ก 2065

กรุงเทพธุรกิจ

ปีที่ 8 ฉบับที่ 2305

วันพฤหัสบดีที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2538

เทคโนโลยี

`โทรศัพท์เคลื่อนที่´ สื่อสารไร้สาย ยุคโลกาภิวัตน์

ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ

สิทธิพร ปริกัมศีล

โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Phone) เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้แพร่หลายมากที่สุด สำหรับชาวกรุงเทพ เนื่องจากเหตุผลของการขาดแคลนโทรศัพท์พื้นฐาน ประกอบกับการจราจรที่คับคั่งจนกำหนดเวลาที่จะใช้บนถนนไม่ได้เลย "กรุงเทพ-ไอที" ฉบับนี้ ก็จะขอพาท่านผู้อ่านไปรู้จักกับ เทคโนโลยีของโทรศัพท์เคลื่อนที่

โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Phone) ก็คือโทรศัพท์ไม่มีสายที่ผู้ใช้สามารถนำตัวเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ติดตัวไปไหนต่อไหนได้ โดยสามารถติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์อื่นๆ ได้ภายในพื้นที่ให้บริการ

โทรศัพท์เคลื่อนที่ นับเป็นรูปแบบหนึ่งของระบบ "การสื่อสารไร้สาย" (wireless Telephone) โดยกำเนิดของการสื่อสารไร้สาย มีมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2463 ในสหรัฐอเมริกา

สมัยนั้นเป็นลักษณะของการเชื่อมต่อวิทยุสื่อสาร เข้ากับเครือข่ายโทรศัพท์ โดยอาศัยช่องความถี่ตายตัว แต่ละเครื่องจะมีความถี่เฉพาะตัว ไม่สามารถใช้ความถี่ของเครื่องอื่นๆ ได้

ปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีได้เปลี่ยนไป มีการนำเทคโนโลยี "การแบ่งช่องสัญญาณ" (Multiple Access) เข้ามาใช้ โดยอาศัยหลักการนี้โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถใช้ช่องสัญญาณร่วมกันได้ (ความถี่แต่ละเครื่องจะไม่ถูกกำหนดตายตัว) โดยจะครอบครองช่องสัญญาณเฉพาะในช่วงที่มีการติดต่อกันเท่านั้น

2 ระบบใหญ่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่

โทรศัพท์เคลื่อนที่ ถ้าแบ่งตามเทคโนโลยีของการประมวลผลสัญญาณที่ใช้แล้ว อาจแบ่งได้เป็น 2 ระบบ ได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบอนาล็อค และโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบดิจิตอล

ระบบอนาล็อค จะอาศัยหลักการแบ่งช่องสัญญาณ ตามความถี่ หรือ เอฟดีเอ็มเอ (Frequency Division Multiple Access, FDMA)

ระบบดิจิตอล ซึ่งเริ่มมาตั้งแต่ปี 2522 จะแบ่งช่องสัญญาณ เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบ่งช่องสัญญาณแบบแบ่งตามเวลา หรือ ทีดีเอ็มเอ (Time Division Multiple Access, TDMA) และแบ่งช่องสัญญาณแบบเข้ารหัส หรือ ซีดีเอ็มเอ (Code Division Multiple Access, CDMA) ซึ่งทั้งสองเทคนิคนี้ ยังไม่สรุปว่า มาตรฐานใดจะเป็นหลัก

โทรศัพท์ในระบบอนาล็อค (เอฟดีเอ็มเอ)

ดร. ปราโมทย์ ศรีสุขสันต์ ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโทรคมนาคม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) กล่าวว่า หลักการโทรศัพท์เคลื่อนแบบอนาล็อค ทุกระบบ จะเหมือนกันทุกประการ ต่างกันก็เฉพาะช่วงความถี่ที่ใช้และความกว้างของช่องสัญญาณ

0
1
M
C
S
1
4
2
7
5
3
8
6
9
0

ทั้งนี้โทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกระบบจะได้รับย่านความถี่ 2 ช่วงความถี่ ได้แก่ ความถี่ของภาครับ (จากสถานีฐานให้กับเครื่องลูกข่าย) และภาคส่ง (จากเครื่องลูกข่ายไปยังสถานีฐาน) เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนความถี่ขณะพูดคุย

