บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

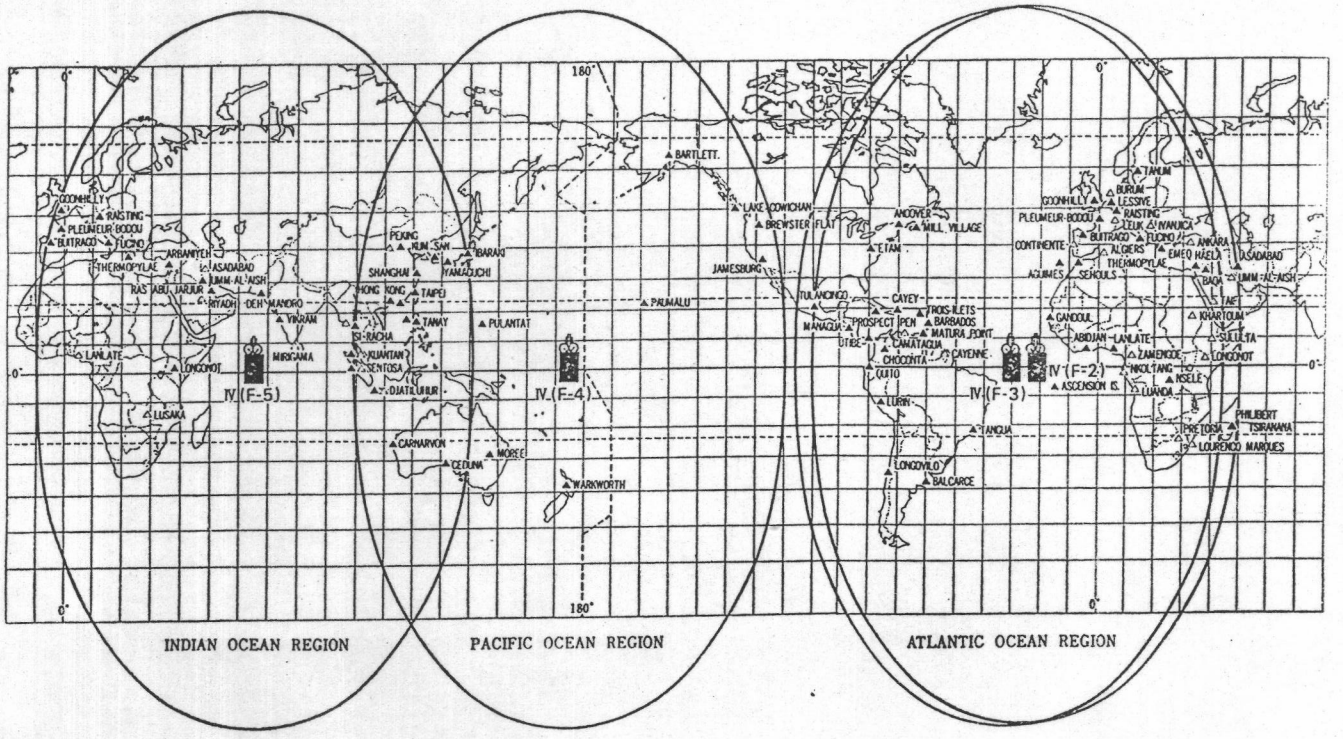
1.1 คำนำ

ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมเปรียบเสมือนการนำเอาระบบไมโครเวฟทวนสัญญาณ* ไปติดตั้งไว้บนดาวเทียมซึ่งลอยนิ่งอยู่บนท้องฟ้า ให้ทำงานร่วมกับสถานีบนภาคพื้นดิน โดยทำหน้าที่รับสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุที่ส่งจากสถานีต้นทางบนพื้นดิน และเปลี่ยนความถี่ที่รับได้ให้ต่ำลงในย่านที่กำหนดให้ พร้อมกับขยายสัญญาณที่ได้เพื่อให้มีกำลังส่งที่สูงพอที่จะส่งกลับมายังสถานีรับสัญญาณบนพื้นดินอีกครั้งหนึ่ง โดยให้มีรัศมีครอบคลุมเขตบริการตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะที่นิยมใช้ได้เป็น 2 แบบ คือ แบบครอบคลุมพื้นที่ได้อย่างกว้างขวาง (Global Beam) ดังแสดงในรูป 1.1 ประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่โลกทั้งหมด นิยมใช้ในการสื่อสารระหว่างประเทศ (INTELSAT) อีกแบบหนึ่งซึ่งกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก คือ แบบที่ครอบคลุมพื้นที่ได้เป็นจุด ๆ หรือเฉพาะพื้นที่ที่ต้องการ (Spot Beam) ซึ่งนิยมใช้ในการสื่อสารภายในประเทศ (DOMESTIC) ดังแสดงในรูป 1.2 ดังนั้น ไม่ว่าจะอยู่ในบริเวณพื้นที่ไหน ๆ ที่เขตบริการสามารถครอบคลุมไปถึงจะสามารถรับสัญญาณความถี่วิทยุได้โดยตรงจากดาวเทียม

