5) โซล ประเทศเกาหลีใต้
(6) ไทเป ประเทศไต้หวัน
(9) Pune ประเทศอินเดีย
(10) ปักกิ่ง ประเทศจีน
(11) โตเกียว ประเทศญี่ปุ่น
(12) นนทบุรี ประเทศไทย

สำหรับในประเทศไทยซึ่งเป็นที่ตั้ง 1 ใน 12 สถานีภาคพื้นดินในระบบอิริเดียมนั้น TSC เป็นได้รับสิทธิ์ให้เป็นผู้ดำเนินการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดินอิริเดียมในประเทศไทยเพื่อให้บริการแก่ประเทศต่างๆ 7 ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปัจจุบันได้ดำเนินการสร้างแล้วเสร็จและเปิดให้บริการแล้ว

หน้าที่หลักของสถานีภาคพื้นดิน

- ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายโทรศัพท์อื่นๆ เช่นเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN) หรือเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน
- เชื่อมต่อกับระบบดาวเทียมเพื่อให้เกิดการติดต่อสื่อสารระหว่างกันของเครื่องลูกข่ายในระบบอิริเดียมด้วยกัน หน้าที่นี้รวมถึงการทำการส่งต่อสัญญาณ (Hand Off) จากดาวเทียมดวงหนึ่งไปอีกดวงหนึ่ง
- ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้ใช้ในพื้นที่ให้บริการ เช่น ถ้าเป็นสถานีภาคพื้นดินในประเทศไทยก็จะเก็บข้อมูลการใช้ของผู้ใช้ใน 7 ประเทศที่อยู่ในพื้นที่ให้บริการคือ ลาว พม่า เวียดนาม กัมพูชา มาเลเซีย สิงคโปร์ และในประเทศไทย



รูปที่ 3.8 แสดง Gateway Subsystem Overview

(ที่มา : Motorola Satellite Communications Division, Overview of Iridium Satellite Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8 ระบบย่อยภายในสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

* MSC (Mobile Switching Center) – คือ ชุมสายของระบบ ส่วนที่เป็นหัวใจคือ GSM Switch ประกอบด้วย 2 ด้านคือ Land Side กับ Mobile Side
  - Land Side เป็นด้านที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์ (Telephone Network)
  - Mobile Side เป็นด้านที่เชื่อมต่อกับ ETC มีหน้าที่ควบคุม ET ในการติดต่อกับระบบดาวเทียมโดยใช้ความถี่ K Band

  MSC ประกอบด้วยส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการในระบบ คือ HLR (Home Location Register) และ VLR (Visited Location Register) และส่วนที่ใช้เก็บ Physical Subscriber Equipment เรียกว่า EIR (Equipment Identification Register)
* ETC (Earth Terminal Controller) – เป็นระบบควบคุมภาครับส่งสัญญาณของสถานีภาคพื้นดิน ประกอบด้วยระบบการรับส่งสัญญาณ (Transmission System) กับระบบการติดต่อสื่อสาร (Communications System)
* MOC (Message Origination Controller) – เป็นส่วนของ Messaging System
* GMS (Gateway Management System) – เป็นส่วนของ Operations & Maintenance Center จัดการบริหารและดูแลระบบ

ส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักของสถานีภาคพื้นดิน(Gateway)ในระบบอิริเดียมประกอบไปด้วย

1. ส่วนสถานีชุมสายกลาง (Gateway Central Facility : GCF) ประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญที่ทำหน้าที่เสมือนชุมสายในระบบโทรศัพท์ทั่วไป (Gateway Switching Center) ซึ่งพัฒนาเทคโนโลยีจากชุมสายของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน (GSM) และมีระบบการทำงานที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ให้สามารถรองรับการทำงานในส่วนของระบบอิริเดียมได้ นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อโทรศัพท์จากผู้ใช้ในระบบอิริเดียมเข้ากับหมายเลขปลายทางทั้งในระบบอิริเดียมและในระบบอื่นๆ และเป็นส่วนสำคัญของระบบในการบริหารและควบคุมการให้บริการในพื้นที่ 7 ประเทศ รวมถึงทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูล ตรวจสอบและคิดค่าบริการของผู้ใช้บริการ

สำหรับสถานีชุมสายกลางของสถานีภาคพื้นดินในประเทศไทย มีที่ตั้งอยู่ที่อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี เนื่องจากมีความสะดวกในการเชื่อมโยงกับชุมสายโดยระบบจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับสถานีชุมสายกรุงเกษมขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์ภายในประเทศและเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายโทรศัพท์ของประเทศมาเลเซีย ลาว และมีการเชื่อมต่อเข้ากับสถานีชุมสายต่อผ่านระหว่างประเทศ (International Telephone Switching Center หรือ ITSC) เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์ของประเทศพม่า เวียดนาม กัมพูชาและสิงคโปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียม (Earth Terminal : ET) ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างสถานีภาคพื้นดินในประเทศไทย (สถานีชุมสายกลางที่จังหวัดนนทบุรี) กับสถานีภาคพื้นดินอื่นๆในระบบอิริเดียม โดยผ่านดาวเทียมอิริเดียมที่โคจรอยู่รอบโลก ส่วนสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณนี้เป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบ เพราะถ้าหากไม่มี Earth Terminal นี้ก็จะไม่สามารถติดต่อกับดาวเทียมได้เลย

สถานีจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียมมีจำนวน 2 สถานี แต่ละสถานีประกอบด้วยจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียมจำนวน 2 จาน ดังนั้น ทั้งหมดก็จะมีทั้งสิ้น 4 จาน โดยแต่ละจานตั้งอยู่บนฐาน (Earth Terminal Basement) ซึ่งมีความสูงประมาณ 2.5 เมตร และตั้งอยู่ห่างกันประมาณ 60 เมตร จานที่ทำหน้าที่ที่รับ-ส่งสัญญาณจากดาวเทียมนี้สามารถเปลี่ยนตำแหน่งมุมมองดาวเทียมได้อย่างรวดเร็ว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 นิ้ว ช่วงความถี่ที่ใช้คือ ช่วงความถี่ L-Band

สำหรับสถานีภาคพื้นดินในประเทศไทยมี Earth Terminal หรือ สถานีจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียมทั้ง 2 แห่ง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอคง และอำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา

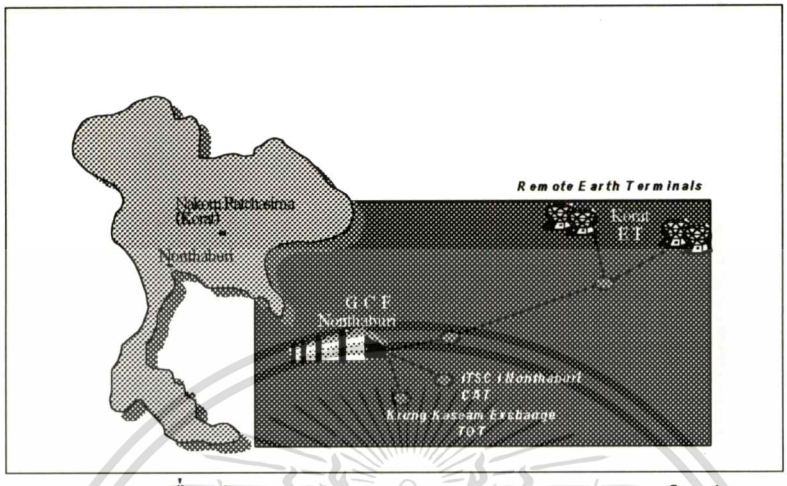
การทำงานของสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณจะมีเพียง 1 สถานี (2 จาน) ทำงานและอีก 1 สถานี (2 จานที่เหลือ) เป็นส่วนสำรองในกรณีที่สถานีแรกขัดข้อง หรือมีการลดทอนสัญญาณที่รับ-ส่งเนื่องจากฝน ระบบจะเปลี่ยนไปใช้สถานีที่สองโดยทันทีเพื่อไม่ให้ระบบหยุดชะงัก ทำให้สามารถให้บริการสื่อสารในระบบอิริเดียมได้ตลอดเวลา ระบบจะเลือก 2 จานใดก็ได้ที่พร้อมทำงานให้ติดตามดาวเทียมดวงแรก และที่เหลืออีก 2 จานที่เหลือคอยติดตามดาวเทียมดวงที่สอง เมื่อดาวเทียมดวงแรกผ่านพ้นไปแล้ว 2 จานแรกจะเตรียมติดตามดวงที่สามต่อไป ทำให้การรับส่งสัญญาณมีความต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา ถ้าตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหา อีกตัวจะทำหน้าที่แทนโดยอัตโนมัติ

คุณสมบัติของสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณ จะประกอบด้วยจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียม (Antenna) มีระบบติดตามสัญญาณ (Tracking System) ทำหน้าที่ควบคุมจานรับ-ส่งสัญญาณให้มีการเคลื่อนติดตามทิศทางการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ซึ่งทำให้การรับ-ส่งสัญญาณกระทำได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

หลักเกณฑ์ในการเลือกสถานที่เพื่อจัดตั้งสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียมนี้ จะต้องมีมุมมองในการรับ-ส่งสัญญาณระหว่างสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณ กับ ดาวเทียมอิริเดียมอย่างเพียงพอคือไม่มีสิ่งกีดขวางเส้นทางเดินของสัญญาณในมุมเงย 5 องศาจากระดับที่ตั้ง และปริมาณน้ำฝนในบริเวณที่จัดตั้งสถานีจะต้องน้อย เนื่องจากเม็ดฝนอาจรบกวนการใช้งานความถี่ในการรับ-ส่งสัญญาณได้ แต่สถานีจานรับ-ส่งฯทั้งสองแห่งจะต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 40 กิโลเมตร เพื่อให้ดาวเทียมเห็นสถานีจานรับ-ส่งฯทั้งสองแห่งเป็นจุดเดียวกัน ซึ่งอำเภอคงและอำเภอโนนไทย (ซึ่งเป็นที่ตั้งสถานีจานรับ-ส่งฯทั้งสองแห่ง) มีระยะห่างกันประมาณ 35 กิโลเมตร และมีปริมาณฝนตกน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

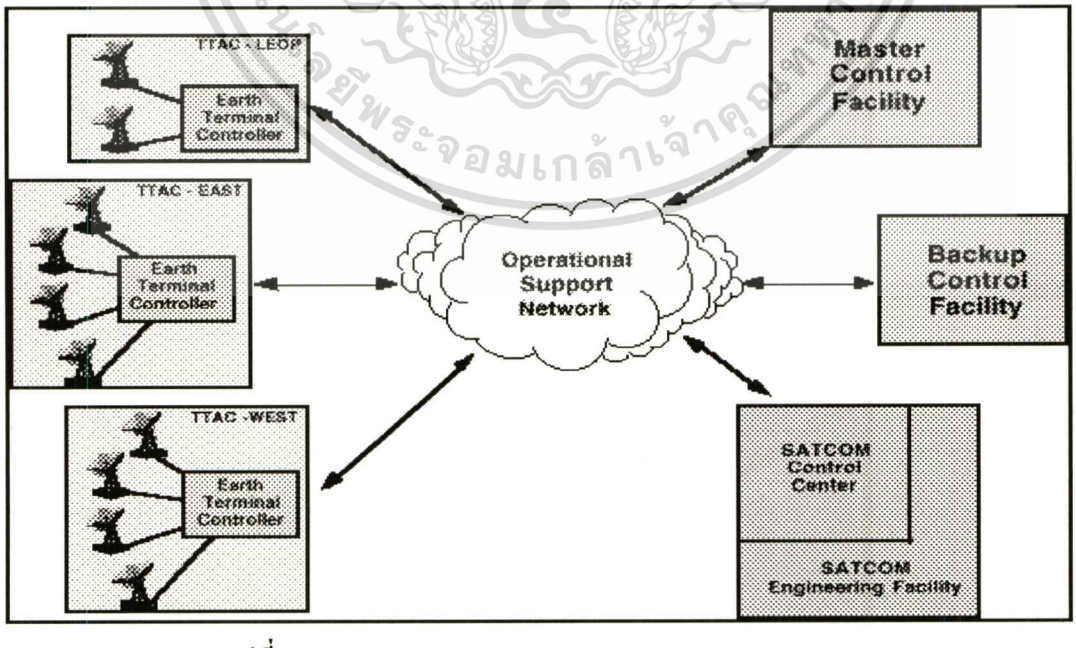
มากทั้งสองแห่ง ตามผลการศึกษาปริมาณฝนจากค่าสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยา และโอกาสที่ฝนจะตกในเวลาเดียวกันทั้งสองแห่งมีน้อยมาก



รูปที่ 3.9 แสดงการเชื่อมโยงระหว่าง GCF และ ET ของGatewayในประเทศไทย

ส่วนของระบบควบคุม (System Control Segment)

ประกอบด้วยศูนย์ควบคุมต่างๆ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลการทำงานของระบบ ตรวจสอบสภาพความสมบูรณ์ในการทำงานของดาวเทียมแต่ละดวง ควบคุมการส่งผ่านสัญญาณระหว่างดาวเทียมด้วยกันเอง ระหว่างดาวเทียมกับสถานีภาคพื้นดิน และดาวเทียมกับอุปกรณ์ปลายทาง เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.10 แสดง System Control Segment Infrastructure)

(ที่มา : Motorola Satellite Communications Division, Overview of Iridium Satellite Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 3.10 ส่วนของระบบควบคุม นี้ประกอบด้วย สถานีต่างๆ ดังนี้

- สถานีควบคุมหลัก (Primary Operations Center/Master Control Facility:MCF) ตั้งอยู่ที่รัฐเวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกา เป็นส่วนสำคัญที่สุดในการควบคุมการทำงานของดาวเทียมอิริเดียมทั้งระบบ แต่เนื่องจำนวนดาวเทียมในระบบมีมาก MCF จึงควบคุมดาวเทียมผ่านสถานีทีแทค (TTAC) โดยใช้เครือข่าย OSN ผ่านระบบดาวเทียมวงโคจรระดับสูง (GEO) ของเทเลแซทและ MCF จะติดต่อกับสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน ผ่านเครือข่าย ODN เพื่อแจ้งตารางบอกตำแหน่งของดาวเทียมให้สถานีดาวเทียมภาคพื้นดินทราบ
- สถานีควบคุมสำรอง (Alternative Operations Center / Backup Control Facility:BCF) ตั้งอยู่ที่กรุงโรม ประเทศอิตาลี สถานะในปัจจุบันยังอยู่ในระหว่างการก่อสร้าง ยังไม่ได้เปิดใช้งาน
  - สถานีควบคุมของโมโตโรล่า (Satcom Control Center) ตั้งอยู่ที่รัฐอริโซน่า สหรัฐอเมริกา
  - สถานีควบคุมดาวเทียม หรือ สถานีทีแทค (Telemetry Tracking & Command Station :TTAC) มี 3 สถานี โดย 1 สถานีตั้งอยู่ที่ฮาวาย สหรัฐอเมริกา และอีก 2 สถานีอยู่ที่เมืองเยลโล่ไนฟ์ (Yellow Knife) และเมือง อีควาลิต (Iqualit) ประเทศแคนาดา ที่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้กับขั้วโลก เพราะเป็นบริเวณที่มีดาวเทียมอิริเดียมอยู่หนาแน่น

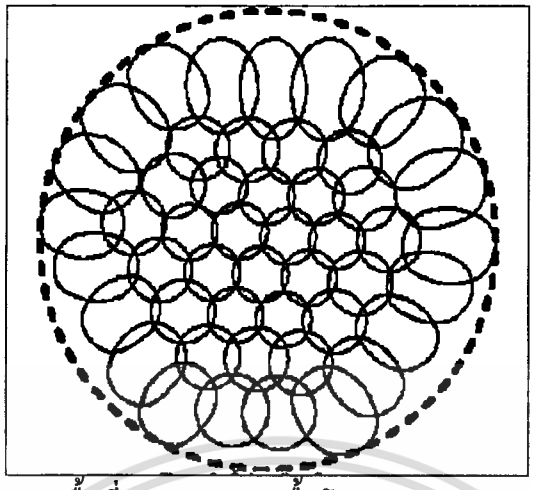
สถานีควบคุมหลักของระบบอิริเดียม (MCF)ในสหรัฐอเมริกา จะรวบรวมข้อมูลตำแหน่งดาวเทียมจากสถานีควบคุมทั้ง 4 แห่งทั่วโลก ซึ่งจะมีการปรับข้อมูลให้ทันสมัยทุก ๆ 24 ชั่วโมง แล้วจึงส่งตารางการเดินทางของดาวเทียมมายังสถานีภาคพื้นดินแต่ละแห่ง เมื่อได้รับแล้ว ก็จะสั่งการควบคุมการทำงานของสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียม(Earth Terminal) เป็นสัญญาณดิจิตอลส่งไปตามสายเคเบิลใยแก้วนำแสงกับระบบทางด่วนข้อมูลเอสดีเอช (SDH)

