หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๒

ระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะ
(Single-Channel-per-Carrier)

ระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะ

หมายถึงระบบซึ่งคลื่นพาหะ ๑ คลื่นจะถูกโมดูเลทด้วยสัญญาณแถบความถี่พื้นฐาน (Base-band Signal) เพียงสัญญาณเดียว หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคลื่นพาหะ ๑ คลื่น จะบรรจุข่าวสารจากช่องสัญญาณเดียวเท่านั้น

ระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะกับการสื่อสารดาวเทียม

ในราวต้นปี ค.ศ. ๑๙๖๕ ซึ่งเป็นปีแห่งการนำระบบสื่อสารดาวเทียมมาใช้ในการพาณิชย์ โดยใช้โมดูเลชั่นเทคนิคที่เรียกว่า FDM/FM/FDMA* ซึ่งเป็นระบบที่มีคุณภาพการสื่อสารดีแต่มีข้อเสียที่ต้องการความกว้างของแถบความถี่มาก ความต้องการช่องสัญญาณเพื่อใช้ในการสื่อสารเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความจำกัดของแถบความถี่ที่มีอยู่จึงมีการค้นคว้าวิจัยหาวิธีที่จะใช้แถบความถี่ที่มีอยู่นี้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด แนวทางที่สามารถลดปัญหาความจำกัดของแถบความถี่กระทำได้หลายทางเช่น การนำช่วงความถี่ที่ยังมิได้มีการใช้เข้ามาใช้, การใช้เทคนิคทาง Demand Assignment หรือการใช้โมดูเลชั่นเทคนิคและ Multiple Access ที่เหมาะสม

---

*FDM/FM/FDMA : frequency - division multiplex (base band), frequency modulation (carrier), and frequency - division multiple access (RF band).

ปีค.ศ. ๑๙๗๑ มีการนำระบบ SPADE* เข้ามาใช้ในการสื่อสารผ่านดาวเทียม ระบบ SPADE(๑๒) เป็นระบบสื่อสารแบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะที่ใช้เทคนิคชนิด PCM/PSK/FDMA** ซึ่งพัฒนาขึ้นมาจากระบบดิจิตอล (Digital System) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แถบความถี่ของช่องสื่อสารโดยเฉพาะ จึงถือได้ว่า SPADE เป็นระบบแรกของระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะที่นำมาใช้ในระบบสื่อสารดาวเทียม

<u>ระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แถบความถี่ของช่องสื่อสารได้อย่างไร</u>

ในข่ายการสื่อสารดาวเทียมที่เป็นแบบ Global Satellite Network ประกอบด้วยประเทศต่างๆที่มีความต้องการวงจรเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างประเทศที่ ณ. เวลาหนึ่งๆแตกต่างกันมาก ตามมาตรฐานของ INTELSAT ได้กำหนดการทำ FDM ของช่องโทรศัพท์ไว้ต่ำสุดเท่ากับ ๒๔ วงจร ซึ่งเป็นการลดประสิทธิภาพการใช้ช่องสื่อสารของประเทศที่มีความต้องการต่ำกว่า ๒๔ วงจร ณ. เวลานั้น การใช้ระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะจะลดความสูญเปล่าของแถบความถี่ที่เกิดจากทำ FDM ในข่ายการสื่อสารที่มีการสัญจรของสัญญาณ ณ.เวลาหนึ่งในระดับปานกลางหรือต่ำ

ข้อเสียของระบบสื่อสารที่ใช้ FDM/FM/FDMA ประการหนึ่งคือเมื่อระบบสื่อสารมีจำนวนคลื่นพาหะมากกว่าหนึ่งคลื่นพาหะ (Multicarrier) จำนวนช่องสัญญาณต่อทรานสปอนเดอร์จะลดลงอย่างมากซึ่งเกิดจากการต้องเลื่อนจุดทำงานของเครื่องขยายให้อยู่ในย่านที่เป็นเชิงเส้น (Back Off) เพื่อลดระดับของอินเตอร์โมดูเลชั่นโปรดัค ทำให้เกิดภาวะความจำกัดของกำลังในการขยาย (Power Limited) ตารางที่ ๒.๑ แสดงการเปรียบเทียบความจุของทรานสปอนเดอร์ที่มีแถบ

---

*SPADE : Single Channel per Carrier, Pulse Code Modulation, Multiple Access, Demand Assignment Equipment,

**PCM/PSK/FDMA : Pulse code modulation, phase shift keying, frequency division multiple access

ความถี่กว้าง ๓๖ เมกกะเฮิรทซ์ในระบบต่างๆคือ

๑. ระบบ ๑ คลื่นพาหะต่อทรานสปอนเดอร์ ใช้โมดูเลชั่นแบบ FDM/FM และ PCM/TDM/PSK

๒. จำนวนหลายคลื่นพาหะต่อทรานสปอนเดอร์ ใช้โมดูเลชั่นแบบ FDM/FM/FDMA หรือ PCM/TDM/PSK/FDMA