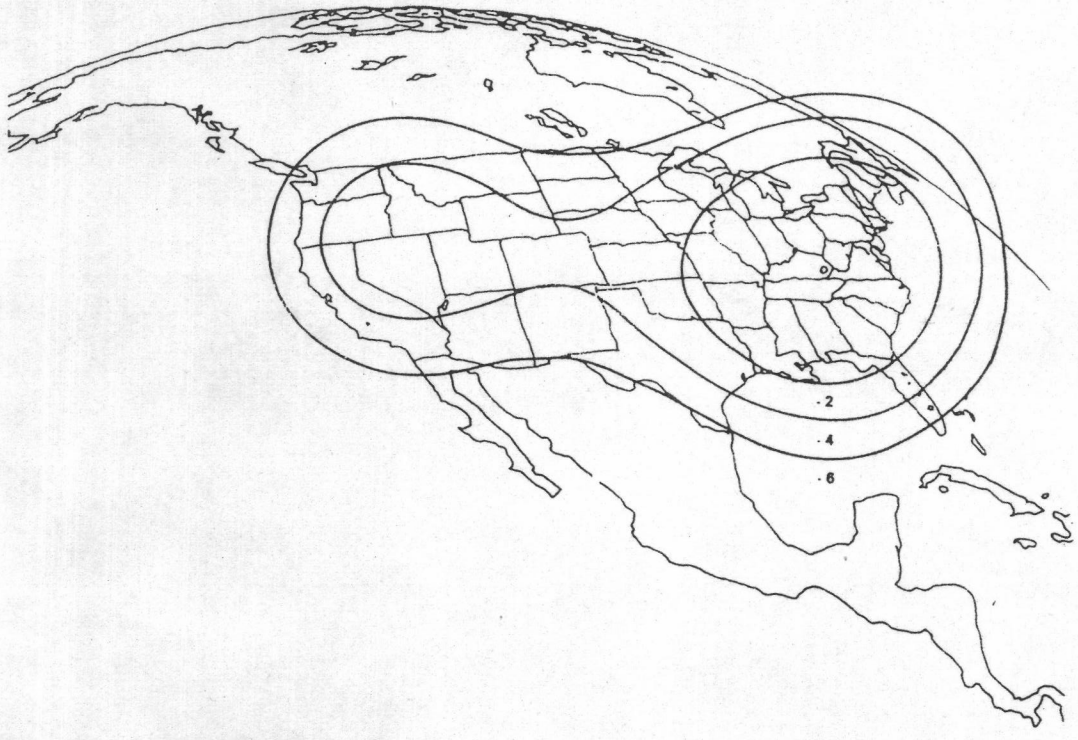
จากคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ ระบบการสื่อสารดาวเทียมได้กลายมาเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งในการติดต่อกันทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้เป็นเส้นทางติดต่อในระยะทาง ไกล ๆ ข้ามมหาสมุทร หรือ สำหรับประเทศที่มีภูมิประเทศที่ไม่ต่อเนื่อง หรือมีพื้นที่เป็นเกาะ หรือ ประเทศที่มีพื้นที่กว้างขวางมาก ฯลฯ เป็นต้น หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการนำเอาวิธีการใหม่ ๆ ของระบบการสื่อสารดาวเทียมมาพัฒนากันอย่างรวดเร็ว จนสามารถตอบสนองความต้องการต่าง ๆ ได้หมด ทั้งนี้เพราะเหตุผลอีก

---

*เครื่องทวนสัญญาณ (Repeater) ซึ่งได้กล่าวข้างบนนี้ ถ้านำมาใช้ในระบบดาวเทียมมีชื่อว่า Active Satellite โดยมีข้อแตกต่างจากระบบไมโครเวฟบนพื้นโลก เกี่ยวกับลักษณะการกระจายคลื่น



รูปที่ 1.1 แบบครอบคลุมพื้นที่ได้อย่างกว้างขวาง (GLOBAL BEAM)



รูปที่ 1.2 แบบครอบคลุมพื้นที่ได้เป็นจุด ๆ หรือ เฉพาะพื้นที่ที่ต้องการ (SPOT BEAM)

ประการหนึ่งก็คือ เป็นระบบการสื่อสารที่มีลักษณะคล่องตัว (Flexibility) กล่าวคือ ในระบบการกระจายเสียงที่เรารู้จักกันทั่ว ๆ ไป เป็นการสื่อสารแบบทางเดียวโดยผู้รับมีหน้าที่รับเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถส่งกลับมาที่ต้นกำเนิดได้ แต่การสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นการสื่อสารแบบสองทาง ทั้งนี้เพราะว่า สถานีภาคพื้นดินแต่ละแห่งสามารถที่จะรับและส่งสัญญาณได้ในเวลาเดียวกัน โดยที่สัญญาณของแต่ละสถานีที่ส่งขึ้นไปบนดาวเทียม จะถูกส่งกลับลงมาให้ครอบคลุมพื้นที่ตามส่วนต่าง ๆ ของโลกเอาไว้ตามลักษณะของการแผ่กระจายคลื่นของดาวเทียม ตามที่ได้ออกแบบสายอากาศไว้ไม่ว่าสถานีนั้น ๆ จะต้องการสัญญาณหรือไม่ก็ตาม ซึ่งแต่ละสถานีที่อยู่บนภาคพื้นดินสามารถที่จะเลือกรับสัญญาณที่ต้องการจากสถานีที่ส่งขึ้นไปยังดาวเทียม โดยการปรับแต่งความถี่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องรับให้ตรงกับความถี่ของสัญญาณที่ต้องการ

คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ความเชื่อถือและความไว้วางใจได้เมื่อดาวเทียมอยู่ในอวกาศนอกโลก ทั้งนี้เพราะว่าอุปกรณ์และชิ้นส่วนบนดาวเทียมมีราคาค่อนข้างแพง และเป็นระบบที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมาก ดังนั้น เมื่อก่อนที่จะนำเอาดาวเทียมไปปล่อยในวงโคจร จะต้องได้รับการทดสอบสภาพสิ่งแวดล้อมตามที่จะเป็นไปได้ เช่น การสั่นสะเทือน, การช้อค, อัตราเร่ง, เสียงรบกวนในการส่งจรวด, อำนาจแรงผลักดันทางแมคคานิค และความร้อนในสูญญากาศ ตลอดจนการใช้งาน เป็นต้น จนทำให้แน่ใจว่าอยู่ในสภาพดี จนกว่าจะหมดอายุการใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงทำให้มีการกล่าวว่าระบบการสื่อสารดาวเทียมเป็นระบบที่มีความเชื่อถือได้เป็นพิเศษประมาณ 99.99%