1. ระบบแอมป์ (AMPS: Advanced Moblile Phone System)

ระบบนี้เป็นของอเมริกา จะให้บริการที่ความถี่ 824-849 เมกะเฮิรตซ์ ในภาครับ และใช้ความถี่ 869-894 เมกะเฮิรตซ์ ในภาคส่ง (ก่อนปี 2529 ความถี่ภาครับเป็น 825-845 เมกะเฮิรตซ์ ภาคส่งเป็น 870-890 เมกะเฮิรตซ์) และใช้ความกว้างของช่องความถี่ประมาณ 12 เมกะเฮิรตซ์ (สำหรับแต่ละแบนด์ เอ และแบนด์ บี)

ผู้ให้บริการระบบแอมป์ จะแบ่งช่องความถี่ที่ได้เป็นแถบความถี่ หรือ ช่องสัญญาณย่อยๆ โดยมีความกว้างช่องสัญญาณ 30 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากัน ทำให้ได้ช่องสัญญาณกว่า 400 ช่อง

ทั้งนี้ 1 ช่องสัญญาณ เทียบเท่ากับ 1 ช่องเสียง (1 คู่สาย) นั่นคือ ขณะที่นาย ก. ใช้บริการอยู่ โทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องใช้ช่องสัญญาณของภาครับ 1 ช่อง และของภาคส่ง 1 ช่อง ในการสนทนากับนาย ข.

ใน 400 ช่องสัญญาณนี้ จะมี 1 ช่องสัญญาณ ที่ถูกกำหนดให้เป็น ช่องสัญญาณควบคุม (Control Channel) ซึ่งชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะติดต่อหรือสั่งงานกับเครื่องลูกข่าย โดยอาศัยช่องสัญญาณควบคุมนี้

เนื่องจาก ไม่สามารถใช้งานทั้ง 400 ช่องสัญญาณ ภายในเซลล์เดียวกันได้ เพราะจะเกิดการรบกวนสัญญาณระหว่างเซลล์ข้างเคียง จึงต้องแก้ปัญหา โดยการแบ่งช่องสัญญาณ 400 ช่องนี้ ออกเป็นกลุ่มสัญญาณย่อยๆ K กลุ่ม (ค่า K นี้ เรียกว่า Reuse factor) แต่ละกลุ่มจะมีจำนวนช่องสัญญาณเท่ากันเพื่อใช้สำหรับแต่ละเซลล์

ในระบบแอมป์ จะจัดแบ่งช่องสัญญาณ 400 ช่องออกเป็น 7 กลุ่ม (K=7) สำหรับ 7 เซลล์ (แต่ละเซลล์ได้รับช่องสัญญาณ 400/7 ช่อง) พื้นที่ทั้ง 7 เซลล์ จะมีการเรียงตัวโดย มีเซลล์หนึ่งอยู่ตรงกลาง และอีก 6 เซลล์ล้อมรอบ เมื่อรวมแล้วภายในพื้นที่ 7 เซลล์ จะได้ช่องสัญญาณทั้งสิ้น 400 ช่อง

ทั้งนี้ ไม่ได้หมายความว่า เลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะมีได้เพียง 400 เลขหมาย แต่ผู้ที่มีโทรศัพท์เคลื่อนที่จะสามารถคุยพร้อมกัน ภายในพื้นที่ให้บริการของ 7 เซลล์นี้ ได้เพียงแค่ 400 คู่สายเท่านั้น

ปกติจำนวนเครื่องลูกข่ายจะมีประมาณ 16-25 เท่าของจำนวนช่องสัญญาณที่มีให้ หรือ 16-25 เท่า ของ 400

โดยกลุ่มช่องสัญญาณทั้ง 7 เซลล์นี้ สามารถนำไปให้บริการในพื้นที่อื่นๆ หรือพื้นที่ใกล้เคียงได้อีก ตามหลักการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ (Reuse Frequency) ที่จัดสรรความถี่ของเซลล์ข้างเคียง ต่างช่องสัญญาณกันเพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนความถี่