๓. ระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะใช้โมดูเลชั่นแบบ FM/FDMA,CFM/FDMA PCM/PSK/FDMA

ตารางที่ ๒.๑ การเปรียบเทียบความจุจำนวนช่องสัญญาณต่อทรานสปอนเดอร์ของ Intelsat IV (Global Beam)ที่ใช้โมดูเลชั่นต่างกัน

ระบบ	เทคนิคการสื่อสาร	ช่องสัญญาณต่อทรานสปอนเดอร์
๑. คลื่นพาหะ/ทรานสปอนเดอร์	FDM/FM	๙๐๐
	PCM/TDM/PSK(๔ϕ)	๙๔๐
๘ คลื่นพาหะ/ทรานสปอนเดอร์	FDM/FM/FDMA	๔๐๐
	PCM/TDM/PSK/TDMA	๙๐๐
๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะ	FM/FDMA	๕๕๐
	CFM/FDMA	๑๖๕๐
	PCM/PSK/FDMA	๘๐๐

ที่มา จากเอกสารอ้างอิง หมายเลข ๑๑

จากตารางที่ ๒.๑ พบว่าระบบ FDM ที่มีหลายคลื่นพาหะความจุจำนวนช่องสัญญาณต่อทรานสปอนเดอร์จะลดลงมาก ส่วนในระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะซึ่งมีจำนวนคลื่นพาหะมากกว่าระบบ FDM หลายคลื่นพาหะยังคงรักษาความจุเฉลี่ยของจำนวนช่องสัญญาณไว้ได้ โดยเฉพาะระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะที่ใช้ CFM ความจุจำนวนช่องสัญญาณจะสูงขึ้นมาก

นอกจากนี้การโมดูเลชั่นคลื่นพาหะด้วยเฟียง ๑ สัญญาณพื้นฐานของระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะทำให้สมารถนำเทคนิคที่เรียกว่า Voice-Operated Carrier Transmission[๑๓] (Vox) มาใช้ ซึ่งเป็นระบบที่จะปิดเครื่องส่งเมื่อไม่มีสัญญาณเสียง ทำให้การใช้กำลังงานของเครื่องส่งมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

<u>โมดูเลชั่นเทคนิคในระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะ</u>

โมดูเลชั่นเทคนิคที่ใช้ในระบบ ๑ ช่องต่อ ๑ คลื่นพาหะมี ๓ ชนิดดังนี้

๑. Pulse Code Modulation, Phase Shift Keying (PCM/PSK)

๒. Delta Modulation, Phase Shift Keying (DCDM/PSK)

๓. Companded FM (CFM)

PCM/PSK เป็นระบบดิจิตอลมาตรฐานซึ่งเมื่อประกอบเข้ากับเทคนิคของ Demand - Assignment ก็คือระบบ SPADE ที่รู้จักกัน

DCDM/PSK ในระยะแรกการนำเดลต้าโมดูเลชั่น[๑๔] เทคนิคมาใช้ปรากฏว่าไม่ได้รับความนิยมแพร่หลายเนื่องจากความจำกัดของการยอมให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณอยู่ในช่วงจำกัด (Dynamic Range Limited) ทั้งนี้เนื่องจากเดลต้าโมดูเลชั่นในระยะเวลานั้นเป็นแบบ Fixed Step Sizes ปัจจุบันได้พัฒนาเป็นระบบ Variable Slope ทำให้การสื่อสัญญาณเสียงด้วยเดลต้าโมดูเลชั่นเทคนิคมีคุณภาพสูงขึ้น อัตราการส่งสัญญาลักษณ์แทนข้อมูล (bit rate) ในระบบเดลต้าโมดูเลชั่นจะต่ำกว่าในระบบ PCM เพราะทุกๆการสุ่มตัวอย่าง ๑ ครั้ง ของระบบเดลต้าโมดูเลชั่น ข้อมูลของตัวอย่างจะแทนด้วยสัญญาลักษณ์ฐานสอง (binary symbol) เพียง ๑ ตัว จึงทำให้ระบบเดลต้าโมดูเลชั่นต้องการความกว้างของแถบความถี่น้อยกว่า

CFM จากตารางที่ ๒.๑ ได้แสดงให้เห็นผลของ Syllabic Compandor[๑๕] ในการเพิ่มจำนวนช่องสัญญาณ Compandor ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ (Compressor) และเอ็กซ์แพนเดอร์ (expandor) ซึ่งมีคุณลักษณะเป็นส่วนประกอบของกันและกัน (Complement) คอมเพรสเซอร์จะลดช่วงกว้างของการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียง ทำให้ค่าสูงสุดของการเบี่ยงเบนความถี่ (Modulation Index) ของการโมดูเลชั่นลดลงซึ่งส่งผลให้แถบความถี่ที่ต้องการของแต่ละช่อง

สัญญาณลดลง เมื่อสัญญาณมาถึงจุดปลายทางสถานีรับจะขยายสัญญาณนั้นด้วยเอ็กซ์แพนเดอร์ ทำให้ได้สัญญาณเดิมกลับคืนมา