ดังนั้น จะเห็นว่าระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมเหมาะที่จะนำเอามาใช้ในบริเวณที่ภูมิประเทศไม่อำนวย และไม่สามารถวางระบบการสื่อสารภาคพื้นดินในราคาที่เหมาะสมได้ ซึ่งถ้าใช้การสื่อสารชนิดนี้แล้วจะสามารถใช้การติดต่อได้โดยตรงระหว่างสถานีต่อสถานีอื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้พื้นที่ครอบคลุมอันเดียวกัน ทำให้ระบบการสื่อสารดาวเทียมนี้เหมาะสมที่จะเป็นระบบเสริมข่ายการสื่อสารภาคพื้นดินที่มีอยู่ในปัจจุบันหรือเป็นระบบสำรองก็ได้

สำหรับความถี่ที่ใช้ส่งทอดสัญญาณผ่านดาวเทียม จะใช้ตามระบบความถี่ที่ได้จัดสรรตามมาตรฐานไว้แล้ว ในย่าน 4/6, 12/14, 20/30 GH_Z (ภาคผนวกที่ 11) เป็นต้น โดยกำหนดตัวเลขข้างหน้าแสดงความถี่ขาลง (Down-link) และตัวหลังแสดงความถี่ขาขึ้น (Up-link) ซึ่งมีทรานสปอนเดอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณและเปลี่ยนแปลงความถี่เพื่อส่งกลับลงมายังพื้นโลกอีกทีหนึ่ง

ดังนั้น ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมจะเป็นระบบการสื่อสารที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับราคาและการลงทุน เมื่อจะนำเอาระบบการสื่อสารดาวเทียมไปใช้งานในโอกาสต่อ ๆ ไป.

1.2 ความเป็นมาของระบบสื่อสารดาวเทียม

เนื่องจากวิวัฒนาการทางด้านสื่อสารได้มีการแผ่กระจายไปอย่างกว้างขวางและรวดเร็วมาก จากการสื่อสารระหว่างบุคคลต่อบุคคล, การสื่อสารระหว่างพื้นดินกับอวกาศ และจนกระทั่งถึงการสื่อสารผ่านดาวเทียมตามลำดับ ซึ่งนับว่าเป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ให้เกิดความก้าวหน้าอย่างมาก โดยเฉพาะการสื่อสารผ่านดาวเทียม ซึ่งสหรัฐอเมริกาเป็นผู้ดำเนินการส่งขึ้นไปในอวกาศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการโทรคมนาคมระหว่างประเทศภายใต้ความรับผิดชอบขององค์การโทรคมนาคมผ่านดาวเทียมระหว่างประเทศ (THE INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION SATELLITE ORGANIZATION) หรือ "INTELSAT" (ภาคผนวกที่ 4) ซึ่งปัจจุบันมีประเทศในเครือสมาชิกมากกว่า 100 ประเทศ และยังมีดาวเทียมที่ปฏิบัติการทางด้านการค้านอกเหนือจากของ INTELSAT ขณะนี้อีกประมาณ 12 ดวง (ภาคผนวกที่ 1)

ในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการออกแบบระบบสื่อสารดาวเทียมเพื่อกิจการโทรคมนาคมภายในประเทศ หรือกิจการโทรคมนาคมเพื่อเพื่อนบ้านใกล้เคียง (DOMESTIC SATELLITE COMMUNICATION) หรือ " DOMSAT " นำเอามาใช้ในประเทศคานาดาเป็นครั้งแรก และปรากฏว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง ต่อมาได้มีการพัฒนาโครงการส่งดาวเทียม DOMSAT เพิ่มขึ้นในประเทศต่าง ๆ เช่น ฝรั่งเศส, รัสเซีย, อินโดนีเซีย, บราซิล ฯลฯ บางโครงการจะนำเอาระบบดาวเทียมทางการค้ามาใช้ (ภาคผนวกที่ 2) ดังนั้น ทำให้เกิดการขยายของเขตการใช้งานของระบบนี้ออกไปอย่างกว้างขวางมาก

ในปี พ.ศ. 2517 ประเทศแรกในโซนเอเชีย ที่ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง DOMSAT และทำการส่งดาวเทียมซึ่งเป็นของตนเองขึ้นไปบนอวกาศ คือ ประเทศอินโดนีเซีย และเริ่มเปิดใช้งานสำหรับกิจการโทรคมนาคมภายในประเทศในปลายปี พ.ศ. 2519 ซึ่งลำคลื่นของดาวเทียมลูกนี้ยังครอบคลุมประเทศในโซนเอเชียอยู่ด้วย อาทิเช่น ประเทศไทย*, ประเทศฟิลิปปินส์, เขมร, มาเลเซีย, สิงค์โปร ซึ่งประเทศต่าง ๆ เหล่านี้สามารถจะ

---

* ในการศึกษาวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ จะได้นำเอาข้อมูลทางด้านดาวเทียมของประเทศอินโดนีเซีย ดวงที่ชื่อ ปาลาป้า หมายเลข A - 2 มาใช้เพื่อหาความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับประเทศไทยต่อไป.