ระบบภาคอวกาศ (Space Segment)

ส่วนประกอบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม

เครือข่ายระบบดาวเทียมอิริเดียม ประกอบด้วยดาวเทียม จำนวน 66 ดวง และดาวเทียมสำรองในวงโคจรอีก 6 ดวง โดยเป็นดาวเทียมวงโคจรระดับต่ำ (Low Earth Orbit) ในแบบBIGs LEOโดยวงโคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 780 กิโลเมตร ใช้เวลาในการโคจรรอบโลกครบ 1 รอบ ประมาณ 100 นาที 28 วินาที วงโคจรของดาวเทียมในระบบอิริเดียมแบ่งเป็น 6 ระนาบ โคจรตามแนวขั้วโลกเหนือ-ใต้ แต่ละระนาบประกอบด้วยดาวเทียมจำนวน 11 ดวง ให้พื้นที่บริการครอบคลุมได้ทั่วโลก ลักษณะพื้นที่ครอบคลุมบนพื้นโลก (Coverage Area) คล้ายกับเครือข่ายแบบรังผึ้งของระบบเซลลูล่าร์ ดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ลักษณะพื้นที่ครอบคลุมบนพื้นโลกของระบบดาวเทียมอิริเดียม

(ที่มา : Motorola Satellite Communications Division, Overview of Iridium Satellite Network)

การสื่อสารของระบบดาวเทียมอิริเดียม

การสื่อสารของระบบดาวเทียมอิริเดียม จะประกอบด้วย 3 รูปแบบ

1. Feeder Link เป็นการสื่อสารระหว่างสถานีภาคพื้นดิน (Gateway) กับดาวเทียมอิริเดียม สถานีภาคพื้นดินแต่ละแห่งจะสามารถรับ-ส่งสัญญาณกับดาวเทียมผ่านทางสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณ (ET) โดยแบ่งย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งสัญญาณเป็น 2 ช่วงคือ ย่านความถี่ 29.1 – 29.3 GHz ใช้ส่งสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินไปยังดาวเทียมและย่านความถี่ 19.4–19.6 GHz ใช้ส่งสัญญาณจากดาวเทียมมายังสถานีภาคพื้นดิน และอัตราการรับ-ส่งข้อมูล 3.125 เมกะบิตต่อวินาที

2. Service Link เป็นการสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่ายกับดาวเทียมอิริเดียม (Earth-to-Space and Space-to-Earth) ในระบบอิริเดียมใช้เทคนิคในการแบ่งพื้นที่สัญญาณวิทยุรับ-ส่งในการให้บริการเช่นเดียวกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดินเซลลูล่าร์ (ดังแสดงในรูปที่ 3.11) คือ มีการแบ่งพื้นที่บริการออกเป็นวง(Cell)จำนวนมากหรือเรียกอีกอย่างว่าลำคลื่นวิทยุรับ-ส่งสัญญาณ (Beam) อยู่ 48 วง แต่ละวงครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 4,700 ตารางกิโลเมตร ความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งสัญญาณอยู่ในช่วงความถี่ที่เรียกว่า L Band ระหว่าง 1.616 – 1.6265 GHz และมีอัตราการรับ-ส่งข้อมูลที่ 2.4 กิโลบิตต่อวินาที

3. Inter-satellite Link เป็นการสื่อสารระหว่างดาวเทียม ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ถือเป็นหัวใจของระบบดาวเทียมอิริเดียม ดาวเทียมทั้ง 66 ดวงในระบบที่โคจรอยู่สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้โดยใช้สัญญาณวิทยุรับ-ส่งในย่านความถี่ที่ 23.18 - 23.38 GHz ผ่านทางอุปกรณ์จานรับ-ส่งสัญญาณที่เรียกว่า Crosslink Antenna โดยดาวเทียมแต่ละดวงจะมีจานรับ-ส่งสัญญาณลักษณะนี้อยู่ 4 จาน เพื่อให้สามารถติดต่อกับดาวเทียมที่อยู่ในระนาบข้างเคียงทั้ง 2 ด้าน และดาวเทียมดวงหน้าและหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อยู่ในระนาบเดียวกันได้ อัตราการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างดาวเทียมกับดาวเทียม คือ 25 เมกะบิตต่อวินาที

ส่วนของเครื่องอุปกรณ์ปลายทาง (Subscriber Unit Segment)

เครื่องลูกข่ายที่เชื่อมต่อกับดาวเทียมจะใช้คลื่นความถี่ในช่วง 1.616-1.6265 GHz ที่กำลังสูงสุด 700 มิลลิวัตต์ และกำลังส่งเฉลี่ย 300 มิลลิวัตต์ ซึ่งใกล้เคียงกับระบบโทรศัพท์เซลลูลาร์ ปัจจุบันอีกทั้งเป็นคลื่นความถี่ที่ได้รับอนุมัติจาก WRC จึงไม่มีผลกระทบทางด้านสุขภาพ ตลอดจนไม่ซ้ำซ้อนกับคลื่นความถี่อื่นๆ

เครื่องอุปกรณ์ปลายทางหรือเครื่องลูกข่ายในระบบอิริเดียม ประกอบด้วย

- โทรศัพท์มือถือ และโทรศัพท์เคลื่อนที่ติดรถยนต์ (Portable Hand-Held Telephone and Mobile Phone)
- โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบที่ใช้สำหรับติดตั้งในเรือ หรือเครื่องบิน
- โทรศัพท์สาธารณะแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Powered Phone Booth)
- เครื่องวิทยุติดตามตัว (Pager)
- เครื่องวัดตำแหน่ง (Global Positioning System หรือ GPS)
- อุปกรณ์เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องโทรสาร เพื่อให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์ดังกล่าวได้ (Interface Module for Portable Computers and Facsimile Machines)

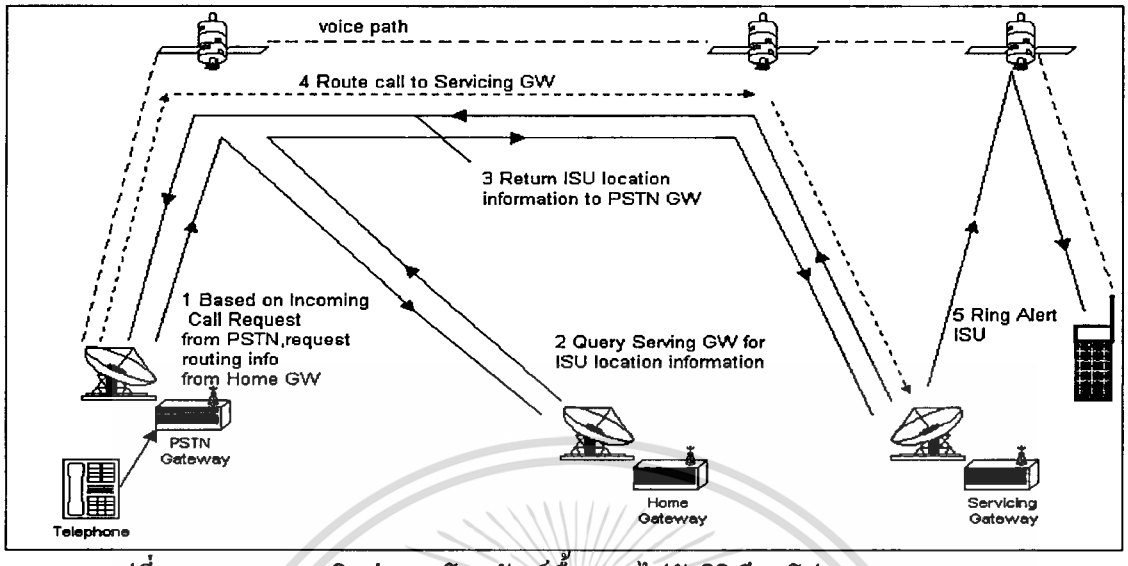
การทำงานของระบบอิริเดียม

การทำงานของระบบอิริเดียมจะใช้หลักการเดียวกับระบบโทรศัพท์เซลลูล่าร์แบบรังผึ้ง (Cellular Telephone) โดยใช้ดาวเทียม 66 ดวงทำหน้าที่เสมือนหนึ่งสถานีแม่ข่ายเชื่อมโยงกับส่วนเครื่องอุปกรณ์ปลายทาง และสถานีเชื่อมโยงภาคพื้นดิน (Gateway) ทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณระหว่างระบบอิริเดียมกับระบบโทรคมนาคมอื่นที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน (Fixed Line) ระบบเซลลูล่าร์ และอื่นๆ

รูปแบบในการติดต่อสื่อสารแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การติดต่อจากโทรศัพท์พื้นฐานไปยังอิริเดียมโฟน (PSTN to ISU) ดังรูปที่ 3.12

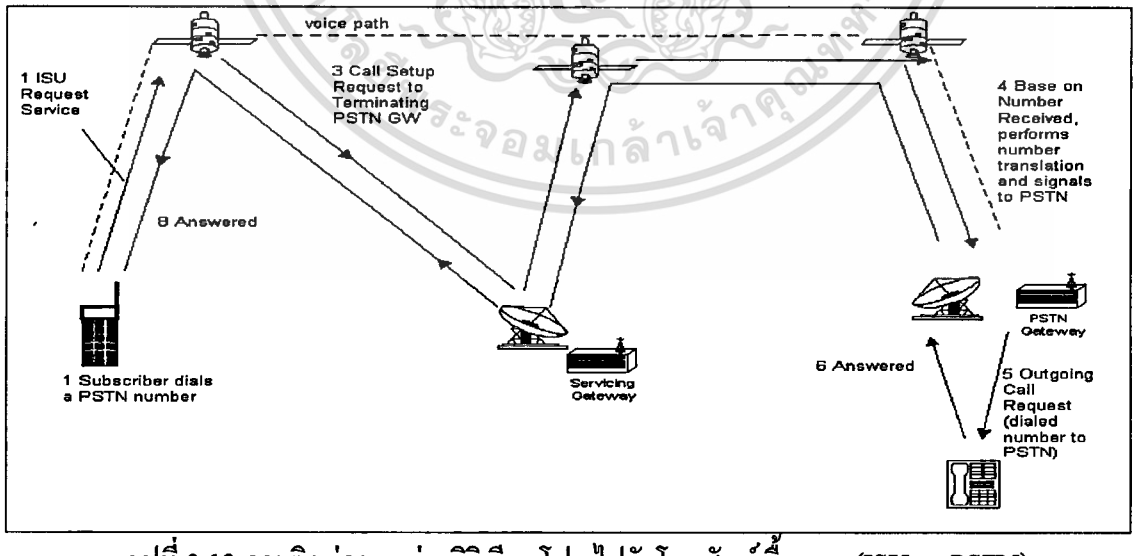
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงการติดต่อจากโทรศัพท์พื้นฐานไปยังอิริเดียมโฟน (PSTN-to-ISU)

การเชื่อมสัญญาณจะเริ่มจาก โทรศัพท์พื้นฐานทั่วไปส่งสัญญาณไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อส่งต่อสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดินอิริเดียม (Gateway) หลังจากนั้นสถานีภาคพื้นดินจะถ่ายทอดสัญญาณต่อไปที่ดาวเทียมอิริเดียมเพื่อเชื่อมต่อกับเลขหมายของโทรศัพท์เคลื่อนที่อิริเดียมที่ต้องการไม่ว่าอยู่ส่วนไหนของโลก

2. การติดต่อจากอิริเดียมโฟนไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน (ISU-to-PSTN) ดังรูปที่ 3.13

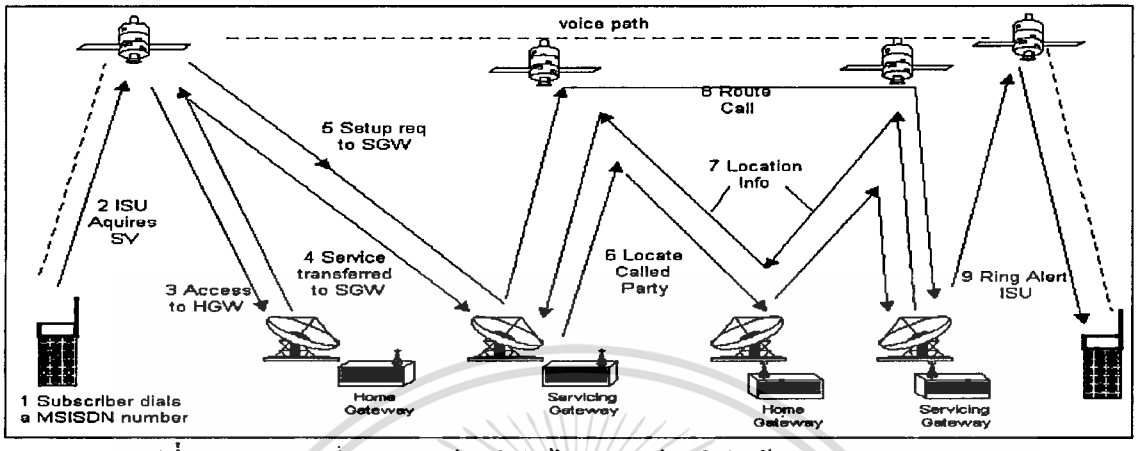


รูปที่ 3.13 การติดต่อระหว่างอิริเดียมโฟนไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน (ISU-to-PSTN)

การเชื่อมสัญญาณเริ่มจากโทรศัพท์มือถือระบบอิริเดียมส่งสัญญาณไปยังดาวเทียมโดยตรง จากนั้นดาวเทียมจะส่งสัญญาณต่อไปให้สถานีภาคพื้นดินอิริเดียม (Gateway) เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณไปที่ชุมสายโทรศัพท์และเชื่อมต่อเข้ากับเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดต่อจากอิริเดียมโฟน ไปหาอิริเดียมโฟนด้วยกัน (ISU-to-ISU) ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การติดต่อจากอิริเดียมโฟนไปยังอิริเดียมโฟนด้วยกัน (ISU-to-ISU)

ผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบอิริเดียม สามารถติดต่อกับผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบอิริเดียมด้วยกัน โดยเครื่องลูกข่ายส่งสัญญาณไปยังดาวเทียมโดยตรง และดาวเทียมจะเชื่อมโยงสัญญาณกับดาวเทียมดวงอื่นๆ (Inter-satellite link) เพื่อส่งสัญญาณไปยังเลขหมายที่ต้องการ การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างดาวเทียมกับดาวเทียม (Inter-satellite link) ของระบบอิริเดียมเป็นคุณลักษณะเฉพาะที่จะช่วยให้การติดต่อสื่อสารมีความเร็ว มีประสิทธิภาพสูงสุดและทำให้การติดต่อเป็นไปอย่างสมบูรณ์โดยไม่ต้องพึ่งพาสถานีภาคพื้นดินเพียงแห่งเดียว

บริการของระบบอิริเดียม

1. บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ - ระบบอิริเดียมสามารถให้บริการแก่ผู้ใช้งานอุปกรณ์ปลายทางชนิดโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ในลักษณะเช่นเดียวกับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์ คือ สามารถใช้ติดต่อระหว่างอุปกรณ์ปลายทางหรือเครื่องลูกข่ายในระบบอิริเดียมด้วยกันเอง หรือใช้ติดต่อกับระบบโทรศัพท์อื่น เช่น โทรศัพท์ขั้นพื้นฐานตามบ้านหรืออาคารสำนักงานต่างๆ โทรศัพท์เซลลูลาร์ทั้งระบบอะนาลอกและระบบดิจิตอล เป็นต้น

อุปกรณ์โทรศัพท์มือถือพัฒนาขึ้นโดยบริษัทโมโตโรล่า และต่อไปบริษัทโมโตโรล่าจะให้รูปแบบและคุณลักษณะ (Specifications) แก่บริษัทผู้ผลิตโทรศัพท์เซลลูล่าร์รายอื่นๆนำไปผลิตและพัฒนา เพื่อให้เกิดการแข่งขัน ในตลาด

คุณลักษณะพิเศษของเครื่องลูกข่ายระบบอิริเดียมชนิดโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถทำงานได้ 2 ระบบ คือ ระบบอิริเดียมและระบบเซลลูลาร์ (GSM หรือ PCN) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ใช้บริการ กล่าวคือ ขณะที่ผู้ใช้บริการอยู่ในพื้นที่ให้บริการของเซลลูล่าร์ ก็จะปรับเครื่องโทรศัพท์อิริเดียมไปใช้กับบริการเซลลูลาร์ที่มีอยู่ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการใช้บริการลง และเมื่อมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำเป็นต้องใช้โทรศัพท์ในขณะที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล ซึ่งไม่มีความสะดวกในการใช้บริการโทรศัพท์พื้นฐาน หรือไม่อยู่ในพื้นที่ให้บริการของระบบเซลลูลาร์ ผู้ใช้ยังสามารถติดต่อสื่อสารได้โดยใช้ระบบอิริเดียมผ่านดาวเทียม