วิธีผสมสัญญาณของอนาล็อค

เสียงพูดของมนุษย์ เป็นสัญญาณอนาล็อค มีความถี่ประมาณ 300 เฮิรตซ์ ถึง 400 กิโลเฮิรตซ์ ฉะนั้น ก่อนส่งสัญญาณออกไปจะต้องมีการผสมสัญญาณ (modulate) ให้ได้ประมาณ 800 เมกะเฮิรตซ์ เพื่อให้กำลังส่งสูงขึ้น โดยเป็นการผสมสัญญาณแบบเอฟเอ็ม (Frequency Modulation) เช่นเดียวกับที่ใช้กับสัญญาณวิทยุ

หลักการแบ่งความถี่แบบนี้เราเรียกว่า เอฟดีเอ็มเอ ซึ่งเป็นการนำความถี่ที่ได้รับมาแบ่งย่อยอีกครั้ง โดยที่แต่ละช่องสัญญาณจะมีช่วงความถี่เท่าๆ กัน

2. ระบบเอ็น-แอมป์ (N-AMPS: Narrow Band AMPS)

ระบบนี้ใช้หลักการเดียวกับระบบแอมป์ทุกประการ แต่มีความกว้างของช่องสัญญาณเพียง 10 กิโลเฮิรตซ์ ทำให้จำนวนช่องสัญญาณมากกว่าระบบแอมป์ 3 เท่าตัว แต่เนื่องจากสัญญาณรบกวนสูงกว่ารวมทั้งคุณภาพเสียงด้อยกว่าระบบแอมป์ จึงนิยมใช้น้อยกว่า

3. ระบบเอ็นทีที (NTT: Nippon Telephone and Telegraph) และเจแทคส์ (JTACS :Japan TACS-Total Access Coverage System)

ระบบเอ็นทีทีเกิดขึ้นในญี่ปุ่นในปี 2522 และต่อมามีการพัฒนาระบบเจแทคส์ขึ้นมา ทั้งสองระบบนี้คล้ายระบบแอมป์ แต่มีความกว้างช่องสัญญาณ 25 และ 10 กิโลเฮิรตซ์ ตามลำดับ

4. ระบบเอ็นเอ็มที (NMT: Nordic Mobile Telephone)

ระบบนี้จะแตกต่างจากระบบอนาล็อคอื่นๆ ไปบ้าง โดยที่ระบบเอ็นเอ็มที จะไม่มีช่องสัญญาณควบคุมเหมือนแอมป์ ทั้งนี้สัญญาณควบคุมจะถูกส่งไปพร้อมกับสัญญาณเสียง

ระบบเอ็นเอ็มที 450 (NMT 450) และเอ็นเอ็มที 470 (NMT 470) เป็นระบบเดียวกัน ต่างกันเฉพาะความถี่เท่านั้นเอง

ส่วนระบบ เอ็นเอ็มที 470 ที่ใช้ในประเทศไทย ใช้มาตรฐานเดียวกับเอ็นเอ็มที 450 ของยุโรป แต่เปลี่ยนมาใช้ความถี่ที่ 470 กิโลเฮิรตซ์

โทรศัพท์ในระบบดิจิตอล (ทีดีเอ็มเอ และซีดีเอ็มเอ)

วิธีผสมสัญญาณของดิจิตอล

ในระบบดิจิตอลนั้น จะใช้วิธีผสมสัญญาณ 2 แบบ ได้แก่ ทีดีเอ็มเอ และ ซีดีเอ็มเอ โดยระบบดิจิตอลต่างกับระบบอนาล็อคตรงที่ สัญญาณเสียงที่พูดเข้าไปในโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อคจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณดิจิตอลก่อนที่จะส่งเข้าไปยังช่องความถี่เพื่อผสมสัญญาณ

จากนั้น จึงจะถูกส่งออกจากตัวเครื่อง กรณีที่เป็นระบบอนาล็อค จะเป็นการผสมสัญญาณแบบเอฟเอ็ม แต่สำหรับระบบดิจิตอล ไม่ใช่การผสมสัญญาณแบบเอฟเอ็มขึ้นกับระบบ