ใช้กิจการต่าง ๆ ของตนกับดาวเทียมของประเทศอินโดนีเซียได้ เช่น การสื่อสารคมนาคมภายในประเทศ, การแลกเปลี่ยนการศึกษา ศิลปะและวัฒนะธรรม ตลอดจนการติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศในกลุ่มอาเซียน

ดังนั้น จากผลความก้าวหน้าของระบบโทรคมนาคมผ่านดาวเทียมภายในประเทศซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากแล้ว ก็ได้มีการเริ่มต้นศึกษาและปรับปรุงสถานีภาคพื้นดินทั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียมและสถานีส่งสัญญาณดาวเทียมไปพร้อม ๆ กันด้วย แต่เพราะว่าระยะทางจากดาวเทียมถึงสถานีภาคพื้นดินนี้มีระยะทางไกลมากถึงประมาณ 35,860 กม. (ภาคผนวกที่ 13) ทำให้เกิดการสูญเสียของระดับสัญญาณสูงมาก และยังสูญเสียเนื่องจากเหตุอื่น ๆ อีก จึงได้มีการศึกษาเพื่อหาทางชดเชยการสูญเสียทั้งหมด เช่น การเพิ่มอัตราการขยายของสายอากาศ, ลดระดับของสัญญาณรบกวนในดาวเทียม, ปรับปรุงการทำงานของเครื่องขยายสัญญาณให้มีอัตราการขยายสูงเมื่อเปรียบเทียบกับระดับสัญญาณรบกวนที่มีการขยายน้อยมาก เป็นต้น ทำให้ประสิทธิภาพของระบบดาวเทียมดีขึ้นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับระบบไมโครเวฟที่มีใช้อยู่บนพื้นโลก (ภาคผนวกที่ 3) จึงทำให้ระบบสื่อสารดาวเทียมเป็นระบบที่แพร่หลายและนิยมในปัจจุบัน

1.3 สถานะภาพของการสื่อสารดาวเทียมระหว่างประเทศและภายในประเทศ

1.3.1 การสื่อสารดาวเทียมระหว่างประเทศ (INTELSAT)

ในระบบการสื่อสารดาวเทียมระหว่างประเทศนั้น มีความแตกต่างกับระบบอื่น ๆ ที่การกระจายคลื่น ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างขวางประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่โลกทั้งหมด หรือเรียกการกระจายคลื่นชนิดนี้ว่า เป็นแบบ Global beam ดังนั้น เมื่อสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มาก ๆ จึงทำให้เกิดนำมาใช้ในทางการค้าขึ้นเพื่อใช้ติดต่อสื่อสาร โดยได้นำมาใช้สำหรับการค้าอย่างจริงจังในปี พ.ศ. 2508 (ค.ศ. 1965) ซึ่งดาวเทียมดวงนี้มีชื่อว่า EARLY BIRD หรือมีชื่อเรียกเป็นทางการว่า INTELSAT I มีสถานีภาคพื้นดินที่ใช้ในปีนั้น เพียงแค่ 5 ประเทศเท่านั้น แต่หลังจาก INTELSAT I ได้ปรับปรุงคุณสมบัติ

ทางด้านเทคนิคของดาวเทียมให้ดียิ่งขึ้น ได้มีการพัฒนาจนถึง INTELSAT 5 ในปัจจุบันมีสมาชิกรับสัญญาณผ่านดาวเทียมมากกว่า 100 ประเทศ หรือมีสถานีภาคพื้นดินมากกว่า 200 สถานี

แต่เนื่องจากในสภาวะปัจจุบัน มีผู้ใช้บริการ INTELSAT ทางด้านการค้าเกินกว่าจำนวนของช่องสัญญาณที่จะให้บริการได้ จึงทำให้เกิดสภาวะติดขัดทางด้านการสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยผู้ขอใช้บริการจะต้องแจ้งการใช้บริการล่วงหน้าเป็นเวลานาน ทำให้ประเทศบางประเทศผู้ใช้บริการนี้ เกิดความเบื่อหน่าย จึงได้มีการคิดที่จะมีดาวเทียมใช้เป็นของตนเอง เพื่อเป็นการเสริมข่ายการสื่อสารให้สามารถมีพอเพียงกับการบริการ และสดวกรวดเร็วขึ้นอีกด้วย จึงได้มีการส่งดาวเทียมสำหรับใช้ภายในประเทศขึ้นไปโคจรมากขึ้น ทำให้วงจรการสื่อสารผ่านระบบ INTELSAT ลดปัญหาต่าง ๆ ไปมาก ซึ่งดาวเทียมสื่อสารภายในประเทศ หรือ กิจการโทรคมนาคมเพื่อเพื่อนบ้านใกล้เคียง เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อไป

1.3.2 การสื่อสารดาวเทียมภายในประเทศ (DOMESTIC SATELLITE)

เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีดาวเทียมเพื่อการสื่อสารภายในประเทศมากที่สุดในขณะนี้เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ซึ่งบางประเทศเพิ่งจะมีดาวเทียมเป็นของตนเอง หรือบางประเทศกำลังวางแผนที่จะมี หรือเช่าจาก INTELSAT เพื่อนำเอามาใช้กับการสื่อสารดาวเทียมภายในประเทศนั้น ๆ แต่การสื่อสารภายในประเทศที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากประเทศที่ใช้อยู่เพียงไม่กี่ประเทศ ดังนี้.-

- ประเทศคานาดา เป็นประเทศแรกซึ่งส่งดาวเทียมภายในประเทศในปี พ.ศ. 2515 เพื่อใช้เป็นกิจการพาณิชย์บริการภายในประเทศ