2. บริการโทรสารและบริการสื่อสารข้อมูลไร้สาย (Fax & Data) – ระบบอิริเดียมสามารถให้บริการโทรสารและบริการสื่อสารข้อมูลต่างๆผ่านเครือข่ายระบบดาวเทียมไปยังปลายทางอีกด้านหนึ่ง ในลักษณะเช่นเดียวกับการส่งผ่านเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐานทุกประการ

3. บริการวิทยุติดตามตัว (Pager Services) – ระบบอิริเดียมสามารถให้บริการวิทยุติดตามตัวทั้งประเภทตัวเลขและประเภทตัวอักษร และสามารถให้บริการ Two-Way Pager ซึ่งสามารถส่งสัญญาณตอบกลับ (Ack-back) การได้รับข้อมูลไปยังผู้ส่งได้

4. บริการค้นหาตำแหน่ง (Radio Determination Satellite Service – RDSS or Geolocation Service) เป็นบริการการค้นหาตำแหน่งของผู้ใช้อุปกรณ์โดยใช้เครื่องวัดตำแหน่ง (Geo Positioning System หรือ GPS) โดยระบบสามารถคำนวณหาตำแหน่ง (ละติจูดและลองติจูด) ของผู้ถืออุปกรณ์หรือเครื่องลูกข่ายในขณะใดขณะหนึ่ง ได้จากการที่เครื่องลูกข่ายส่งสัญญาณกลับเข้าสู่ระบบเป็นระยะ ๆ การบริการค้นหาตำแหน่งสามารถที่จะเชื่อมต่อเข้ากับระบบการทำงานอื่นๆ เช่น ใช้ในระบบควบคุมจราจรทางอากาศ ระบบค้นหาและติดตาม เป็นต้น

ลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มของผู้ใช้ระบบอิริเดียมที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดที่จัดไว้เป็นกลุ่มลูกค้าที่สำคัญคือกลุ่มนักธุรกิจที่ต้องเดินทางติดต่อสื่อสารต่างประเทศบ่อยๆ ทำให้นักธุรกิจที่เป็นผู้บริหารระดับสูงสามารถติดต่อกับสำนักงานของตนได้ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดในโลก โดยกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มที่ต้องการความสะดวกสบายในการติดต่อสื่อสาร โดยไม่กังวลในส่วนของค่าใช้จ่ายมากนัก

นอกจากนี้กลุ่มธุรกิจที่เป้าหมายที่สำคัญในการทำตลาด เช่น ในธุรกิจวิศวกรรมเหมืองแร่ ธุรกิจอุตสาหกรรมสำรวจและขุดเจาะน้ำมัน กลุ่มบริษัทอุตสาหกรรมทางทะเลและพาณิชยนาวี ในเมืองที่ปราศจากเครือข่ายโทรศัพท์ระบบเซลลูลาร์ หรือจะเป็นที่ใดๆ บนท้องฟ้า ลูกค้าที่มีรายได้สูงหรือนักหนังสือพิมพ์ ที่ต้องการความสะดวกในการติดต่อสื่อสารทั่วโลก ก็จะเป็นกลุ่มเป้าหมายของระบบอิริเดียม รวมทั้งสำหรับนักบินและนักเดินเรือด้วย

สำหรับพื้นที่ที่ยังไม่พัฒนา ที่ซึ่งค่าใช้จ่ายการติดตั้งโทรศัพท์พื้นฐานเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาอย่างมาก ระบบอิริเดียมสามารถเป็นผู้ให้บริการการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมสำหรับหน่วยงานรัฐบาล ด้วยทางเลือกที่ประหยัดค่าใช้จ่าย ระบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหว อุทกภัย พายุเฮอริเคน หรือภัยธรรมชาติต่างๆ ได้อย่างแท้จริง ก็ยังเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการรับมือกับภัยพิบัติเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสภาพอากาศและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสายโทรศัพท์หรือสายไฟฟ้าจะไม่เป็นอุปสรรคในการติดต่อสื่อสารแต่อย่างใด เครื่องลูกข่ายขนาดมือถือของอิริเดียมที่เชื่อมต่อกับดาวเทียมสามารถคงคลื่นสัญญาณไว้ได้ด้วยความเร็วคงที่และสามารถรับมือกับความพยายามที่จะบรรเทาภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในที่ใดๆ บนโลกก็ได้

การคิดค่าบริการโทรศัพท์ของระบบอิริเดียม

ปัจจัยที่มีผลต่อการคิดราคาค่าบริการในระบบอิริเดียม คือ ทางเลือกของการติดต่อสื่อสารแบบอื่นๆ ตลอดจนงานวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้บริการของกลุ่มเป้าหมาย มาเป็นปัจจัยหลักประกอบการตั้งราคา

อัตราค่าบริการโทรศัพท์อิริเดียม

1. กรณีโทรจากอิริเดียมโฟน (ISU) ไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN)

แบบ	ค่าบริการ	อัตรา (บาทต่อนาที)
1	โทรภายในประเทศ (Domestic or National Call)	90-270 *
2	โทรภายในภูมิภาค (Regional Call)	200
3	โทรทั่วโลก (Others or International Call)	250

ตารางที่ 3.1 อัตราค่าโทรศัพท์อิริเดียมแบบ ISU-PSTN

(ที่มา : บริษัท อิริเดียม เซาท์อีสท์ เอเชีย จำกัด)

หมายเหตุ * อัตรา Domestic จะมีรายละเอียดระบุว่าประเทศใดอยู่อัตรา 90, 140, 180, 230, 270 (ดูภาคผนวก) สำหรับประเทศไทย Domestic Call คิดนาทีละ 140 บาท

2. กรณีโทรจากโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN) ไปหาอิริเดียมโฟน (ISU) จะขึ้นอยู่กับว่าโทรจากระบบโทรศัพท์พื้นฐานในประเทศใด ถ้าโทรจากโทรศัพท์พื้นฐานประเทศไทยไปอิริเดียมโฟนคิดนาทีละ 300 บาท
3. กรณีโทรจากอิริเดียมโฟน(ISU) ไปหาระบบอิริเดียม(ISU) หรือไปหาระบบอินมาแซท

แบบ	ค่าบริการ	อัตรา (บาทต่อนาที)
1	อิริเดียมโฟนไปอิริเดียมโฟน	250
2	อิริเดียมโฟน ไประบบอินมาแซท	320

ตารางที่ 3.2 อัตราค่าโทรศัพท์อิริเดียมแบบ ISU-ISU

(ที่มา : บริษัท อิริเดียม เซาท์อีสท์ เอเชีย จำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราค่าบริการกรณีใช้ข้ามเขตการให้บริการ (Roaming Airtime Charges)

1. กรณีโทรออก

แบบ	ค่าบริการ	อัตรา (บาทต่อนาที)
1	ภาคพื้นมหาสมุทรอินเดีย/กลุ่มประเทศแอฟริกาใต้	50 + local / LD *
2	แอฟริกา / ตะวันออกกลาง	55 + local / LD *
3	ยุโรป / ยุโรปตะวันออก	60 + local / LD *
4	ตะวันออกไกล	60 + local / LD *
5	อเมริกาใต้	80 + local / LD *
6	อเมริกาเหนือ / อเมริกากลาง	90 + local / LD *

ตารางที่ 3.3 อัตราค่าโทรศัพท์อิริเดียมกรณีใช้ข้ามเขต (Roaming Airtime Charge)

(ที่มา : บริษัท อิริเดียม เซาท์อีสท์ เอเชีย จำกัด)

หมายเหตุ LD* : ค่าบริการโทรศัพท์ทางไกล

2. กรณีรับสายเข้า

สำหรับลูกค้าอิริเดียมที่ขอใช้บริการข้ามระบบเซลลูล่าร์ในกลุ่มประเทศต่างๆไม่ต้องจ่ายค่าบริการใดๆ เมื่อมีสายเข้า

ตัวอย่างเปรียบเทียบค่าโทรศัพท์ของโรงแรมกับระบบอิริเดียม

ประเภทการโทร	อัตราการใช้บริการโทรศัพท์ของโรงแรม *	อัตราการใช้บริการโทรศัพท์อิริเดียม(บาท)	หมายเหตุ Hotel Reference*
สหรัฐฯ ไปไทย	US$14.00 (560 บาท)	250	Sheraton Reston , USA
พม่าไปยุโรป	US$21.60 (864 บาท)	250	Nikko , Myanmar
เขมรไปไทย	US$ 6.50 (260 บาท)	200	Royal Phenom Penh
มาเลเซียไปแอฟริกาใต้	US$ 3.00 (120 บาท)	250	JW Marriott Hotel Malaysia

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบอัตราค่าโทรศัพท์อิริเดียมกับค่าโทรศัพท์ของโรงแรม

(ที่มา : บริษัท อิริเดียม เซาท์อีสท์ เอเชีย จำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลทางเทคนิคของระบบดาวเทียมอิริเดียม

CONSTELLATION	
Satellites	66
Orbital Planes	6
Inclination of Orbital Planes	86.4 degrees
Orbit Height	780 km (421.5 naut. miles)
Orbital Period	100' 28"
Min. mobile link One-way propagation delay Max. mobile link One-way propagation delay	2.6 ms 8.22 ms
SATELLITE	
Stabilization	3-axis
Transponder	Processing
Satellite Weight	689 kg
Spot Beam	3x16 per satellite for high signal quality and spectrum efficiency
Link Margin	16 db (average)
Inter-satellite Link	4 at 25 Mbps
Lifetime	5-8 years
FREQUENCY BANDS	
User Terminal	Uplinks :1616-1626.5 MHz, L-Band Downlinks :1616-1626.5 MHz, L-Band
Inter-satellite Links	23.18-23.38 GHz, Ka-Band
Gateway Links	Uplinks :29.1-29.3 GHz, Ka-Band Downlinks :19.4-19.6 GHz, Ka-Band
CONNECTIVITY	
Circuits per Satellite	1,100 (Power limited) 3,840 (Max available)
Average Satellite Connection Time	9 minutes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Min. Elevation Angle	8 degrees
SWITCHING EQUIPMENT	
Siemens GSM-D900	
On-board Satellite Processing	
Satellite and Ground Stations Control Handoffs	
Planetary Full Frequency Reuse	
SIGNALING	
Gateway to International Switching Center	PCM transmission and SS7-ISUP or MFCR2
IRIDIUM Telephone	FDMA/TDMA Quadrature Phase Shift Keying (DE-QPSK)
LAUNCH	
McDonnell Douglas (Delta II)	Five IRIDIUM satellites per launch
Khrunichev (Porton)	Seven IRIDIUM satellites per launch
China Great Wall (Long March 2C)	Two IRIDIUM satellites per launch

ตารางที่ 3.5 สรุปข้อมูลทางเทคนิคของระบบดาวเทียมอิริเดียม

(ที่มา : http://www.iridium.it/en/system/facts.htm)

ผลการดำเนินการโครงการอิริเดียมที่มีต่อประเทศไทย

- การนำเงินตราเข้าสู่ประเทศ – เนื่องจากบริษัทในประเทศไทยได้รับสิทธิในการให้บริการใน 7 ประเทศ ซึ่งรายได้ต่างๆจากการให้บริการเหล่านี้ จะถูกนำกลับมาประเทศไทย นับว่าเป็นการเสริมสร้างศักยภาพและความมั่นคงทางเศรษฐกิจ
- การทำให้ประเทศไทยมีระบบที่เป็นสากล – เนื่องจากเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียมในอนาคตจะเป็นลักษณะที่ครอบคลุมทั่วโลก เป็นระบบสากล ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่วนบุคคลผ่านดาวเทียม หรือ GMPCS ที่มีการกำหนดกฎเกณฑ์ที่จะใช้ร่วมกันในการให้บริการ ระบบอิริเดียมก็จัดอยู่ใน GMPCS เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การจ้างแรงงาน – สำหรับประเทศไทย มีการจัดตั้งสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน ที่จังหวัดนนทบุรี และ ตั้งสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียม ที่จังหวัดนครราชสีมา โดยจะมีการว่าจ้างแรงงานให้ประจำในส่วนต่างๆเหล่านี้
- การให้บริการในท้องถิ่นธุรกันดาร – ตามพื้นที่ห่างไกลที่การบริการโทรศัพท์ขั้นพื้นฐานยังไม่สามารถเข้าถึง แต่โทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมอิริเดียมสามารถที่จะให้บริการได้ แม้กระทั่งในท้องถิ่นที่ไม่มีไฟฟ้าก็สามารถใช้ได้เช่นกัน เนื่องจากมีอุปกรณ์ปลายทางในแบบสาธารณะ (Phone Booth) ซึ่งใช้แผง Solar Cell รับพลังงานจากดวงอาทิตย์
- การสร้างเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ – ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมอิริเดียมจะเป็นปัจจัยเสริมในการดำเนินธุรกิจ โดยการให้ความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อเจรจา การแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆทางธุรกิจ ความสะดวกในการเดินทาง โดยใช้โทรศัพท์เพียงเครื่องเดียวและเบอร์เดียวทั่วโลก โดยไม่ต้องแก้ไขเลขหมาย
- ความมั่นคงปลอดภัยของสังคม – สามารถใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมระบบอิริเดียมในพื้นที่ใดก็ตามบนพื้นโลก ไม่ว่าจะเป็นบนภูเขา ทะเล หรือกรณีที่เกิดภัยธรรมชาติต่างๆ เครื่องลูกข่ายอิริเดียมสามารถช่วยติดต่อกับองค์กรบรรเทาสาธารณภัยได้อย่างสะดวก

จากการศึกษาข้อมูลของระบบดาวเทียมอิริเดียม ทำให้ได้ทราบถึงความเป็นมา และเทคโนโลยีของระบบดาวเทียมอิริเดียม ที่เกิดขึ้นมาด้วยวัตถุประสงค์ในการลดข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ใช้งาน ทำให้การสื่อสารเกิดขึ้นได้แม้ในพื้นที่ที่ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม การทำงานของระบบดาวเทียมนี้มุ่งในการตอบสนองการติดต่อสื่อสารในรูปแบบของโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (Satellite Phone) เป็นหลัก อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลที่ได้ศึกษาในบทนี้จะนำไปใช้ประกอบการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีของดาวเทียมอิริเดียมที่มีอยู่ไปใช้ในการให้บริการอินเตอร์เน็ตในบทที่ 5 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

บริการอินเตอร์เน็ต

ปัจจุบันอินเตอร์เน็ตเป็นบริการที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องมาจากอินเตอร์เน็ตเปรียบเหมือนแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ที่สามารถค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ได้ทั่วโลก ในประเทศไทยมีผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (Internet Service Provider) หลายรายและมีการคิดค่าบริการที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามการให้บริการหรือใช้บริการอินเตอร์เน็ตใดๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงรายละเอียดของเครือข่ายอินเตอร์เน็ตว่ามีองค์ประกอบ รูปแบบการเชื่อมโยง และบริการที่มีอยู่บนเครือข่าย ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อินเตอร์เน็ตคืออะไร

อินเตอร์เน็ต คือ เครือข่ายการสื่อสารที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ย่อยจำนวนมากจากทุกมุมโลกเข้าด้วยกัน จนทำให้เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก เป็นแหล่งข้อมูลแหล่งใหญ่ ที่เต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสารจำนวนมหาศาลทั้งด้านวิชาการ ด้านธุรกิจ สันทนาการต่างๆ และที่สำคัญทำให้ทุกคนสามารถติดต่อกันได้ตลอดเวลาไม่ว่าจะอยู่ห่างไกลกันแค่ไหนก็ตาม

การให้บริการอินเตอร์เน็ตเป็นการบริการข้อมูลผ่านสื่อ ซึ่งส่วนมากคือผ่านทางสายโทรศัพท์และเข้ามาที่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งเป็นเครือข่ายที่ทำการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ทั่วโลกเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถค้นหาข้อมูลต่างๆที่ต้องการ หรือใช้บริการอื่นๆ จากแหล่งที่มีผู้ป้อนข้อมูลอยู่ทั่วโลกผ่านเครือข่ายนี้ได้ ซึ่งการให้บริการอินเตอร์เน็ตจะมีรูปแบบของบริการในรูปแบบมากมายหลายอย่างแตกต่างกัน ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจะมีทั้งในลักษณะที่เป็นข้อมูลตัวหนังสืออย่างเดียว ข้อมูลในรูปแบบกราฟฟิก ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวตลอดจนข้อมูลเสียง

การให้บริการอินเตอร์เน็ต ในประเทศไทย

ปัจจุบันมีผู้ใช้บริการอินเตอร์เน็ตทั่วโลกเป็นจำนวนมาก กระจายอยู่ในประเทศต่างๆ โดยการเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์ให้บริการอินเตอร์เน็ต สำหรับในประเทศไทย การสื่อสารแห่งประเทศไทยได้เปิดให้มีการให้บริการอินเตอร์เน็ตในเชิงพาณิชย์ ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2538 โดยเริ่ม