1. ระบบทีดีเอ็มเอ

โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบดิจิตอลที่ใช้การแบ่งช่องสัญญาณแบบ ทีดีเอ็มเอ ได้แก่ ทีดีเอ็มเอ (ไอเอส-54) (TDMA (IS-54)), จีเอสเอ็ม (GSM: Global System for Mobile Communication), พีซีเอ็น (PCN: Personal Digital Cellular Telecommunication) หรืออาจเรียกว่า ดีซีเอส 1800 (DCS: Digital Cellular System) และ พีดีซี (PDC: Personal Digital Cellular Telecommunication) (ทั้งพีดีซี 800 และ พีดีซี 1500)

1.1 ระบบทีดีเอ็มเอ (ไอเอส-54) หรือเรียกว่า ดี-แอมป์ (D-AMPS: Digital AMPS)

เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบแอมป์ ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงอะไรมากนัก ความกว้างช่องสัญญาณเท่ากับ 30 กิโลเฮิรตซ์

โดยแต่ละช่องสัญญาณ จะมีการแบ่งตามช่องเวลา ได้อีก 3 ช่องเวลา (Time Slot) ทำให้จำนวนช่องเสียงเพิ่มเป็น 3 เท่า เมื่อเทียบกับระบบแอมป์ นั่นคือ 1 ช่องสัญญาณ จะมีได้ 3 ช่องเสียง (ระบบแอมป์ 1 ช่องสัญญาณ กว้าง 30 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 1 ช่องเสียง) หรือกล่าวได้ว่า 1 ช่องเสียง จะต้องใช้ความถี่ 10 กิโลเฮิรตซ์

โดยจะสามารถใช้ได้ 3 เครื่องพร้อมกัน ในช่องสัญญาณเดียวกัน ไม่รบกวนกัน จะมีการผลัดกันใช้ช่องความถี่ ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ด้วยความเร็วสูง

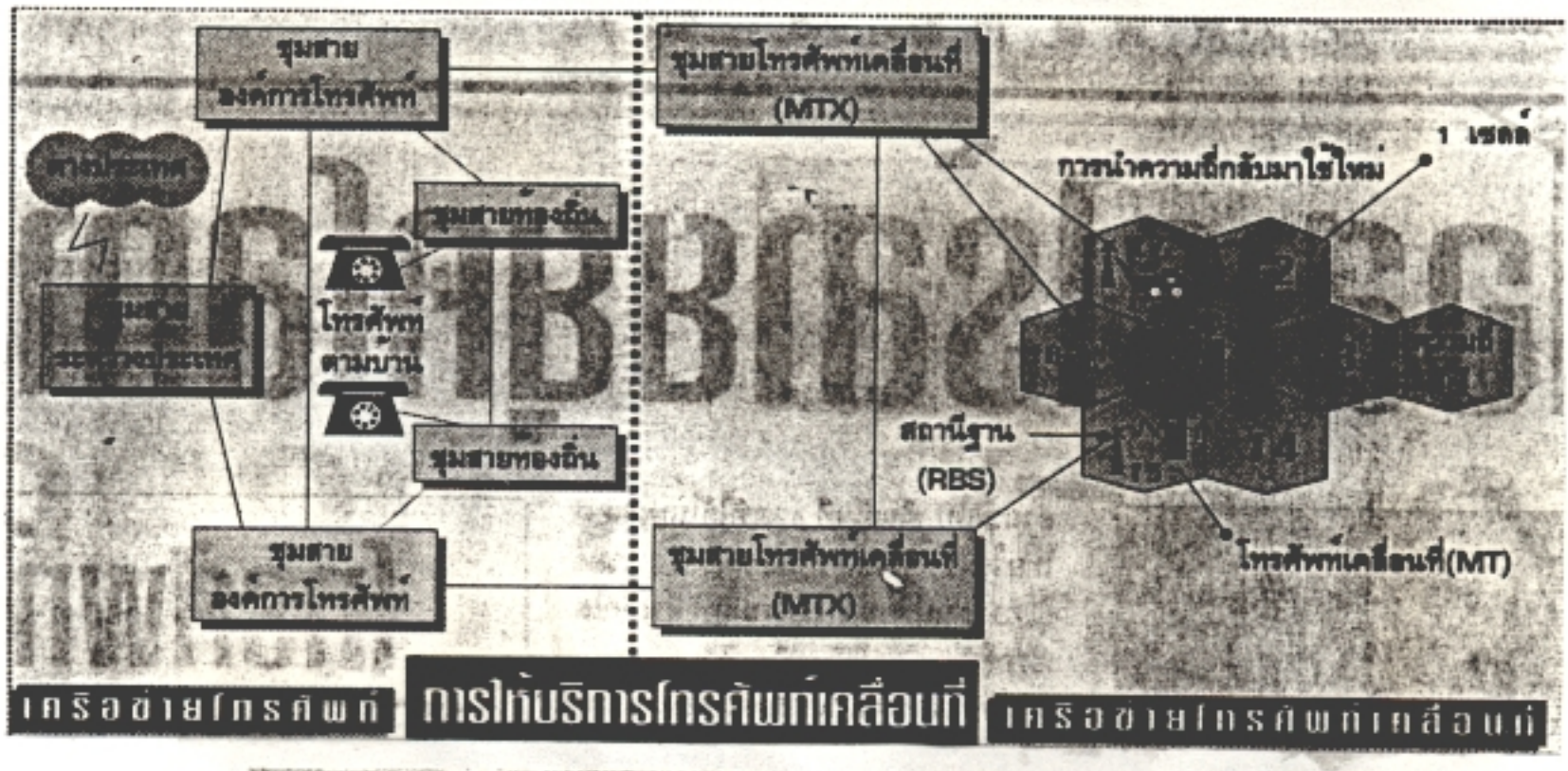
ปกติแล้ว การเปลี่ยนแปลงสัญญาณอนาล็อคให้เป็นสัญญาณดิจิตอลจะสามารถรับ-ส่งข้อมูลเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะต้องการใช้ช่องสัญญาณที่กว้างขึ้นกว่าเดิม ทำให้ต้องมีการบีบอัดสัญญาณเพื่อให้สามารถส่งข้อมูลที่เป็นดิจิตอล เข้าไปยังช่องสัญญาณที่มีความกว้างจำกัด เช่น 30 กิโลเฮิรตซ์ ได้ การผสมสัญญาณเป็นแบบ $\pi/4$ DQPSK