- ประเทศอินโดนีเซีย ใช้ระบบดาวเทียมเพื่อการสื่อสารภายในประเทศของตนเอง ทั้งนี้เนื่องจากภูมิประเทศของอินโดนีเซียบังคับให้จำเป็นต้องใช้ และยังจัดแบ่ง

ให้ประเทศในโซนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่าทรานสปอนเดอร์ที่ว่าง ๆ เพื่อใช้ในกิจการโทรทัศน์ โทรศัพท์ และธุรกิจอื่น ๆ

- ประเทศอินเดีย มีโครงการใช้ดาวเทียมส่งสัญญาณโทรทัศน์โดยตรงกลับมายังพื้นโลกเพื่อครอบคลุมพื้นที่ของอินเดียซึ่งกว้างขวางมาก และยังเป็นวิธีที่ประหยัดอีกด้วย พร้อมกันนั้นก็ใช้เพื่อกิจการสื่อสารภายในประเทศด้วยเช่นกัน

- สำหรับประเทศอิหร่านและกลุ่มอาหรับ จะส่งดาวเทียม ZOHREH และ ARAB SAT. ขึ้นไปเพื่อกิจการสื่อสารภายในประเทศของตน และกลุ่มประเทศในตะวันออกกลาง

- ในย่านยุโรป มี อิตาลี ส่งดาวเทียม SIRIO ส่วนฝรั่งเศสได้ร่วมมือกับเยอรมันตะวันตก ส่งดาวเทียม SYMPHONIC เพื่อใช้ในกิจการทดลองและสำรวจ

- องค์การอวกาศของกลุ่มประเทศยุโรป ส่งดาวเทียม OTS-1 และดวงอื่น ๆ เพื่อใช้เชื่อมกิจการสื่อสารระหว่างประเทศในภาคพื้นยุโรปกับประเทศในอาฟริกา

- ประเทศญี่ปุ่น ทดลองส่งดาวเทียมเพื่อที่จะใช้เป็นกิจการสื่อสารและยังใช้ในการถ่ายทอดโทรทัศน์ และเพื่อหาผลทดลองบางอย่าง

- ประเทศจีน, บราซิล และออสเตรเลีย วางแผนในการที่จะใช้ดาวเทียมเพื่อกิจการภายในประเทศของตนเอง เพื่อใช้ในการติดต่อกับประเทศต่าง ๆที่อยู่ในภูมิภาคอื่นของโลก

- ส่วนประเทศต่าง ๆ ในกลุ่มนอร์ดิก ก็กำลังจะใช้กิจการดาวเทียมนี้เพื่อธุรกิจการค้าและการสื่อสารกับกลุ่มประเทศต่าง ๆ ต่อไป

เนื่องจากระบบดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ทางด้านการค้าในปัจจุบันนี้ มีความน่าเชื่อถือได้สูง เพราะมีระบบและอุปกรณ์ที่วางใจได้ว่า จะสามารถทำงานให้สำเร็จได้ตามเป้าหมายภายใต้สภาพและระยะเวลาที่ถูกกำหนดขึ้น อีกทั้งระบบนี้มิได้มีการสร้างไว้เกินส่วนเพื่อสำรองใช้ในเหตุจำเป็น ดังนั้นชิ้นส่วนทุกชิ้นและอุปกรณ์ทุกส่วนภายในระบบจึงได้ถูกการคัดเลือกไว้อย่างดีเยี่ยมให้สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมในจักรวาล และสภาวะอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นอย่างรุนแรงและกระทันหัน จากเหตุผลที่ได้กล่าวมานี้ จึงสนับสนุนความเชื่อถือที่ว่าระบบการติดต่อสื่อสารดาวเทียมภายในประเทศมีความเหมาะสมมากที่จะนำมาใช้เพื่อเป็นระบบเสริมข่ายการสื่อสารของระบบดาวเทียมสื่อสารระหว่างประเทศ หรือ ใช้เป็นระบบสำรองของระบบไมโครเวฟภาคพื้นดินด้วย แต่ระบบการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมภายในประเทศที่ใช้ติดต่อกันระหว่างสถานีต่อสถานี หรือระหว่างประเทศต่อประเทศ จำเป็นต้องใช้ความถี่ในการใช้งานเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้เกิดการสับสนในการใช้งาน จึงมีระบบ Multiple Access System เกิดขึ้น

ระบบ MULTIPLE ACCESS SYSTEM

สิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในระบบการสื่อสารดาวเทียม คือ การใช้ช่องสัญญาณแต่ละช่องให้ได้ประโยชน์อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากจำนวนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในดาวเทียมมีจำนวนจำกัด ดังนั้น ระบบ Multiple Access จึงช่วยทำให้สถานีภาคพื้นดินหลาย ๆ แห่งสามารถที่จะใช้ทรานสปอนเดอร์ร่วมกันได้

ระบบ Multiple Access ที่ใช้ในระบบดาวเทียม แตกต่างจากที่ใช้ในระบบสื่อสารผ่านไมโครเวฟ คือ ระบบนี้มีการทำงานเป็นขั้นตอน มีการนำเอาข่าวสารหรือข้อมูลแต่ละอันมาเรียงไว้เป็นสัญญาณพื้นฐาน (Baseband Signal) ที่อุปกรณ์ Multiplex ของเครื่องส่งทางสถานีภาคพื้นดิน โดยสัญญาณเหล่านี้จะถูก multiplex เข้าไปอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เท่าที่สามารถจะทำได้ สัญญาณที่ได้นี้เรียกว่า สัญญาณพื้นฐาน จะถูกส่งเข้าไป modulate กับคลื่นพาห์ เพื่อส่งผ่านไปให้ส่วนกำเนิดคลื่นวิทยุ (RF channel)