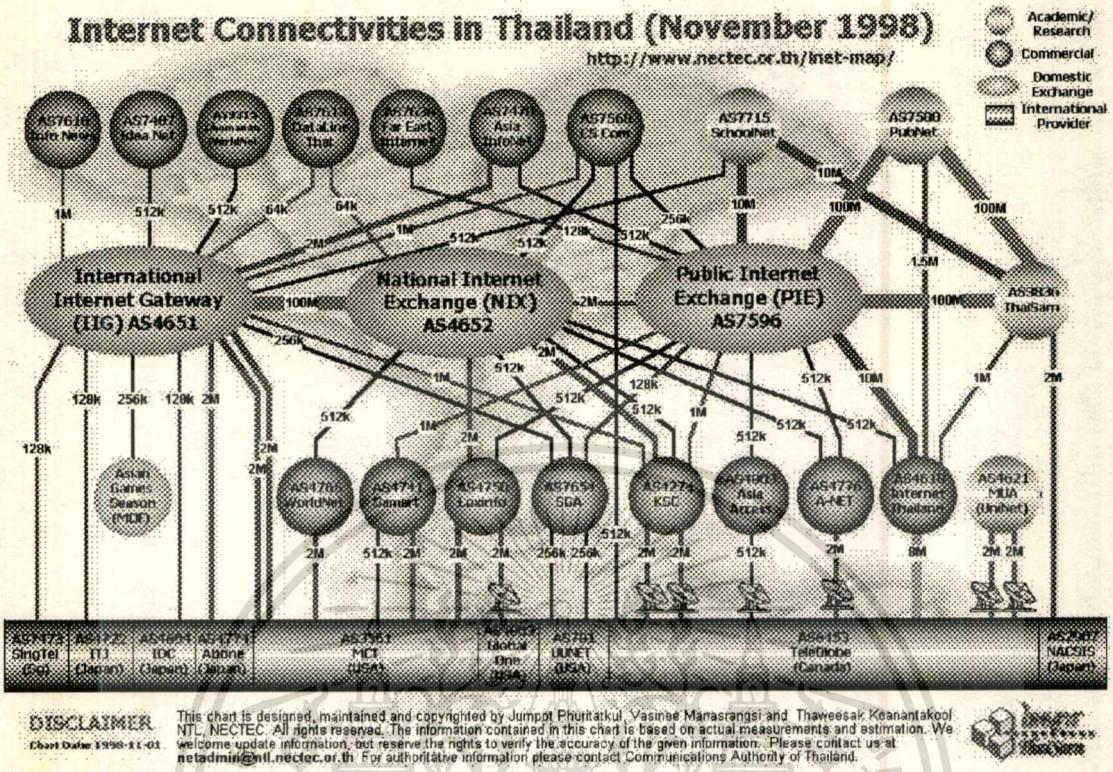
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก "เครือข่ายไทยสาร" (ThaiSarn) ซึ่งเป็นเครือข่ายอินเตอร์เน็ตภายในประเทศไทยที่ใช้งานแบบออนไลน์ ประกอบไปด้วย 6 หน่วยงานด้วยกัน คือ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, NECTEC และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งใช้งานเฉพาะ E-mail

ในช่วงเริ่มต้นที่เปิดศูนย์บริการอินเตอร์เน็ตในเชิงพาณิชย์นั้น ประกอบด้วย 2 แห่งด้วยกัน คือ บริการของอินเตอร์เน็ตไทยแลนด์ และบริการอินเตอร์เน็ต เค เอส ซี ในปัจจุบันได้มีอัตราการขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วโดยในขณะนี้มีผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตจากข้อมูลของ http://www.cpe.ku.ac.th/~thaiwww/computer/isp.html ณ วันที่ 14 ธันวาคม 2541 มี ISP ทั้งสิ้นจำนวน 17 ราย ดังต่อไปนี้

ชื่อบริษัท	ชื่อบริการ
1. บริษัท เอเน็ต จำกัด	เอ-เน็ต
2. บริษัท เวิลด์เน็ต แอนด์ เซอร์วิสเซส จำกัด	เวิลด์เน็ต
3. บริษัท ไอเน็ต (ประเทศไทย) จำกัด	เอเชียแอคเซส
4. Asia Infonet	Asia Infonet
5. Bangkok Info	Bangkok Info
6. บริษัท ชมะนันท์กรุ๊ป จำกัด	ชมะนันท์
7. บริษัท ชินวัตร แซทเทิ่ลไลท์ จำกัด	ซีเอส อินเตอร์เน็ต
8. บริษัท ดาต้าลายไทย จำกัด	ลายไทย อินเตอร์เน็ตเซอร์วิส
9. Far East Internet	Far East Internet
10. บริษัท ดิไอเนีย คอร์ปอเรชั่น จำกัด	ไอเดียเน็ต
11. บริษัท อินโฟนิวส์ จำกัด	อินโฟนิวส์
12. บริษัท อินเตอร์เน็ต ประเทศไทย จำกัด	อินเตอร์เน็ตไทยแลนด์(ไอ-เน็ต)
13. บริษัท เค เอส ซี คอมเมอร์เชียล อินเตอร์เน็ต จำกัด	อินเตอร์เน็ต เค เอส ซี
14. บริษัท ล็อกซ์เล่ย์ อินฟอร์เมชั่น เซอร์วิส จำกัด	ล็อกซ์อินโฟ
15. บริษัท สามารถ อินโฟเน็ต จำกัด	สามารถไซเบอร์เน็ต
16. บริษัท สยามโกลบอล แอคเซส จำกัด	สยามโกลบอลแอคเซส
17. Siam IT On-Line	Siam IT On-Line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในประเทศไทยและการเชื่อมต่อไปต่างประเทศ

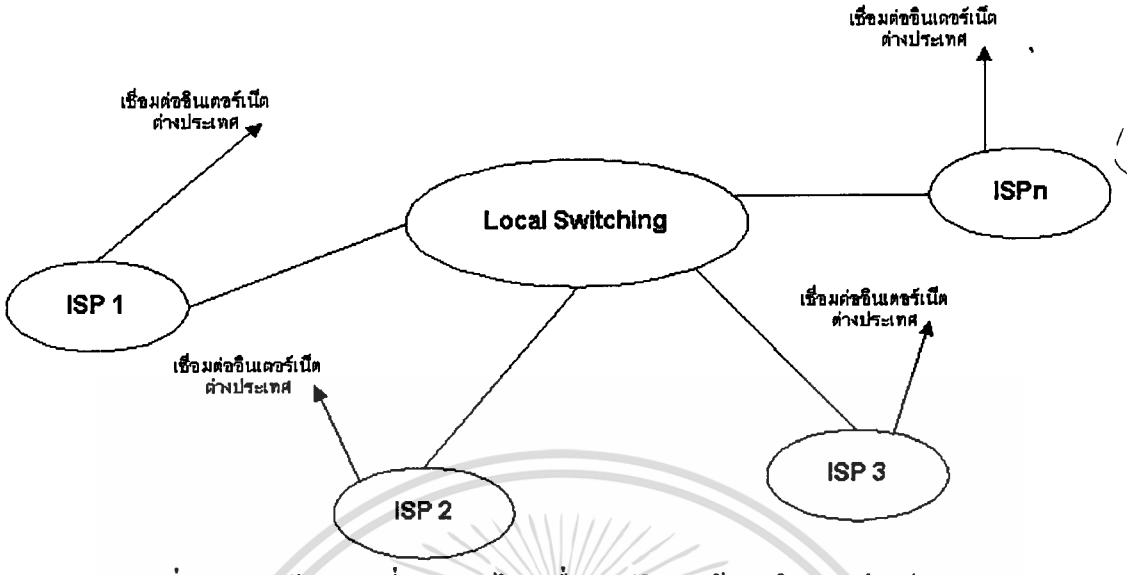
(ที่มา : http://www.nectec.or.th)

การเชื่อมโยงเครือข่ายอินเตอร์เน็ตของประเทศไทย

จากการที่มีผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตหรือ ISP เกิดขึ้นมาก แต่ละบริษัทสร้างเครือข่ายของตนเองขึ้นมาเพื่อบริการลูกค้าโดยมีสายเชื่อมโยงไปยังอินเตอร์เน็ตในต่างประเทศของตนเอง ปกติสายสัญญาณเช่าเพื่อการติดต่อกับต่างประเทศต้องเช่าผ่านการสื่อสารแห่งประเทศไทย การสวิตชิงระหว่าง ISP ต้องกระทำในต่างประเทศ ทำให้ปริมาณข้อมูลข่าวสารที่วิ่งบนเส้นทางไปต่างประเทศเพิ่มขึ้นมากทั้งที่ไม่มีความจำเป็นใดๆและค่าเช่าช่องสัญญาณไปต่างประเทศมีราคาแพงมาก ดังนั้นเพื่อให้การใช้บริการอินเตอร์เน็ตในประเทศไทยมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จึงน่าจะมีการสวิตชิงข้อมูลข่าวสารกันในประเทศ หรือโลคอลสวิตชิง

การสื่อสารแห่งประเทศไทยในฐานะที่เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่หลักในการให้บริการสวิตชิงระหว่าง ISP จึงได้สร้างชุมทางสวิตชิงสำหรับการสวิตช์ส่วนที่ใช้เชื่อมโยงภายในประเทศ เรียกว่า NIX (National Internet Exchange) โดย ISP แต่ละรายจะต้องมีวงจรสื่อสารอย่างน้อยสองวงจร วงจรหนึ่งเชื่อมต่อไปต่างประเทศ อีกวงจรหนึ่งเชื่อมต่อเข้าสู่โลคอลสวิตชิง เพื่อเรียกข้อมูลระหว่าง ISP ด้วยกัน ในปัจจุบันมี ISP หลายรายได้ใช้บริการโดยมีวงจรสื่อสารเชื่อมมาที่ NIX นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.2 การใช้สวิตชิงที่ประเทศไทยเพื่อลดปริมาณข้อมูลในสายต่างประเทศ

(ที่มา : Internet Magazine, ตุลาคม 1998)

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์การใช้งานอินเตอร์เน็ตพบว่า ข้อมูลที่วิ่งเข้าเครือข่ายมีค่าสูงกว่าข้อมูลวิ่งออก ทำให้เกิดสภาพการใช้ช่องสื่อสารที่ไม่มีประสิทธิภาพ การสื่อสารแห่งประเทศไทยจึงได้เสนอทางเลือกเพื่อให้การบริหารและจัดการวงจรเชื่อมโยงต่อไปต่างประเทศดีขึ้น โดยการทำ IIG (International Internet Gateway) เพื่อเป็นบริการที่การสื่อสารมีช่องสัญญาณต่างประเทศขนาดใหญ่เป็นช่องรวม ซึ่งขณะนี้มีขนาดประมาณ 5 เมกะบิต (ref. Internet Magazine, Oct 1998, p 29) ผู้ที่ต้องการติดต่อกับต่างประเทศ เช่น ISP รายใหม่ สามารถเช่าวงจรผ่าน IIG ซึ่งจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าใช้วงจรเช่าตรงของตนเอง และยังลดการเสียค่าเชื่อมต่อในต่างประเทศ เพราะทุกจุดเชื่อมต่อในต่างประเทศต้องเสียค่าใช้จ่ายให้กับต่างประเทศด้วย บริการ IIG จึงเป็นการรวมบริหารจัดการ ซึ่งจะทำให้ค่า UF (Utilization Factor) มีค่าสูงขึ้นได้

องค์ประกอบของการให้บริการอินเตอร์เน็ต

อินเตอร์เน็ตเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้โปรโตคอล TCP/IP เป็นมาตรฐานในการทำงานของระบบ โดยมาตรฐานนี้นิยมใช้กันมากในระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (UNIX) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วระบบการทำงานของเครือข่ายโปรโตคอล TCP/IP โดยเฉพาะสำหรับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนั้นจะแบ่งกลุ่มของฟังก์ชันการทำงานออกเป็น 6 กลุ่มใหญ่ ๆ ซึ่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆก็จะคำนึงถึงฟังก์ชัน 6 กลุ่มนี้ด้วย ดังนี้

1.*ชนิดของสถานี (Station)* – ระบบเครือข่ายโปรโตคอล TCP/IP ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (สถานี) ที่ทำหน้าที่แตกต่างกันอยู่ 2 ชนิด คือเครื่องที่เป็นสถานีให้บริการซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า Host หรือ Server และเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ใช้ซึ่งเรียกว่า Terminal หรือ Client โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นสถานีให้บริการจะทำหน้าที่คอยให้บริการแก่ผู้ใช้ในด้านต่างๆ

2. *ระบบไอพีแอดเดรส (IP Address)* – การสื่อสารข้อมูลในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นเป็นการสื่อสารในลักษณะที่เฟรมข้อมูลของแต่ละการสื่อสารนั้นเป็นคนกำหนดเส้นทางที่สื่อสารเอง โดยที่ในเฟรมข้อมูลนั้นจะมีส่วนอ้างอิงกำกับการสื่อสารนั้น (Header) ซึ่งส่วนกำกับนี้จะมีเขตๆหนึ่งที่จะบอกว่าเฟรมข้อมูลนี้เป็นของเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดที่กำลังส่งและจะส่งไปยังเครื่องใด มีชื่อเรียกว่า IP Address ซึ่งต้องมีการกำหนดค่า IP Address ให้แต่ละสถานีที่จะสื่อสารกันเพราะจะต้องใช้ค่านี้เป็นค่าอ้างอิงในเฟรมข้อมูลที่สื่อสารในเครือข่าย ซึ่งจะมี 2 ชนิด คือ Source IP Address และ Destination IP Address

3. *ระบบโปรโตคอลหาเส้นทาง (IP Routing Protocols)* – ลักษณะการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดๆในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยทั่วไปแล้วมีอยู่ 2 ลักษณะคือ การเชื่อมต่อภายในเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) ของบริษัทด้วยกันเอง และการเชื่อมต่อระหว่างหน่วยงานหรือบริษัทต่างๆซึ่งก็คือการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายท้องถิ่นหนึ่งกับอีกเครือข่ายท้องถิ่นหนึ่งนั่นเอง โดยอาจมีการบริการของระบบเครือข่ายระยะไกล (WAN) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย
ทั้งการเชื่อมต่อภายในหน่วยงานและระหว่างหน่วยงานนั้นจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์เครือข่ายที่เรียกว่าเราเตอร์ (Router) ในการเชื่อมต่อเสมอ โดยเราเตอร์นี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบและจัดการเกี่ยวกับเส้นทางในการสื่อสารข้อมูลทั้งหมดของระบบ

4. *ระบบชื่อกลุ่ม (Domain Name System)* – ได้มีการออกแบบระบบชื่อของสถานีบริการต่าง ๆ บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในลักษณะรูปแบบตัวอักษรที่ง่ายต่อการจดจำและสะดวกต่อผู้ใช้ในการงานบนเครือข่าย โดยจะมีซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่คอยจัดสรรและบริหารในส่วนของการเปรียบเทียบค่าระหว่างชื่อตัวอักษรกับค่า IP Address ของเครื่องสถานีต่างๆบนอินเตอร์เน็ตซึ่งเรียกระบบนี้ว่าระบบ DNS (Domain Name Server)

5. *โปรแกรมประยุกต์บนอินเตอร์เน็ต (Application)* – การใช้งานโปรแกรมประยุกต์ต่างๆบนอินเตอร์เน็ตมีลักษณะที่แตกต่างจากการใช้งานบนเครือข่ายท้องถิ่นทั่วไป ในส่วนที่จะมีโปรแกรมประยุกต์ค่อนข้างมากมายหลายชนิด โดยที่แต่ละชนิดมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันมาก

6. *ระบบความปลอดภัยบนอินเตอร์เน็ต (Security)* – เนื่องอินเตอร์เน็ตเหมือนกับการเปิดประเทศสู่โลกภายนอก ดังนั้นผู้ใช้อินเตอร์เน็ต ณ ที่ต่างๆทั่วโลกก็จะสามารถเชื่อมต่อเข้ามากับระบบเครือข่ายท้องถิ่นของบริษัทได้เช่นเดียวกับที่บริษัทสามารถใช้บริการในเครือข่ายอื่นๆดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยของเครือข่าย (Network Security) คอยป้องกันไม่ให้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักลอบเข้ามาใช้หรือทำลายข้อมูลที่สำคัญของบริษัท ซึ่งระบบรักษาความปลอดภัยของเครือข่ายที่จะใช้จะต้องมีความสลับซับซ้อนมาก

วิธีการขอใช้บริการโฮสต์ (Host) TCP/IP

โดยทั่วไปแล้วจะมีวิธีสื่อสารข้อมูลอยู่ ด้วยกัน 2 วิธีหลักๆ คือ วิธีสื่อสารข้อมูลโดยวิธีอะซิงโครนัส (Asynchronous Mode) และวิธีต่อเชื่อมโดยตรงกับเครือข่ายท้องถิ่น (Direct LAN)

การสื่อสารข้อมูลโดยวิธีอะซิงโครนัส เป็นระบบการสื่อสารข้อมูลที่เก่าแก่มาตั้งแต่แรกเริ่มของระบบเครือข่าย ลักษณะการทำงานโดยทั่วไปของระบบอะซิงโครนัสนั้นเป็นการสื่อสารในลักษณะจุดต่อจุด และส่วนใหญ่จะเป็นการสื่อสารข้อมูลที่ความเร็วไม่มากนัก ซึ่งจะอยู่ในช่วง 2,400 ถึง 38,400 บิตต่อวินาที และระบบสัญญาณที่ใช้มีชื่อเรียกว่ามาตรฐาน RS-232c

การต่อเชื่อมโดยตรงกับเครือข่ายท้องถิ่น วิธีการนี้เป็นการใช้งานระบบเครือข่ายท้องถิ่นทั่วไปนั่นเอง คือเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้จะมีการ์ดแลนติดตั้งอยู่เพื่อจะต่อเชื่อมเข้ากับระบบเครือข่ายได้โดยตรง ระบบนี้มีความสะดวกและสามารถที่จะใช้บริการต่างๆจากโฮสต์ (หรือ Server)บนเครือข่ายได้มากกว่าวิธีการแบบอะซิงโครนัส ความเร็วของการสื่อสารข้อมูลมากกว่า และวิธีการต่อเชื่อมก็เป็นไปลักษณะต่อเชื่อมกลุ่มมาก (Multi Access) ซึ่งสะดวกและสามารถขยายการใช้งานของระบบได้ดี ทำให้วิธีนี้เป็นที่นิยมมาก

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการต่อเชื่อมในระบบเครือข่าย TCP/IP ของผู้ใช้ต่างๆ ส่วนใหญ่จะเป็นวิธีการผสมของทั้งสองเทคโนโลยี โดยมักแบ่งกลุ่มของการต่อเชื่อมของผู้ใช้เป็นสองกลุ่ม คือ ผู้ใช้ที่อยู่บริเวณเดียวกับโฮสต์ จะเรียกว่าเป็น Local User และระยะไกล เรียกว่า Remote User ซึ่ง Local User จะใช้วิธีต่อเชื่อมกับเครือข่ายท้องถิ่นโดยตรง ส่วน Remote User ก็จะต่อเชื่อมด้วยวิธีอะซิงโครนัสผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Communication Server หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Terminal Server โดยอุปกรณ์นี้จะทำให้การทำงานอะซิงโครนัสของเทอร์มินัลสามารถสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นได้

การติดต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ต

หากมองในแง่เครือข่ายคอมพิวเตอร์แล้ว อินเตอร์เน็ตจัดเป็นเครือข่ายระยะไกลแบบสาธารณะ (Public Data Network) เครือข่ายหนึ่ง แต่เป็นเครือข่ายสาธารณะที่ไม่มีเจ้าของโดยตรง การเข้าใช้งานเครือข่ายอินเตอร์เน็ตจะติดต่อผ่านผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต หรือ ISP ซึ่งเป็นเสมือนผู้ใช้อินเตอร์เน็ตผู้หนึ่งที่มีการเชื่อมต่อเข้ากับเข้ากับอินเตอร์เน็ตด้วยความเร็วสูง ในขณะที่การเชื่อมต่อในอินเตอร์เน็ตจะเป็นการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันของผู้สนใจในชุมชนอินเตอร์เน็ตจากทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อเข้าใช้บริการอินเตอร์เน็ตมี 3 วิธี ได้แก่

1. การเชื่อมต่อโดยตรงผ่านสายนำสัญญาณ

ในการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตโดยตรงผู้ใช้ต้องมีเครือข่ายที่ต้องการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต เพื่อให้ใช้บริการต่างๆ ได้ตลอดเวลา โดยการเชื่อมต่อเราอาจใช้อุปกรณ์ Router ทำหน้าที่เป็น Gateway เชื่อมโยงเครือข่ายภายในองค์กรเข้ากับเครือข่ายของอินเตอร์เน็ต โดยใช้ช่องทางการสื่อสาร เช่น สายเช่า (Leased Line), ISDN, Fiber Optic, เป็นต้น จุดที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ตได้ โดยปกติจะเป็นการต่อเข้ากับระบบของ ISP (Internet Services Provider) ซึ่งเป็นเสมือนตัวแทนในการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายของอินเตอร์เน็ตในแต่ละพื้นที่ ISP ส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะมีการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตโดยการเช่าวงจรที่ต่อผ่านการสื่อสารแห่งประเทศไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

เมื่อมีการเชื่อมต่อเข้าสู่อินเตอร์เน็ตแล้วผู้ใช้จะทำงานได้เช่นเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ที่ติดต่ออยู่กับอินเตอร์เน็ต ข้อดีของการติดต่อกับอินเตอร์เน็ตโดยตรงก็คือ สามารถรับและส่งข้อมูลได้โดยตรง นิยมใช้ในมหาวิทยาลัยและในบริษัทต่างๆ รวมทั้งหน่วยงานที่เป็น ISP ก็ใช้การเชื่อมต่อลักษณะดังกล่าวนี้เชื่อมต่อกับหน่วยงาน ISP ในต่างประเทศ ซึ่งส่วนมากจะเป็น ISP ที่มีการเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายหลัก (Backbone) ของอินเตอร์เน็ตโดยตรง การที่ผู้ใช้ในประเทศไทยติดต่อกับ ISP ในต่างประเทศ ก็เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อเช่าคู่สายโทรศัพท์ทางไกลไปยังต่างประเทศและค่าบริการ ISP ในต่างประเทศ เพราะหน่วยงาน ISP ในประเทศไทยจะเป็นผู้เช่าคู่สายโทรศัพท์ทางไกลและจ่ายค่าบริการ ISP ให้กับต่างประเทศ เพื่อนำมาแบ่งให้บริการแก่ผู้ใช้บริการในประเทศเป็นการเฉลี่ยค่าใช้จ่ายนั่นเอง

2. การเชื่อมต่อผ่านคู่สายโทรศัพท์ (Dial-up Access)

การเชื่อมต่อประเภทนี้จะเป็นการติดต่อผ่านสายโทรศัพท์ โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ติดต่อผ่าน Modem เพื่อติดต่อกับคอมพิวเตอร์ที่มีการติดต่อกับอินเตอร์เน็ตโดยตรง ซึ่งปกติแล้วก็คือหน่วยงาน ISP นั่นเอง ในการใช้งานจะต้องพิจารณาว่าต้องการให้เครื่องที่ใช้ทำงาน Graphic ได้หรือต้องการใช้เพียงแค่การจำลองเป็น Terminal (Terminal Emulator) ตัวหนึ่งของคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมกับระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะใช้งานได้เฉพาะรูปแบบอักษร (Text Mode) เท่านั้น

ในกรณีที่ต้องการใช้งานเป็น Terminal จะต้องใช้โปรแกรมสื่อสาร หมุนโทรศัพท์เข้าหาเครื่องที่เป็น ISP เมื่อติดต่อได้แล้วก็จะได้รับข้อความแจ้งให้ใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน ต่อจากนั้นก็สามารถใช้งานเป็น Terminal ได้ทันที ส่วนในกรณีที่ต้องการใช้งานในรูปแบบ Graphic จะต้องใช้ Software พิเศษที่จะติดต่อกับอินเตอร์เน็ต นั่นคือ ต้องมีการเชื่อมต่อผ่าน SLIP Protocol (Serial Line Internet Protocol) หรือ PPP (Point-to-Point Protocol) เพื่อใช้บริการแบบ Graphic เมื่อติดต่อกันได้

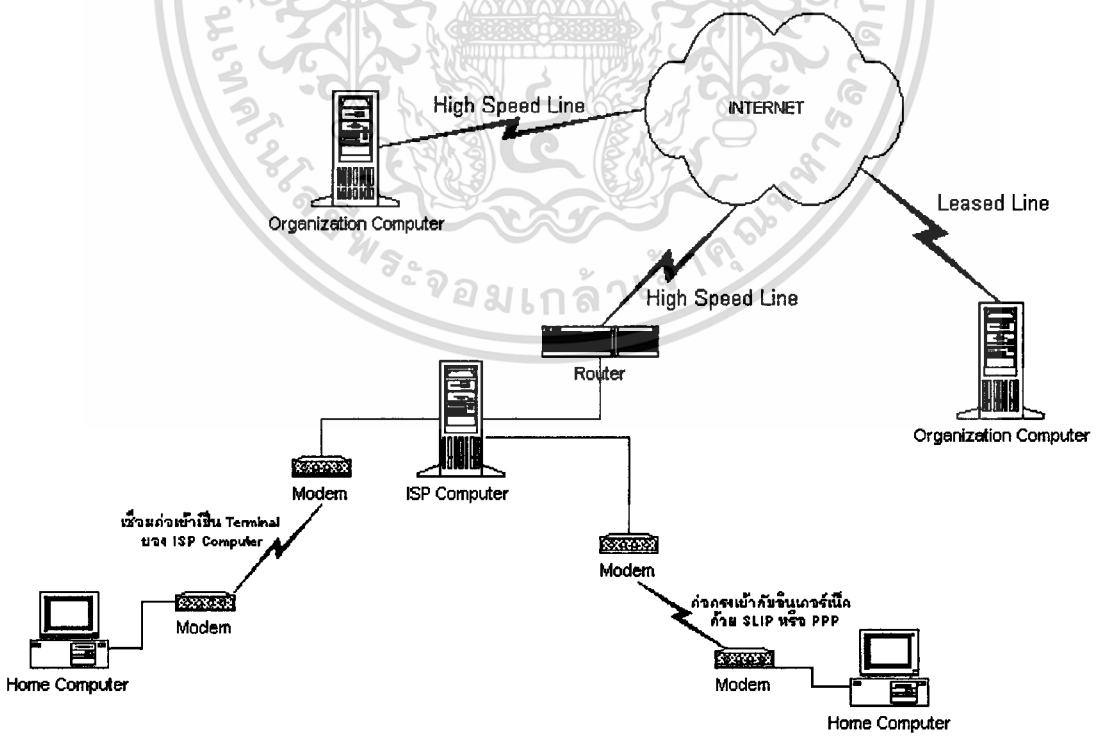
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว เครื่องคอมพิวเตอรีที่ผู้ใช้ติดต่อเข้าไปก็จะทำงานได้เหมือนเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์อิสระเครื่องหนึ่งในระบบเครือข่ายของ ISPนั่นคือเปรียบเสมือนกับมีการเชื่อมต่อกันโดยตรงเข้ากับอินเตอร์เน็ต สามารถใช้โปรแกรมและบริการต่างๆ เช่น ใช้โปรแกรม Browser เพื่อดูข้อมูล World Wide Web ได้ทันที

เมื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเตอร์เน็ตแล้ว ผู้ใช้จะใช้โปรแกรมประยุกต์ใดก็ได้ แต่ความเร็วในการสื่อสารจะช้ากว่าการเชื่อมต่อโดยตรง เพราะ Modem ที่ใช้เชื่อมต่อจะมีความเร็วในการสื่อสารตั้งแต่ 9.6 ถึง 33.6 Kbps เท่านั้น รวมทั้งไฟล์และจดหมายอิเล็คทรอนิกส์ จะถูกเก็บไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดต่อกับอินเตอร์เน็ตโดยตรงเท่านั้น ในกรณีของการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ก็จะต้องมีการถ่ายโอน(Download)ไฟล์จดหมายและจดหมายอิเลคทรอนิกส์มายังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้อีกทอดหนึ่ง ทำให้ยุ่งยากและเสียเวลาในการทำงาน แต่ก็เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการติดต่อโดยตรงมาก

3. การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม

ในการเชื่อมต่อลักษณะนี้ เหมาะสำหรับผู้ใช้ประเภทองค์กรทุกขนาดที่มีความต้องการเรียกใช้ข้อมูลอินเตอร์เน็ต



รูปที่ 4.3 แสดงการเชื่อมต่อเข้าใช้อินเตอร์เน็ต

(ที่มา : วาสนา สุขกระสานติ.โลกของคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ, 2540 :8-10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการให้บริการอินเตอร์เน็ต

สำหรับรูปแบบบริการหลักๆที่แต่ละผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตมีให้บริการแก่ผู้ใช้ก็คือ บริการอินเตอร์เน็ต ประเภทบุคคล (Individual User) และ บริการอินเตอร์เน็ตประเภทองค์กร (Corporate User) โดยราคาค่าบริการและการใช้งานแตกต่างกัน

1. บริการอินเตอร์เน็ตประเภทบุคคล (Individual User) คือ การให้บริการเฉพาะบุคคลเป็นรายๆไป โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้งานเพียงไม่กี่ชิ้น คือมีเพียงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) และโมเด็ม (Modem) อย่างละ 1 เครื่อง จึงทำให้การใช้บริการนี้มีค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงนักและก็สามารถติดตั้งได้ง่าย

2. บริการอินเตอร์เน็ตประเภทองค์กร (Corporate User) คือ การให้ใช้บริการทั้งหน่วยงานหรือทั้งบริษัท โดยทางศูนย์บริการอินเตอร์เน็ตจะให้หน่วยงานหรือบริษัททำการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายของบริษัทเข้ากับศูนย์บริการอินเตอร์เน็ตด้วยเส้นทางที่ถาวร (Dedicated On-line Connection) โดยจะเชื่อมระหว่างเครือข่ายบริษัทกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (ศูนย์บริการ) ด้วยการทำงานของฟังก์ชั่นเราเตอร์ (Routing Function) และการสื่อสารระยะไกล (WAN) ในลักษณะสายเช่า (Leased Line) โดยตรง โดยที่ระบบเครือข่ายของบริษัทนั้นจะต้องมีระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำงานด้วยโปรโตคอล TCP/IP ได้ เพราะระบบอินเตอร์เน็ตใช้โปรโตคอลนี้เป็นมาตรฐานหลักในการทำงาน ส่วนการให้บริการแก่ยูสเซอร์ก็แล้วแต่บริษัทจะจัดสรรให้ซึ่งอาจมีการติดตั้งไว้ใช้บริการระบบเครือข่ายภายในบริษัทอยู่แล้ว บริษัทก็เพียงทำการปรับปรุงให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้เท่านั้น คืออาจลงทุนเพียงในส่วนของเส้นทางที่เชื่อมต่อกับศูนย์บริการอินเตอร์เน็ตและจัดระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในให้เป็นระบบที่ใช้มาตรฐานเดียวกับระบบอินเตอร์เน็ต

โดยบริการที่มีให้จะเป็นบริการด้านต่างๆ เช่น

- บริการด้านการสื่อสารและแลกเปลี่ยนแฟ้มข้อมูล เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail), การเข้าใช้เครื่องจากระยะไกล (Telnet), การขนถ่ายแฟ้มข้อมูล (File Transfer Protocol), กระดานข่าว (Usenet), การพูดคุยออนไลน์ (Talk) เป็นต้น
- บริการค้นหาข้อมูล เช่น Archie, WAIS, Gopher, Veronica, Mailing List, WWW เป็นต้น

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอินเตอร์เน็ต พบว่าเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีส่วนในการใช้งานในชีวิตประจำวันด้วยกันในหลายประการ ความน่าสนใจของเทคโนโลยีนี้จะสามารถนำไปใช้งานผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมได้หรือไม่นั้น เป็นสิ่งที่จะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การศึกษาความเป็นไปได้ในการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบอิริเดียม

บทนี้จะเป็นการศึกษาความเป็นไปได้เชิงเทคนิค ความสามารถของเทคโนโลยีของระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียมในการนำมาให้บริการอินเตอร์ว่าสามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร จะทำได้ด้วยวิธีการอย่างไรบ้าง จะมีรูปแบบของการนำมาให้บริการได้อย่างไร แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อหาความเป็นไปได้จากเทคโนโลยีของระบบอิริเดียมในการนำมาให้บริการอินเตอร์เน็ตว่าสามารถทำได้หรือไม่ในด้านเทคนิค

นอกจากนี้จะทำการศึกษาถึงความคุ้มค่าในเรื่องของผลตอบแทนที่จะได้รับในแนวทางที่เห็นว่าน่าสนใจที่สุดจากความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิค ว่าถ้าจะนำมาให้บริการในเชิงพาณิชย์แล้วจะมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเป็นอย่างไร จะให้ผลตอบแทนแก่ผู้ให้บริการใน 3 ปีแรกของการเปิดให้บริการเป็นอย่างไร