ดังนั้นจะเห็นว่า ในระบบนี้ไม่มีความจำเป็นจะต้องใช้คลื่นพาห์แยกต่างหากสำหรับส่งสัญญาณไปแต่ละแห่ง

ในระบบ Multiple Access อาจจะแบ่งออกตามกรรมวิธีได้ ดังนี้.-

1) แบ่งตามช่องสัญญาณคำพูด (Speech channel allocation)

2) แบ่งตามกรรมวิธี Multiplex

1) แบ่งตามช่องสัญญาณคำพูด ยังแบ่งย่อยออกได้ 2 ชนิด คือ

ก. Pre-Assigned Multiple Access (PAMA)

ข. Demand-Assigned Multiple Access (DAMA)

DAMA เป็นระบบการเลือกช่องสัญญาณโดยอัตโนมัติ ตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ป้อนเข้ามา และจะยังคงทำงานตลอดไปจนหมดสัญญาณที่ป้อนเข้ามา หรือ จะทำงานเฉพาะตอนที่การติดต่อหรือการพูดต่อเนื่องกันเท่านั้น แบบนี้ให้ประสิทธิภาพในการใช้ช่องสัญญาณสูงกว่า แบบ PAMA แต่เทคนิคการทำงานยุ่งยากมากกว่า

2) แบ่งตามกรรมวิธี Multiplex ยังแบ่งย่อยออกได้เป็น.-

ก. Frequency Division Multiple Access (FDMA)

ข. Time Division Multiple Access (TDMA)

ค. Space Division Multiple Access (SDMA)

ง. Code Division Multiple Access Spread Spectrum (CDMA)

ส่วนระบบ Modulate สำหรับการสื่อสารส่งสัญญาณโทรศัพท์ผ่านดาวเทียม แบ่งได้กว้าง ๆ เป็น 2 แบบ คือ FM และ PCM-PSK

ระบบ FM มีใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบไมโครเวฟ และเทคนิคต่าง ๆ

ได้ถูกนำมาพัฒนาให้ดีขึ้น มีความเชื่อถือแน่นอนมากขึ้น ระบบนี้จึงถูกนำมาใช้ในการสื่อสารดาวเทียม แต่ในระยะหลัง ๆ นี้เทคนิคทางด้านดิจิตอล ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน เพื่อนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ ในขณะเดียวกันกับระบบ PCM ซึ่งใช้เทคนิคทางด้านดิจิตอลก็ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วพร้อมกัน (ระบบนี้ได้ใช้กันในการส่งสัญญาณตามสายและการสื่อสารไมโครเวฟในประเทศอยู่ก่อนแล้ว) และได้ถูกนำมาใช้ในระบบสื่อสารดาวเทียม ในที่สุดก็เป็นระบบ Single Channel Per Carrier PCM Multiple Access Demand Assignment Equipment (SPADE)

ก. ระบบ FDMA

เป็นระบบที่กำหนดให้แต่ละวงจรใช้ความถี่ต่างกัน ในระบบนี้พบว่า เมื่อสัญญาณต่าง ๆ ที่ส่งผ่านทรานสปอนเดอร์ในเวลาเดียวกันจะเกิดการรบกวนซึ่งกันและกัน (INTERMODULATION) เพราะเหตุที่การไม่เป็นเชิงเส้น (non linearity) ของตัวทรานสปอนเดอร์

ในกรณีที่ใช้ระบบ FM เพื่อที่จะลดผลอันเกิดจากการรบกวนซึ่งกันและกันนั้น (INTERMODULATION) จำเป็นต้องรักษาระดับกำลังส่งออกของดาวเทียมให้ต่ำกว่าจุดอิ่มตัว (Saturation) และกำลังส่งของเครื่องขยายกำลังสูง (HPA) จากแต่ละสถานีภาคพื้นดินต้องถูกควบคุมให้พอดีอีกด้วย

ระบบ FDM ยังสามารถแบ่งพวกใหญ่ได้ 2 พวก คือ

ก. Single Sideband FM/FDM

ข. Single Sideband Per Carrier

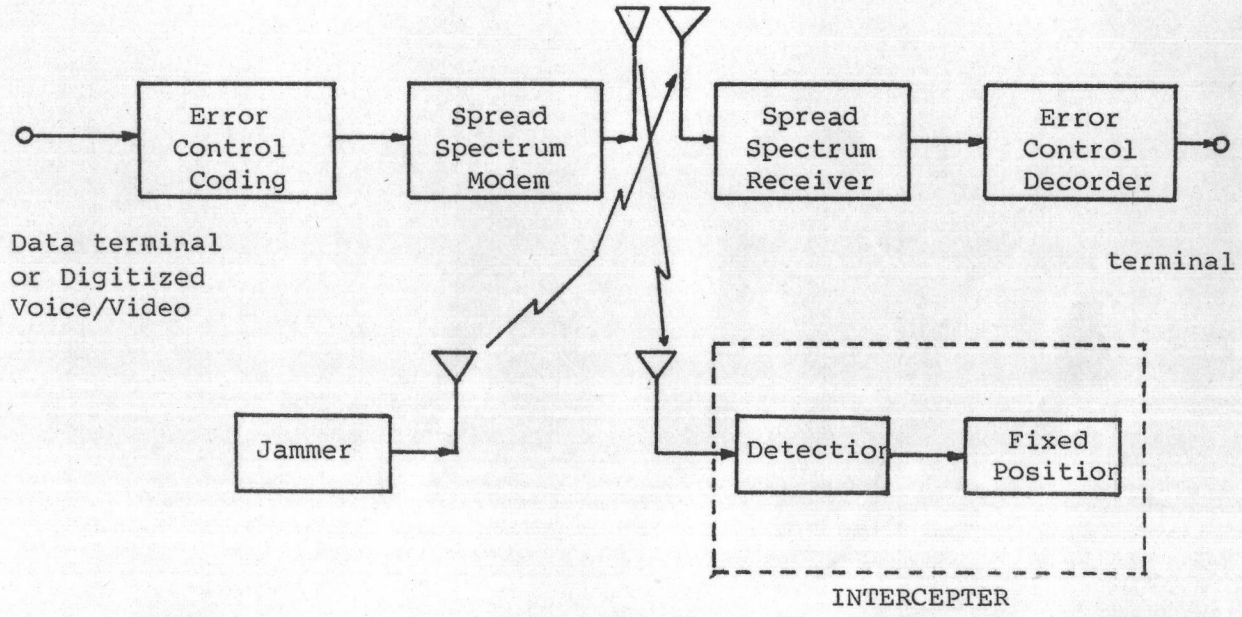
โดยพวกแรกเป็นแบบธรรมดาซึ่งความถี่คลื่นพาห์ ถูก modulate ทางความถี่โดยสัญญาณพื้นฐาน (baseband) ที่เป็น Frequency Division Multiplex พวกหลังใช้ RF carrier ในแต่ละช่องสัญญาณโทรศัพท์ และ modulateทั้งแบบ

PCM และ FM

ข. ระบบ TDMA สัญญาณที่ผ่านทรานสปอนเดอร์จะมีคลื่นพาห์เพียงคลื่นเดียว ดังนั้น การรบกวนภายใน (Intermodulation) ที่จะเกิดขึ้นจากสัญญาณต่าง ๆจะหมดไป ซึ่งวิธีนี้จะให้กำลังออก (Power Output) ของเครื่องส่งสัญญาณได้อย่างเต็มที่ แต่เนื่องจากเป็นการแบ่งช่วงเวลาจึงจำเป็นต้องมีระบบการจัดการเวลาที่ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งจะทำให้ระบบของสถานีภาคพื้นดินยุ่งยากขึ้น

ค. ระบบ SDMA เป็นการส่งสัญญาณขึ้นไปบนดาวเทียมเป็นกลุ่ม โดยการจัดรวมสัญญาณต่าง ๆ ให้มาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งในสมัยก่อนเรียกวิธีนี้ว่า Extra Terrestrial Activities

ง. ระบบ CDMA เป็นระบบซึ่งจัดสร้างขึ้นเพื่อใช้ในทางทหาร เพื่อใช้เป็น ANTI JAM (AJ) และ ANTI-INTERCEPT ซึ่งเป็นการทำลายระบบการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียม ระบบนี้มีหลักการสำคัญ ดังนี้.-



รูปที่ 1.3 Block diagram ของระบบ CDMA

ตามปกติในดาวเทียมดวงหนึ่ง ๆ จะมีจำนวนทรานสปอนเดอร์มากกว่าหนึ่งเสมอ โดยแต่ละทรานสปอนเดอร์จะจัดให้มีแถบความถี่กว้าง (Bandwidth) ประมาณ 40 MH_Z และ เครื่องขยายบนดาวเทียมนั้นจะขยายให้คลุมในย่านความถี่ได้กว้างถึง 500 MH_Z ทั้งนี้จะเห็นว่า แถบความถี่กว้างนี้มีความสามารถพอที่จะส่งสัญญาณโทรทัศน์ได้ถึงสองสัญญาณในเวลาเดียวกัน หรือเรียกว่าแบบ Half transponder หรือจะใช้ส่งเต็มแถบความถี่กว้าง เรียกว่า Full transponder ก็ได้ แต่ถ้าจะนำเอามาใช้ส่งสัญญาณโทรศัพท์สามารถส่งสัญญาณได้เป็นจำนวนมาก แต่ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับเทคนิคที่ใช้ในการทำ

อย่างไรก็ตามเครื่องขยายกำลังสูง (High power Amplifier) ในแต่ละทรานสปอนเดอร์ จะต้องมีกำลังส่งสัญญาณขาลงที่มีกำลังสูงพอ หรือให้มีกำลังมาก ๆ จึงจะทำให้ค่าการลงทุนในการสร้างสถานีภาคพื้นดินต่ำลงไปเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก แต่เนื่องจากผลตอบสนองของเครื่องขยายกำลังสูงให้ผลของความไม่เป็นเชิงเส้น (non linearity effect) ต่อสัญญาณขาออก เมื่อสัญญาณขาเข้ามีกำลังสูงจนเกินช่วงเชิงเส้น (linear) ซึ่งกรณีนี้จะทำให้สัญญาณขาออกเกิดการอิ่มตัว (saturation) ดังนั้นในการออกแบบระบบและจัดสรรอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำเอามาใช้งานจึงต้องคำนึงถึงเหตุผลนี้ด้วย.