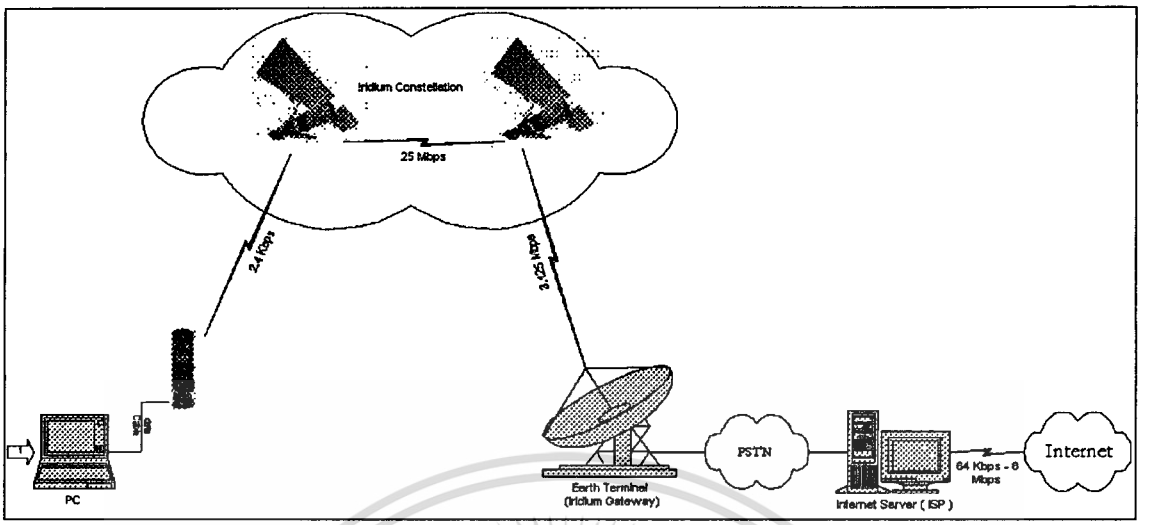
ความเป็นไปได้ทางเทคนิค

จากการศึกษาพบว่า มีแนวทางในการนำอินเตอร์เน็ตมาให้บริการผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมที่เป็นไปได้แบ่งได้เป็น 4 แนวทาง คือ

<u>แนวทางที่ 1</u> : ใช้ระบบดาวเทียมอิริเดียมเป็นทางผ่าน (Path)ในการให้บริการอินเตอร์เน็ต

<u>วัตถุประสงค์</u> ของแนวทางนี้เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาการไม่สามารถใช้อินเตอร์เน็ตได้จากพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีเครือข่ายของระบบโทรศัพท์พื้นฐาน หรือระบบโทรคมนาคมอื่นในการนำมาใช้เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต แนวทางนี้จะช่วยเพิ่มระยะทางในการใช้อินเตอร์เน็ตได้ไม่ว่าผู้ใช้จะอยู่ห่างจากผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (หรือ ISP) เพียงใดก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมตามแนวทางที่ 1

<u>วิธีการทำงานของระบบ</u> ตามแนวทางนี้ จะมองระบบทั้งหมดตั้งแต่ต้นทางถึง ISP เป็นแบบ Transparency คือ เสมือนว่าเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกับเครือข่ายระบบอิริเดียมเป็นเครือข่ายเดียวกัน โดยไม่ต้องสนใจว่าระบบดาวเทียมอิริเดียมจะทำงานอย่างไร แต่การต่อเชื่อมอุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกันดังรูป 5.1 จะทำให้สามารถใช้อินเตอร์เน็ตได้

สิ่งที่ผู้ใช้จำเป็นต้องมี คือ

- โทรศัพท์มือถืออิริเดียม มีความเร็วในการส่งข้อมูลได้ที่ 2.4 กิโลบิตต่อวินาที ในระบบปัจจุบันมีอยู่แล้วในราคาเครื่องละ 200,000 บาท
- สายต่อ หรือ Data Cable ซึ่งเป็นอุปกรณ์เสริมของระบบโทรศัพท์เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อโทรศัพท์เข้ากับโมเด็มของคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันยังไม่มีจำหน่ายแต่มีแผนงานที่จะผลิตเพื่อนำออกจำหน่ายในอนาคตอันใกล้
- คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานอินเตอร์เน็ตได้

วิธีการทำงานของระบบนี้ คือ ผู้ใช้อินเตอร์เน็ตเชื่อมต่ออิริเดียมโฟนเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยใช้สายต่อ ที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 2.4 กิโลบิตต่อวินาที เมื่อกดโทรศัพท์หมายเลขของ ISP ระบบก็จะทำฟังก์ชั่นของการโทรปกติ วิธีการไม่แตกต่างจากการใช้โทรศัพท์ปกติในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต เมื่อระบบอิริเดียมรู้ว่าเป็นหมายเลขของระบบอื่นก็จะส่งสัญญาณไปที่ Gateway ที่ใกล้ที่สุดของ Location โดยพิจารณาจากรหัสประเทศของหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางแล้วทำการเชื่อมต่อให้เข้ากับเครือข่าย PSTN เพื่อส่งการติดต่อเข้าสู่ ISP ที่เป็นสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดการเชื่อมโยงการสื่อสารของระบบมี 3 จุด

1) Service Link คือ การเชื่อมโยงจากโทรศัพท์มือถืออิริเดียม กับดาวเทียม ด้วยอัตราการส่งข้อมูล 2.4 กิโลบิตต่อวินาที ระบบสามารถนำอินเตอร์เน็ตมาใช้ได้ แต่ความเร็วที่ได้ในการใช้งานจะต่ำมาก ทำให้การรับ-ส่งข้อมูลในอินเตอร์เน็ตใช้เวลารอนาน และไม่เหมาะจะใช้กับการรับ-ส่งข้อมูลประเภทกราฟฟิกหรือภาพเคลื่อนไหว
2) Inter-Satellite Link คือ การเชื่อมโยงระหว่างดาวเทียมกับดาวเทียมอิริเดียมด้วยกันเองในการส่งผ่านข้อมูลจากดาวเทียมดวงหนึ่งไปสู่ดาวเทียมอีกดวงหนึ่งด้วยอัตราการส่งผ่านข้อมูล 25 เมกะบิตต่อวินาที สามารถนำไปให้บริการอินเตอร์เน็ตได้
3) Feeder Link คือ การเชื่อมโยงระหว่างสถานีจานรับ-ส่งสัญญาณ (Earth Terminal) กับดาวเทียม ด้วยอัตราการส่งผ่านข้อมูล 3.125 เมกะบิตต่อวินาที ด้วยความเร็วขนาดนี้สามารถนำไปใช้ให้บริการอินเตอร์เน็ตได้

นอกจากนี้ยังมีจุดเชื่อมโยงย่อย จากสายต่อ (Data Cable) ระหว่างโทรศัพท์อิริเดียมกับโมเด็มของคอมพิวเตอร์ ด้วยความเร็ว 2.4 กิโลบิตต่อวินาที

ข้อดี

- ผู้ใช้สามารถใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ในโลก ด้วยโทรศัพท์อิริเดียมที่สะดวกในการพกพา ที่ผู้ใช้มีอยู่
- ผู้ให้บริการ (Iridium Provider) สามารถให้บริการได้โดยไม่ต้องลงทุนเพิ่มในส่วนของระบบเครือข่าย แต่ได้ค่าบริการโทรศัพท์เพิ่มขึ้นจากการใช้งานอินเตอร์เน็ต
- ผู้ใช้สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ทุก Application
- ผู้ใช้เป็นสมาชิกอินเตอร์เน็ตกับ ISP รายใดก็ได้ในโลก

ข้อเสีย

- มีข้อจำกัดที่ความเร็ว (Speed) และเทคโนโลยีของโทรศัพท์ ทำให้ใช้อินเตอร์เน็ตได้ช้า ซึ่งโทรศัพท์อิริเดียมในขณะนี้มีแบนด์วิธสำหรับการสื่อข้อมูลได้ 2,400 บิตต่อวินาที
- ผู้ให้บริการ หรือ Iridium Provider ต้องเสียแบนด์วิธสำหรับลูกค้าที่ใช้ Voice ไปบางส่วนเพื่อไปให้บริการ กับลูกค้าอินเตอร์เน็ต
- แนวทางนี้ไม่น่าสนใจเนื่องจากไม่ได้เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Added) ให้กับระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียมที่มีอยู่

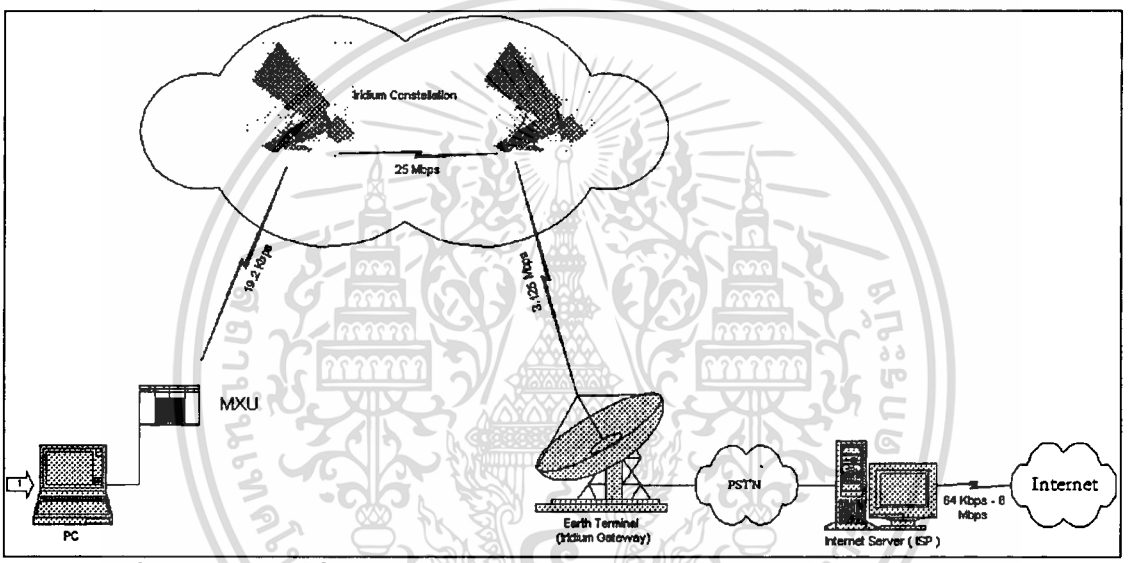
ข้อสังเกต ตามแนวทางนี้ถ้าจะให้บริการในเชิงพาณิชย์ ในอนาคตผู้ให้บริการ หรือ Iridium Provider ต้องทำการพัฒนาโทรศัพท์ให้มีแบนด์วิธเพิ่มขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ หรือลูกค้าพอใจในการใช้งานอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แนวทางที่ 2</u> ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Mobile Exchange Unit หรือ MXU เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แล้วใช้อินเตอร์เน็ต โดยใช้ระบบอิริเดียมเป็นทางผ่านไปติดต่อกับ ISP ข้างนอก

<u>วัตถุประสงค์</u>ของแนวทางนี้

- เพื่อต้องการเพิ่มจำนวนช่องสัญญาณในการใช้อินเตอร์เน็ตให้เพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้เร็วขึ้น
- ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ที่ต้องการ



รูปที่ 5.2 แสดงการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมตามแนวทางที่ 2

<u>วิธีการทำงาน</u>ในแนวทางนี้จะเหมือนกับแนวทางที่ 1 ทุกประการ แต่แทนที่จะใช้โทรศัพท์มือถืออิริเดียม แต่ใช้อุปกรณ์ MXU แทน ซึ่ง MXU จะมีฟังก์ชั่นการทำงานคล้ายโทรศัพท์อิริเดียมทุกประการแต่มีช่องสัญญาณมากกว่า ใช้ได้ครั้งละ 8 ช่องสัญญาณ ช่องสัญญาณละ 2.4 กิโลบิตต่อวินาที ดังนั้น ได้ทั้งหมด 19.2 กิโลบิตต่อวินาที

สิ่งที่ผู้ใช้ต้องมี คือ

- อุปกรณ์ Mobile Exchange Unit (MXU)
- คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ พร้อมอุปกรณ์ใช้เชื่อมต่อกับ MXU

<u>ข้อดี</u>

- ใช้อินเตอร์เน็ตได้ด้วยความเร็วสูงขึ้น คือ 19.2 กิโลบิตต่อวินาที
- ผู้ให้บริการอิริเดียมไม่ต้องลงทุนด้านเครือข่ายเพิ่ม และได้ค่า Airtime โทรศัพท์เพิ่มขึ้นจากการใช้อินเตอร์เน็ตของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ในโลกและใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุก Application
- ผู้ใช้เป็นสมาชิกอินเตอร์เน็ตกับ ISP รายใดก็ได้ในโลก

ข้อเสีย

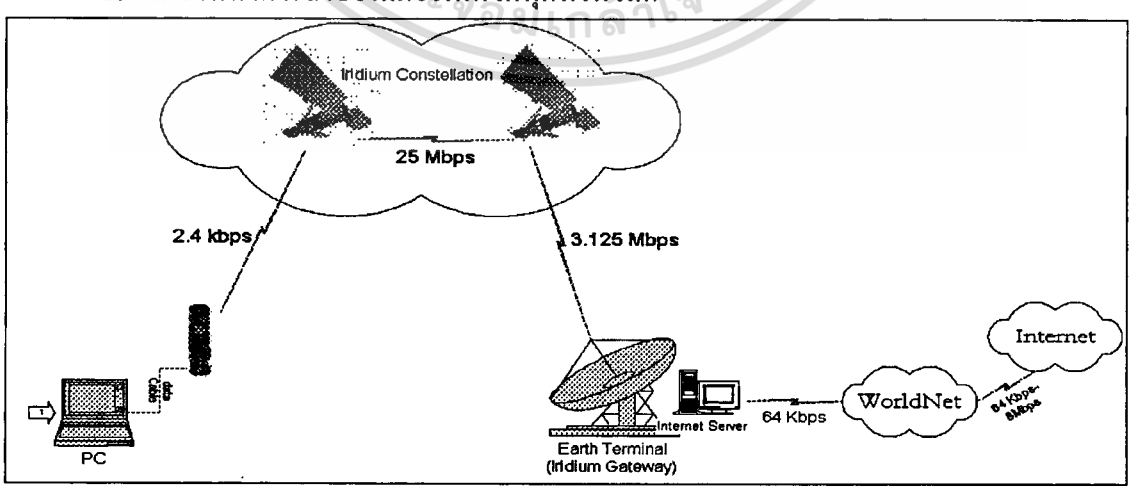
- อุปกรณ์นี้อาจไม่เหมาะกับลูกค้าที่เป็นผู้ใช้ธรรมดาทั่วไป ไม่ใช่ อิริเดียมโฟนที่สะดวกในการพกพามากกว่า
- ผู้ให้บริการอิริเดียมต้องเสีย ช่องสัญญาณเพิ่มขึ้น ทำให้อาจส่งผลต่อการให้บริการ ลูกค้าโทรศัพท์ปกติ (ลูกค้า Voice)ได้ ถ้าการจัดสรรช่องสัญญาณไม่ดี
- แนวทางนี้ไม่น่าใจเนื่องจากไม่ได้เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียมที่มีอยู่เดิม

ข้อสังเกต อาจมีความยุ่งยากในทางเทคนิคจากการใช้งานเพราะใช้ได้ครั้งละ 8 ช่องสัญญาณ ว่าจะต้องโทรเข้าอินเตอร์เน็ตใช้เลขหมายของ ISP จำนวนเท่าไร เพราะคงไม่สามารถไปเปลี่ยนแปลงที่ระบบดาวเทียมได้ ดังนั้นถ้าจะนำไปใช้งานอินเตอร์เน็ตจริงจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงรายละเอียดด้านเทคนิคในการทำงานของอุปกรณ์ MXU ในรายละเอียดมากขึ้นก่อนนำไปใช้

แนวทางที่ 3 : ให้ระบบอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (Iridium ISP) และใช้อิริเดียมโฟนในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต ดังรูปที่ 5.3

วัตถุประสงค์ ของแนวทางนี้ คือ

1. เพื่อรับประกันความแน่นอนในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต (ซึ่งในแนวทางที่ 1การโทรถึง ISP ข้างนอกอาจโทรติดได้ยากกว่าการโทรเข้าที่ Gateway อิริเดียมเอง)
2. เพื่อให้สามารถใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ในโลก



รูปที่ 5.3 แสดงการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมตามแนวทางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีการทำงาน</u>ในแนวทางนี้จะคล้ายกับการทำงานในแนวทางที่ 1 เนื่องจากใช้อิริเดียมโฟนโทรเข้าอินเตอร์เน็ต แต่แทนที่จะต้องโทรเลขหมายของ ISP ข้างนอก ก็โทรเลขหมาย ISP ที่ Gateway อิริเดียมแทนเพราะในแนวทางนี้ ผู้ให้บริการอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตเอง ซึ่งจะต้องมีการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์เพื่อให้บริการอินเตอร์เน็ตที่ Gateway อิริเดียม อาจติดตั้งเฉพาะ Gateway เพียงแห่งเดียวก็ใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ หรือจะติดตั้งในทุกๆ Gateway ก็ทำงานได้เช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการ

รูปแบบในการเป็น ISP ของผู้ให้บริการอิริเดียม ในกรณีศึกษานี้จะติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์เพื่อให้บริการอินเตอร์เน็ตเฉพาะที่ Gateway อิริเดียมประเทศไทยเท่านั้น และเพื่อให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเป็น ISP มาก จึงเห็นว่าควรเป็น Subnode ให้กับ WorldNet ซึ่งเป็นบริษัทในกลุ่มยูคอมด้วยกันที่เป็น ISP อยู่แล้ว ซึ่งสามารถให้บริการอินเตอร์เน็ตเช่นเดียวกับเป็น ISP เองทุกประการ โดยเช่า Leased Line แล้วทำการเชื่อมต่อจาก Gateway ไปหา WorldNet

ผู้ให้บริการอิริเดียมต้องมีการกำหนดเลขหมายเฉพาะให้สำหรับบริการอินเตอร์เน็ต วิธีการกำหนดเลขหมายอาจจะใช้ในลักษณะคล้ายๆกับบริการเสริมของระบบเซลลูล่าร์ PCN1800 ที่สามารถกดเลขหมาย "1010" ก็สามารถเข้าอินเตอร์เน็ตได้เลย ก็ได้

สิ่งที่ผู้ใช้บริการต้องมีในแนวทางนี้

- อุปกรณ์ทุกอย่างเช่นเดียวกับแนวทางที่ 1 คือ อิริเดียมโฟนและอุปกรณ์เสริมสายต่อ หรือ Data Cable
- คอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานอินเตอร์เน็ตได้
- ผู้ใช้สมัครสมาชิกอินเตอร์เน็ตกับอิริเดียม คือ ต้องมี อินเตอร์เน็ต Account กับผู้ให้บริการอิริเดียม

จุดเชื่อมโยงในแนวทางนี้มี 3 จุด ด้วยความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลในแต่ละจุดเชื่อมโยงเช่นเดียวกับในแนวทางที่ 1

<u>ข้อดี</u>

- ทำให้ผู้ใช้ติดต่ออินเตอร์เน็ตได้สะดวกขึ้น ในขั้นตอนการ Connect กับ ISP จะโทรติดได้ง่ายขึ้นเพราะผู้ให้บริการอิริเดียมเป็น ISP เอง
- ผู้ให้บริการ (หรือ Iridium Provider) เก็บค่าบริการเพิ่มขึ้นจากบริการพื้นฐานของอิริเดียมได้ เช่น ให้การใช้อินเตอร์เน็ตเป็นบริการเสริม ถ้าผู้ใช้ต้องการใช้ต้องจ่ายเพิ่ม
- ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการ
- ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุก Application
- เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

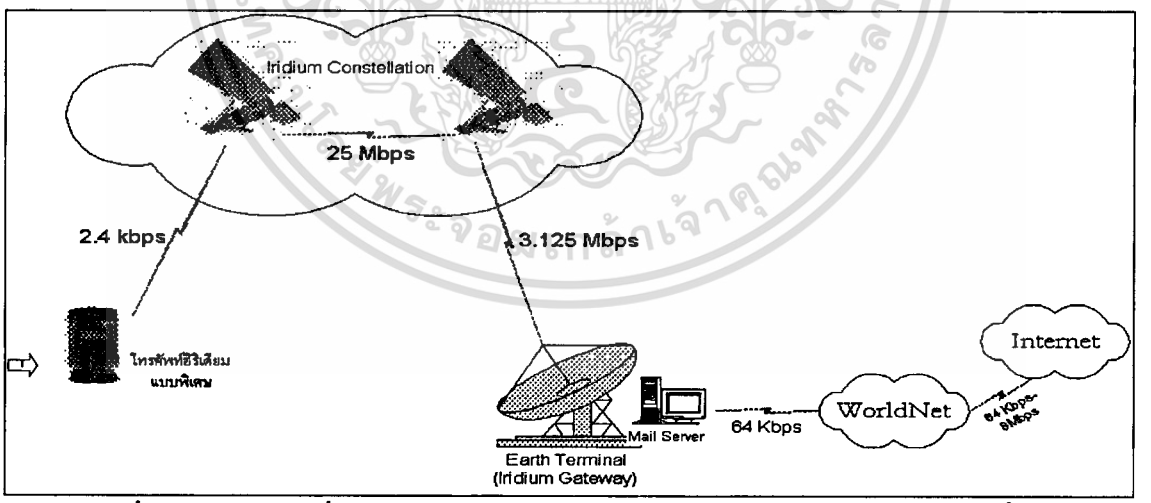
ข้อเสีย

- ผู้ให้บริการอิริเดียมต้องลงทุนเพิ่มเพื่อเป็น ISP ดังนั้นจะมีค่าใช้จ่ายทั้งทางด้าน Hardware และ Software ในการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ที่ Gateway อิริเดียมเพื่อให้บริการอินเตอร์เน็ต
- ผู้ใช้ยังคงได้ ความเร็วในการใช้งานอินเตอร์เน็ตต่ำเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 คือ ในอัตรา 2,400 บิตต่อวินาที
- ผู้ใช้ต้องจ่ายค่าบริการเพิ่มขึ้นในการใช้อินเตอร์เน็ต อาจอยู่ในรูปของค่าบริการเสริม
- ผู้ใช้ต้องมีคอมพิวเตอร์ด้วยนอกเหนือจากอิริเดียมโฟนในการใช้งานอินเตอร์เน็ต

แนวทางที่ 4 : ผู้ให้บริการอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต และทำการพัฒนาอิริเดียมโฟนให้ทำงานได้เพิ่มขึ้นให้สามารถใช้งานรับ-ส่งอีเมล์จากอินเตอร์เน็ตได้โดยตรง โดยใช้ความจำกัดของแบนด์วิธอิริเดียมโฟนที่มีอยู่

วัตถุประสงค์ ของแนวทางนี้

- ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกแห่งบนพื้นโลกที่ต้องการ
- เพื่อทำให้การใช้อินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมทำได้เร็วขึ้น



รูปที่ 5.4 แสดงการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมตามแนวทางที่ 4

วิธีการทำงาน ในแนวทางนี้การใช้อินเตอร์เน็ตไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ต่อกับโทรศัพท์ แต่จะใช้โทรศัพท์ที่มีลักษณะเฉพาะในการใช้งานอินเตอร์เน็ตได้เลย แนวทางนี้คล้ายกับแนวทางที่ 1 แต่รวมคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์เข้าไปในเครื่องโทรศัพท์อิริเดียมพิเศษให้สามารถใช้อินเตอร์เน็ตในการรับ-ส่งอีเมล์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามแนวทางนี้ผู้ให้บริการอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตเช่นเดียวกับแนวทางที่ 3 โดยการเป็น Subnode ให้กับ WorldNet เช่นเดียวกัน

สิ่งที่ต้องมีในแนวทางนี้

- โทรศัพท์อิริเดียมแบบพิเศษ ใช้รับ-ส่งอีเมล์ได้เลยโดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ ระบบปัจจุบันยังไม่มีโทรศัพท์แบบนี้
- ต้องมี อินเตอร์เน็ต Account กับผู้ให้บริการอิริเดียม

ข้อดี

- สะดวกกับผู้ใช้เพราะไม่ต้องมีคอมพิวเตอร์อีกเครื่อง
- เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตได้เร็วขึ้นเพราะโทรศัพท์ออกแบบมาโดยเฉพาะ
- ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา
- เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม

ข้อเสีย

- ผู้ให้บริการอิริเดียมต้องลงทุนเพิ่มในการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ให้บริการอินเตอร์เน็ตที่ Gateway
- ผู้ให้บริการอิริเดียม ต้องทำการพัฒนาโทรศัพท์อิริเดียมแบบพิเศษนี้ขึ้นใหม่เพื่อนำมาให้บริการอินเตอร์เน็ต
- ผู้ใช้ถูกจำกัดการใช้งานอินเตอร์เน็ตได้เฉพาะการรับ-ส่งอีเมล์เท่านั้น
- ผู้ใช้ต้องจ่ายค่าบริการเพิ่มในการใช้อินเตอร์เน็ต อาจอยู่ในรูปของค่าบริการเสริม

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ได้ผลสรุปแนวทางที่เป็นไปได้เชิงเทคนิคในการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียม ดังแสดงในตารางที่ 5.1

แนวทาง	ข้อดี	ข้อเสีย
1 : ไม่ได้เป็น ISP แบบใช้อิริเดียมโฟน	■ ใช้ได้ทุกที่ในโลกด้วยอิริเดียมโฟนที่มีอยู่ที่สะดวกในการพกพา ■ ผู้ให้บริการอิริเดียมไม่ต้องลงทุนเพิ่ม ■ ใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ทุก Application	■ มีข้อจำกัดที่Speed และเทคโนโลยีของโทรศัพท์ทำให้ใช้อินเตอร์เน็ตได้ช้ามาก ■ ผู้ให้บริการอิริเดียมต้องเสียช่องสัญญาณบางส่วนเพื่อไปให้บริการลูกค้าอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	■ ผู้ใช้เป็นสมาชิกอินเตอร์เน็ตกับ ISP รายใดก็ได้ในโลก	■ แนวทางนี้ไม่ได้เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับระบบเครือข่ายที่มีอยู่
2 :ไม่ได้เป็น ISP แบบใช้ MXU	■ ใช้อินเตอร์เน็ตได้ด้วยจำนวนช่องสัญญาณที่เพิ่มขึ้น 8 เท่า ■ ผู้ให้บริการอิริเดียมไม่ต้องลงทุนเพิ่ม แต่ได้ค่า Airtime เพิ่มขึ้นจากการใช้อินเตอร์เน็ตของลูกค้า ■ ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ในโลก ■ ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุก Application ■ ผู้ใช้เป็นสมาชิกอินเตอร์เน็ตกับ ISP รายใดก็ได้ในโลก	■ MXU ไม่เหมาะกับผู้ใช้ธรรมดาทั่วไปเพราะไม่สะดวกในการพกพา ■ ผู้ให้บริการอิริเดียมต้องเสียช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นอาจส่งผลต่อการให้บริการลูกค้า Voice ได้ ถ้าการจัดสรรช่องสัญญาณทำได้ไม่ดี ■ แนวทางนี้ไม่เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับระบบเครือข่ายที่มีอยู่
3 :เป็น ISP แบบใช้อิริเดียมโฟน	■ โทรติดได้ง่ายขึ้นเพราะผู้ให้บริการอิริเดียมเป็น ISP เอง ■ ผู้ให้บริการอิริเดียมได้ค่าบริการเพิ่มจากบริการพื้นฐานของอิริเดียม ■ ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา ■ ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุก Application ■ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม	■ ผู้ให้บริการอิริเดียมต้องลงทุนเพิ่มเพื่อเป็น ISP ■ ผู้ใช้ยังคงได้ ความเร็วในการใช้งานอินเตอร์เน็ตต่ำ ■ ผู้ใช้ต้องจ่ายค่าบริการเพิ่มในการใช้อินเตอร์เน็ต ■ ผู้ใช้ต้องมีคอมพิวเตอร์ด้วยนอกเหนือจากอิริเดียมโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 : เป็น ISP แบบต้องพัฒนาโทรศัพท์อิริเดียมใหม่	■ โทรติดได้ง่ายเพราะเป็น ISP เอง ■ สะดวกกับผู้ใช้ไม่ต้องมีคอมพิวเตอร์อีกเครื่อง ■ เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตได้เร็วขึ้นเพราะโทรศัพท์ออกแบบมาโดยเฉพาะ ■ ใช้อินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา ■ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียม	■ ผู้ให้บริการอิริเดียมต้องลงทุนเพิ่ม ■ ต้องทำการพัฒนาโทรศัพท์อิริเดียมแบบพิเศษขึ้นใหม่ ■ จำกัดการใช้งานอินเตอร์เน็ตได้เฉพาะการรับ-ส่งอีเมล์ ■ ผู้ใช้ต้องจ่ายค่าบริการเพิ่มในการใช้อินเตอร์เน็ต

ตารางที่ 5.1 สรุปแนวทางความเป็นไปได้เชิงเทคนิค

จากการศึกษาพบว่าแนวทางที่น่าสนใจ คือ แนวทางที่ 3 และ 4 ซึ่งทั้ง 2 แนวทางนี้จะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียมที่มีอยู่ ทั้งแนวทางที่ 3 และ 4 นี้ผู้ให้บริการอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต ดังนั้น แนวทางในการศึกษาความเป็นไปได้ในเรื่องของความคุ้มค่าในการลงทุนจะพิจารณาว่าผู้ให้บริการอิริเดียมจะต้องลงทุนในการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต(ในรูปแบบการเป็น Subnode ของISP)เป็นมูลค่ามากน้อยเพียงใด ผู้ให้บริการจะมีรายได้และจะคิดค่าบริการในการใช้อินเตอร์เน็ตจากลูกค้าอย่างไร ผู้ให้บริการจะมีกำไรหรือมีผลขาดทุนจากการดำเนินงานภายในระยะเวลา 3 ปี ผลที่ได้จะคุ้มค่าหรือไม่ที่จะลงทุน และจะคุ้มทุนภายในเวลากี่ปี

ศึกษาความเป็นได้ในด้านความคุ้มค่าในการลงทุน

ในการศึกษาจะทำการวิเคราะห์ใน 3 ส่วน คือ วิเคราะห์ด้านต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการให้บริการ ผลตอบแทนที่จะได้รับ และพิจารณาว่าในที่สุดแล้วจะได้กำไรหรือขาดทุนจากการดำเนินงาน

1. วิเคราะห์ในด้านต้นทุนและค่าใช้จ่าย

ต้นทุนหลักที่เกิดขึ้นคือต้นทุนในการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์เพื่อให้บริการอินเตอร์เน็ตที่ Gateway อิริเดียมประเทศไทย โดยเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต(ISP)ในรูปแบบเป็น Subnode ของ WorldNet ซึ่งจะมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ เกิดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	รายการ	บาท	ลักษณะการจ่าย	ค่าใช้จ่ายลงทุน ปีแรก
1	ค่าธรรมเนียม แรกเข้าจ่ายให้ WorldNet	100,000	จ่ายครั้งเดียว	100,000
2	ค่าประกันจ่าย WorldNet	200,000	ได้คืนเมื่อเลิก	200,000
3	ค่าเช่า Leased Line (Speed 64 K) จาก UIH	6,000	ต่อเดือน	72,000
4	ค่าประกันการเช่า Leased Line	6,000	ได้คืน	6,000
5	ค่าติดตั้ง Leased Line	8,000	ครั้งเดียว	8,000
6	ค่าระบบคอมพิวเตอร์ * (H/W + S/W+etc.) [1]	2,000,000	ครั้งแรก	2,000,000
7	ค่าใช้จ่ายพนักงาน [2]	150,000	ต่อเดือน	1,800,000
8	ค่าอุปกรณ์สำนักงาน	500,000	ครั้งแรก	500,000
9	ค่าอาคารสถานที่ [3]	10,000	ต่อเดือน	120,000
10	แบ่งรายได้ 20% ให้ WorldNet [4]	225,000	ต่อปี	225,000
11	Maintenance 15% ของค่าระบบฯ*	300,000	รายปี (ยกเว้นปีแรก)	-
	รวม			5,031,000

ตารางที่ 5.2 แสดงต้นทุนและค่าใช้จ่ายในปีแรก

หมายเหตุ

[1] เป็นค่า Server + OS + Router + S/W + Mailing System + Modem + Firewall + etc.