1.4 เป้าหมายของงานวิจัย

สำหรับวิทยานิพนธ์นี้ ได้ศึกษาถึงการออกแบบระบบและสายอากาศสำหรับสถานีรับในการสื่อสารภายในประเทศผ่านดาวเทียม โดยกำหนดแนวความคิดไว้ดังนี้.-

1) ศึกษาระบบการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมหลาย ๆ ระบบ ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อหาแนวทางที่จะแก้ไขและปรับปรุงระบบ ให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) ศึกษาวิธีที่จะทำการดัดแปลงระบบการรับ-ส่งสัญญาณผ่านทรานสปอนเดอร์แบบครึ่งทรานสปอนเดอร์มาใช้ในระบบที่มีอยู่ปัจจุบัน โดยให้มีผลกระทบต่ออุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมน้อยที่สุด

3) ศึกษาถึงผลดีของระบบการทำงานแบบครึ่งทรานสปอนเดอร์ เพื่อนำมาใช้กับระบบดาวเทียมปาลาป้าของอินโดนีเซีย สำหรับประเทศไทย และประเทศข้างเคียง

4) ศึกษาถึงผลประโยชน์ และเปรียบเทียบความเหมาะสมของระบบที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันแบบเต็มทรานสปอนเดอร์ กับ แบบครึ่งทรานสปอนเดอร์ เพื่อนำมาใช้สำหรับโครงการต่อไปในประเทศไทย

5) ศึกษาและวิจัยข้อมูลจากจานสายอากาศขนาดเล็ก เพื่อนำมาใช้ในกิจการสื่อสารดาวเทียม

6) ศึกษาหาความเหมาะสมของขนาดจานสายอากาศขนาดเล็กที่จะนำมาใช้กับระบบสื่อสารดาวเทียมภายในประเทศ สำหรับประเทศไทย

7) ศึกษาอัตราการขยายสัญญาณของจานสายอากาศขนาดเล็ก เพื่อให้เหมาะสมกับคุณภาพของสัญญาณที่รับได้จากดาวเทียม

8) ศึกษาและวิเคราะห์แนวทางในการผลิตจานสายอากาศขนาดเล็ก เพื่อให้สอดคล้องกับระบบสื่อสารประเภทนี้

010533

9) ศึกษาโครงสร้างของจานสายอากาศ รวมทั้งฐาน และชนิดของวัสดุที่จะนำมาผลิต เพื่อใช้ในการทดลองและประเมินค่าการลงทุนผลิตจานสายอากาศขนาดเล็ก

10) ทดลองวัดและทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของจานสายอากาศเพื่อเปรียบเทียบกับของต่างประเทศ

ส่วนสาเหตุที่เลือกศึกษาทางด้านนี้ เพราะว่าระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมกำลังเป็นที่สนใจเป็นอันมากในประเทศไทย และหน่วยงานต่าง ๆ มีแนวโน้มจะนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลาย ๆ โครงการกำลังดำเนินงานอยู่และบางโครงการก็กำลังจะเริ่มมี และเพราะว่าบางระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ใช้ช่องว่าง (Space Segment) ในทรานสปอนเดอร์อย่างฟุ่มเฟือย ถ้ามีการปรับปรุงคุณสมบัติบางอย่างจะทำให้สามารถเพิ่มปริมาณการใช้ทรานสปอนเดอร์ได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น และให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะปัจจุบันนี้ราคาค่าเช่าทรานปอนเดอร์นั้นแพงมาก ควรที่จะใช้ให้คุ้มค่า จึงมีความคิดว่าควรใช้การส่งสัญญาณแบบครึ่งทรานสปอนเดอร์ เช่น การส่งสัญญาณโทรทัศน์ เป็นต้น แต่ยังคงให้มีคุณภาพคงเดิม หรืออาจจะด้อยลงมาเล็กน้อย แต่ยังรักษามาตรฐานของสัญญาณตาม CCIR/CCITT เอาไว้เหมือนเดิม และในการปรับปรุงระบบนี้จะไม่ใช้การลงทุนสูงนัก ยังคงใช้อุปกรณ์เดิม แต่มีการปรับแต่งระดับสัญญาณบ้างเพื่อให้เหมาะสมกับระบบที่จะนำมาใช้งานต่อไป

ทางด้านระบบการรับสัญญาณจะใช้จานรับสัญญาณที่คิดว่าขนาดเล็กเท่าที่จะเป็นไปได้ในการสื่อสารชนิดนี้ พร้อมกับสามารถติดตั้งบนรถเพื่อเคลื่อนที่ไปมาได้ หรือจะนำไปติดตั้งบนพื้นดินสำหรับสถานีฯ ที่ตั้งอยู่กับที่ก็ได้ ซึ่งยังคงรักษาคุณภาพของสัญญาณตามมาตรฐาน ส่วนในการใช้อุปกรณ์สำหรับผลิตจานสายอากาศชนิดนี้ จะออกแบบให้ใช้ประโยชน์ได้มากที่สุดโดยสามารถถอดประกอบเป็นชิ้นส่วนได้ เพื่อสดวกในการขนส่งและราคาก็ประหยัดด้วย

ส่วนผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้

1) ทำให้ใช้ทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมปาลาป้าได้อย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพสูง

2) ทำให้ทุ่นค่าใช้จ่ายในการเช่าทรานสปอนเดอร์ดาวเทียมปาลาป้า

3) การที่ได้สร้างสายอากาศสำหรับสถานีรับในการสื่อสารภายในประเทศขนาด 4.5 เมตร ตามมาตรฐานของ CCIR เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะได้นำไปใช้ประโยชน์ในการทดลองทางด้านส่งต่อไป

4) สามารถทำการซ่อมบำรุงได้เอง ถ้าระบบสายอากาศเกิดชำรุด ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงได้มาก

5) การลงทุนในการผลิตจานสายอากาศขนาด 4.5 เมตรนี้ ต่ำกว่าสั่งซื้อจากต่างประเทศประมาณ 80%

6) เป็นการช่วยให้คนไทยมีประสพการณ์ในการผลิตจานสายอากาศขนาด 4.5 เมตร และยังช่วยให้มีการริเริ่มการพัฒนาจานสายอากาศชนิดนี้ต่อไปด้วย