[2] ผู้จัดการ 1 คน เงินเดือน 50,000 บาท และวิศวกรระบบ 4 คน เงินเดือนคนละ 25,000 บาท เงินเดือนเพิ่มขึ้น 10% ในปีต่อๆไปและไม่มีแผนงานสำหรับการเพิ่มกำลังคนใน 3 ปีแรก

[3] ค่าเช่าพื้นที่ 100 ตรม. / @100 บาท / เดือน และตามสัญญาเช่า 3 ปีมีเงื่อนไขห้ามขึ้นค่าเช่า

[4] ปกติ ISP จะได้จาก User 30 บาท/ชั่วโมง (ตัวเลขจากการสอบถาม WorldNet) การเป็นSubnode ต้องแบ่ง 20% ของรายได้ให้ ISP ดังนั้นต้องแบ่งให้ WorldNet ชั่วโมงละ 6 บาท (20% x 30 บาท) หรือประมาณนาทีละ 10 สตางค์

(ในปีแรกคิดจาก 2,250,000 นาที :ที่มาของจำนวนนาทีดูได้จากการคำนวณรายได้ในตอนต่อไป)

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าผู้ให้บริการอิริเดียมจะมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการให้บริการอินเตอร์เน็ตประมาณ 5 ล้านบาท ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณต่ออีก 2 ปี จะได้ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมในเวลา 3 ปีของการให้บริการได้ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขดังแสดงในตารางที่ 5.3 (ที่มาของตัวเลขยังคงใช้เช่นเดียวกันกับหมายเหตุในตารางที่ 5.2) ซึ่งจะทำให้ผู้ให้บริการมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายจากการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียม ประมาณ 2.8 ล้าน และ 3 ล้านบาทในปีที่ 2 และปีที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากปีแรกมาก

	รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
1	ค่าธรรมเนียม แรกเข้าจ่ายให้ WorldNet	100,000	-	-
2	ค่าประกันจ่าย WorldNet	200,000	-	-
3	ค่าเช่า Leased Line (Speed 64 K) จาก UIH	72,000	72,000	72,000
4	ค่าประกันในการเช่า Leased Line	6,000	-	-
5	ค่าติดตั้ง Leased Line	8,000	-	-
6	ค่าระบบคอมพิวเตอร์* (H/W + S/W+etc.)	2,000,000	-	-
7	ค่าใช้จ่ายพนักงาน [2]	1,800,000	1,980,000	2,178,000
8	ค่าอุปกรณ์สำนักงาน	500,000	100,000	100,000
9	ค่าอาคารสถานที่	120,000	120,000	120,000
10	แบ่งรายได้ 20% ให้ WorldNet	225,000	236,250	248,063
11	Maintenance 15% ของค่าระบบฯ*	-	300,000	300,000
	รวม	5,031,000	2,808,250	3,018,063

ตารางที่ 5.3 แสดงต้นทุนและค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบ 3 ปี

2. ด้านผลตอบแทนที่จะได้รับ

ในส่วนนี้จะต้องมีการกำหนดวิธีการคิดค่าบริการใช้อินเตอร์เน็ตจากลูกค้าโดยค่าบริการที่คิดจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ค่า Airtime โทรศัพท์ อัตราปกติของอิริเดียม คิดตามเวลาใช้งาน
2. ค่าธรรมเนียมแรกเข้าใช้บริการอินเตอร์เน็ต จ่ายเพียงครั้งเดียว
3. ค่าบริการเสริมรายเดือน จ่ายทุกเดือนๆ ละเท่าๆกัน

โดยจะต้องทำการประมาณจำนวนลูกค้าที่จะใช้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียม และเวลาที่จะใช้งานในการต่อเข้าอินเตอร์เน็ต ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
จำนวนลูกค้า [1]	5,000	5,250	5,513
จำนวนเวลาใช้ในการรับ Mail ต่อ1วัน [2]	9	9	9
จำนวนวันที่ใช้งานใน 1 ปี	50	50	50
เวลาใช้งานทั้งหมด (นาที)	2,250,000	2,362,500	2,480,625

ตารางที่ 5.4 ประมาณจำนวนลูกค้าและเวลาใช้งาน

หมายเหตุ

[1] จากจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์อิริเดียมของ TSC ที่ประมาณว่าจะมีผู้ใช้ทั้งหมดในปีแรก 9,870 คน (ใน 7 ประเทศ) คิดว่าจะมีผู้ใช้อินเตอร์เน็ต 50 % x 9,870 =4,935 หรือประมาณ 5,000 ราย ในปีแรก และลูกค้าจะเพิ่มขึ้น 5 %ในปีต่อๆไป และคาดว่าเป็นลูกค้าคนไทย ครึ่งหนึ่งของลูกค้าทั้งหมด

[2] คิดเฉพาะเวลาที่ใช้ Connect เพื่อ Transfer mail มาจาก Server เท่านั้น โดยประมาณว่าลูกค้า1 คน จะรับ Mail วันละ 20 ฉบับ@ 1,024 kb(~1kb) ดังนั้น 20 x 1,024 = 20,480 kb

Speed โทรศัพท์ 2,400 kb/sec ดังนั้น 20,480 / 2,400 = 9 นาที/ต่อ 1 วัน/ต่อผู้ใช้ 1 คน

คำนวณรายได้ค่าบริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียม เปรียบเทียบ 3 ปี ได้ดังนี้

รายได้ค่าบริการ 3 ประเภท	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
1. ค่า Airtime โทรศัพท์ คิดตามเวลาใช้งาน [3]	382,500,000	401,625,000	421,706,250
2. ค่าบริการเสริมรายเดือน 1,350 บาท/เดือน [4]	81,000,000	4,050,000	4,252,500
3. ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 500 บาท [5]	2,500,000	125,000	131,250
รวม	466,000,000	405,800,000	426,090,000

ตารางที่ 5.5 คำนวณรายได้จากการให้บริการเปรียบเทียบ 3 ปี

หมายเหตุ

[3] ตามอัตรา ISU -to- PSTN สำหรับลูกค้าที่เป็นคนไทย คิด Domestic Call 140 บาทต่อนาที สำหรับลูกค้าจากประเทศอื่นใน SEAI Region คิดอัตรา Regional Call 200 บาทต่อนาที

[4] เปรียบเทียบมาจากตัวเลขค่าบริการเสริมการใช้อินเตอร์เน็ตของ Cellular 300 บาท/เดือน ซึ่ง Cellular คิด Monthly Fee 500 บาท ส่วนMonthly Fee ของอิริเดียมโฟน 2,250 แพงกว่า Cellular 4.5 เท่า ดังนั้นค่าบริการเสริมอินเตอร์เน็ตของอิริเดียม 300 x 4.5 = 1,350 บาท / เดือน

[5] มาจากการประมาณ ตั้งให้ราคาถูกเพราะเป็นบริการเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำนวณกำไรหรือขาดทุนจากการดำเนินงาน

จากตัวเลขการคำนวณต้นทุนและค่าใช้จ่ายในส่วนที่ 1 และการวิเคราะห์รายได้ในส่วนที่ 2 สามารถนำมาคำนวณเพื่อหาผลการดำเนินงานได้ดังนี้

- *กรณีคิดรายได้รวมทั้งหมด*

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
รายได้รวม	466,000,000	405,800.000	426,090,000
ต้นทุนและค่าใช้จ่ายรวม	5,031,000	2,808,250	3,018,063
กำไรสุทธิก่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล	460,969,000	402,991,750	423,071,938

- *กรณีคิดรายได้เฉพาะส่วนที่เป็นบริการเสริม*ใช้อินเตอร์เน็ตอย่างเดียวไม่รวม Airtime อิริเดียม

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
รายได้รวม	83,500,000	4,175,000	4,383,750
ต้นทุนและค่าใช้จ่ายรวม	5,031,000	2,808,250	3,018,063
กำไรสุทธิก่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล	78,469,000	1,366,750	1,365,688

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะรวมค่า Airtime อิริเดียมหรือไม่รวมก็ตาม ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียม สามารถมีผลกำไรจากการดำเนินงานในทั้ง 2 กรณี และการให้บริการจะให้ผลตอบแทนคุ้มทุนตั้งแต่ในปีแรกของการให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาตั้งแต่บทที่ 1-5 ที่ผ่านมา เพื่อหาความเป็นไปได้ในการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมนั้น ได้ผลสรุปจากการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. การให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียมมีความเป็นไปได้ในเชิงเทคได้ 4 แนวทาง ซึ่งในทั้ง 4 แนวทางนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 6.1

กลุ่มที่	แนวทางในการให้บริการ
1.กำหนดให้ผู้ให้บริการอิริเดียมไม่ต้องเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตแต่ใช้ระบบดาวเทียมเป็นทางผ่านในการให้บริการอินเตอร์เน็ต	แนวทางที่ 1 :โดยใช้อิริเดียมโฟนที่มีอยู่แล้วในระบบ
	แนวทางที่ 2 :โดยใช้ MXU (Mobile Exchange Unit)
2. กำหนดให้ผู้ให้บริการอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต	แนวทางที่ 3 :โดยใช้อิริเดียมโฟนที่มีอยู่แล้วในระบบ
	แนวทางที่ 4 : โดยใช้โทรศัพท์อิริเดียมลักษณะพิเศษที่สามารถรับส่งอีเมล์ได้ ที่ยังไม่มีอยู่ในระบบ

ตารางที่ 6.1 สรุปแนวทางการให้บริการแยกตามกลุ่ม

2. แนวทางที่ผู้ศึกษาสนใจและเห็นว่าน่าจะมีศักยภาพในการนำไปให้บริการอินเตอร์ผ่านดาวเทียมอิริเดียมในเชิงพาณิชย์ได้ น่าจะเป็นแนวทางที่ให้ผู้ให้บริการอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตเอง คือ เลือกแนวทางที่ 4 ในกลุ่มที่ 2 โดยการพัฒนาโทรศัพท์อิริเดียมแบบพิเศษให้รับส่งอีเมล์ในอินเตอร์เน็ตได้ ซึ่งการเลือกในแนวทางที่ 4 นี้มีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้

- การใช้อินเตอร์เน็ตทำได้ด้วยตัวของโทรศัพท์เอง ที่มี Featureใช้งานอินเตอร์เน็ตเฉพาะอย่าง เน้นไปที่การใช้อีเมล์ ทำให้ใช้งานได้เร็วกว่าใช้โทรศัพท์อิริเดียมต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ต้องทำการเชื่อมต่อหลายจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สะดวกและน่าสนใจสำหรับผู้ใช้เพราะไม่ยุ่งยากในการใช้งาน เหมาะกับลูกค้าระดับสูงที่ไม่ต้องการความซับซ้อนของระบบแต่มีความต้องการใช้อินเตอร์เน็ต
- ผู้ให้บริการอิริเดียมสามารถเปิดเป็นบริการเสริม คล้ายกับระบบมือถือในปัจจุบัน จะทำให้มีความยืดหยุ่นในการให้บริการและได้รับรายได้เพิ่มขึ้น จะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับระบบเครือข่ายดาวเทียมอิริเดียมได้
- ในด้านเทคนิค ระบบสามารถทำงานได้และการพัฒนาโทรศัพท์ให้มีรูปแบบดังกล่าวสอดคล้องกับแนวโน้มของการพัฒนาโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรุ่นที่ 3 (Third Generation)
- แม้ว่าผู้ใช้จะต้องจ่ายค่าใช้อินเตอร์ที่สูงกว่าการใช้ผ่านระบบโทรศัพท์พื้นฐานแต่วิธีนี้เป็นทางเลือกที่ทำให้สามารถใช้อินเตอร์เน็ตได้ไม่ว่าที่ใดๆในโลก

แนวทางที่ผู้ให้บริการเป็น ISP ตามวิธีที่ 4 จึงเป็นวิธีที่มีความเป็นไปได้ในการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมอิริเดียมที่สุดตามเหตุผลสนับสนุนดังกล่าวมาแล้ว ข้างต้น

3. ในด้านความคุ้มค่าในการลงทุนของผู้ให้บริการอิริเดียมเพื่อให้บริการอินเตอร์เน็ต

กลุ่มที่	การลงทุนในเครือข่าย
1.กำหนดให้ผู้ให้บริการอิริเดียมไม่ต้องเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตแต่ใช้ระบบดาวเทียมเป็นทางผ่านในการให้บริการอินเตอร์เน็ต	■ ไม่ต้องลงทุนเพิ่ม แต่ได้ Airtime จากการใช้โทรศัพท์ตามระยะเวลาการใช้งานอินเตอร์เน็ต
2. กำหนดให้ผู้ให้บริการอิริเดียมเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต	■ ต้องลงทุนเพิ่มในการ Set up เพื่อให้ Iridium Provider เป็น ISP และได้ค่าบริการเสริมในการใช้อินเตอร์เน็ต

ตารางที่ 6.2 สรุปการลงทุนในเครือข่ายเพิ่ม

จากตัวเลขที่ได้จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนในแนวทางที่ผู้ให้บริการอิริเดียมจะเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตเอง โดยการคิดค่าบริการจากผู้ใช้งานจะประกอบไปด้วย การคิดค่าธรรมเนียมแรกเข้า 500 บาท บวกค่าบริการเสริมรายเดือนในการใช้อินเตอร์เน็ตเดือนละ 1,350

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาท และบวกค่า Airtime ของอิริเดียมโฟนในอัตรานาทีละ 140 บาท สำหรับ Domestic Call และนาทีละ 200 บาท สำหรับ Regional Call และจะคุ้มทุนได้ภายในปีแรกของการเปิดให้บริการ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านระบบดาวเทียมอิริเดียม ถ้าจะนำมาให้บริการจริง ผู้ให้บริการควรต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ดังนี้

1. ผู้ให้บริการต้องทำการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของลูกค้าถึงความพึงพอใจว่ามากพอต่อการนำมาเป็นกลุ่มเป้าหมายได้ในเชิงธุรกิจ
2. ต้องคำนึงถึงนโยบายของบริษัทแม่อิริเดียมที่สหรัฐอเมริกาว่ามีนโยบายสนับสนุนให้มีการดำเนินการให้บริการอินเตอร์เน็ตหรือไม่ เพราะนโยบายดังกล่าวจะมีผลต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการให้บริการได้
3. ต้องเตรียมการจัดหาและพัฒนาบุคลากรไว้รองรับการดำเนินการ
4. ต้องรีบดำเนินการถ้าต้องการจะให้บริการ เนื่องจากระบบดาวเทียมอิริเดียมเป็นระบบดาวเทียมแบบ Big LEO จัดอยู่ในกลุ่มของดาวเทียมแบนด์วิธต่ำ ซึ่งโดยปกติแล้วไม่เหมาะในการใช้งานอินเตอร์เน็ต แต่ในอนาคตจะมีระบบดาวเทียมแบบ Broadband LEO เช่น โครงการเทเลเดสิก (teledesic) ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมมากกว่าในการใช้งานอินเตอร์เน็ตออกมาให้บริการ ถ้าเปิดให้บริการช้าจะไม่สามารถแข่งขันได้ แต่ขณะนี้ระบบอิริเดียมเป็นระบบเดียวที่ให้พื้นที่ครอบคลุมได้ทั่วโลกอย่างแท้จริงที่เปิดบริการในเชิงพาณิชย์แล้ว ดังนั้นถ้าจะทำจึงต้องรีบดำเนินการเพราะมีข้อได้เปรียบอยู่ในขณะนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เจมส์ รามา ปัทมินทรวิภาส และ สายัณห์ เลี้ยงบุญเลิศชัย "บริการข้ามแดนอัตโนมัติ" Broadband Communication Journal. ปีที่ 2, ฉบับที่ 6 กันยายน-พฤศจิกายน 2541 : 16 – 25.

ประสิทธ์ ทีฆพุฒิ, ดร. การสื่อสารโทรคมนาคม : ภาคพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539

พงศักดิ์ สุสัมพันธ์ไพบูลย์ "ระบบ Globalstar" Broadband Communication Journal. ปีที่ 1, ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2540 : 6 – 17.

พงศักดิ์ สุสัมพันธ์ไพบูลย์ "ระบบเชื่อมโยงผ่านดาวเทียม" Wireless Communication Journal. ปีที่ 3, ฉบับที่ 12 ตุลาคม 2539 : 39 – 56.

ฟ้าฟื้น เบญจดล, พื้นฐานโทรคมนาคม. ปทุมธานี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2539.

ยูไนเต็ดคอมมูนิเกชั่น อินดัสตรี จำกัด (มหาชน),บริษัท. หนังสือชี้ชวนเสนอขายใบสำคัญแสดงสิทธิที่จะซื้อหุ้นสามัญ. กรุงเทพฯ : บริษัท ยูไนเต็ดคอมมูนิเคชั่น อินดัสตรี จำกัด (มหาชน), พฤศจิกายน 2539.

สมาคมนักวิชาชีพไทยในญี่ปุ่น, ทางด่วนข้อมูล:ข้อเสนอเพื่อพัฒนาประเทศ. กรุงเทพ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กันยายน 2540.

สามารถเทลคอม จำกัด,บริษัท. เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียมเล่ม 1-3. กรุงเทพ : บริษัท สามารถเทลคอม จำกัด, เล่มที่ 1-3.

องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, "โทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม" สารสนเทศ. กรุงเทพ : องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, กุมภาพันธ์ 2540.

"บริการโทรศัพท์และโทรคมนาคม" [Online]. Available : http://www.tot.or.th/body_service_4c.html, 1998.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"The IRIDIUM System" [Online]. Available : http://www.iridium.it/en/system/, 1998.

"Motorola Iridium Overview" [Online]. Available : http://www.mot.com/gss/sstg/projects/iridium /overview.html, 1998.

C.Lynch, Daniel and T.Rose Marshall. Internet System Handbook. New York : Addison-Wesley, January 1993.

Pattan, Bruno. Satellite-Base Cellular Communication. New York : McGraw Hill, 1997.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาว ศิริพรรณ พุ่มบุตร

วันเกิด 16 กุมภาพันธ์

สถานที่เกิด จังหวัดฉะเชิงเทรา

การศึกษา ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ฉะเชิงเทรา

ระดับอุดมศึกษา บัญชีบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บัญชีมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ทำงาน ฝ่ายบริหารกลางและกฎหมาย

บริษัท ยูไนเต็ดคอมมูนิเกชั่น อินดัสตรี จำกัด (มหาชน)

(E-mail address : siripan_p@ucom.co.th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้