ในระบบทีดีเอ็มเอ (ไอเอส-54) นี้ ใช้เทคนิคการบีบอัดข้อมูลเป็นแบบวีเอสอีแอลพี (VSELP: Vecor Sum Excited Linear Prediction) เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมาก โดยบริษัทโมโตโรล่าเป็นผู้พัฒนาขึ้นมา ซึ่งในอนาคต เทคนิคนี้จะปรับปรุงสามารถเพิ่มได้เป็น 6 ช่องเสียง อีกด้วย

เทคนิคทีดีเอ็มเอนี้ความจริงแล้วมีทั้งการแบ่งช่องความถี่และช่องเวลา ฉะนั้น ถ้าจะเรียกให้ถูกต้องแล้ว จะต้องเป็นเทคนิคเอ็ฟดี-ทีดีเอ็มเอ (FD-TDMA: Frequency Division and Time Division Multiple Access)

ข้อดีข้อหนึ่งของระบบดิจิตอล คือ จำนวนช่องสัญญาณต่อช่องเสียงจะเพิ่มขึ้น ทำให้ความจุช่องสัญญาณมากขึ้น รองรับคู่สายได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณตัวเมืองที่มีการใช้งานหนาแน่น ระบบนี้ ยังไม่มีใช้ในไทยแต่เริ่มให้บริการในอเมริกาตั้งแต่ปี 2535

สัญญาณเสียงระบบดิจิตอล



1.2 ระบบพีดีซี

เดิมเรียกว่า เจดีซี (JDC: Japan Digital Cellular) มีความคล้ายกับ ทีดีเอ็มเอ (ไอเอส-54) มาก ใช้เทคนิคการปรับอัตสัญญาณแบบวีเอสอีแอลพี เหมือนกัน เพราะในญี่ปุ่น โมโตโรล่าเป็นผู้ช่วยพัฒนาระบบให้ ส่วนผู้ช่วยพัฒนาชุมสายเป็น เอทีแอนด์ที และอิริคสัน ทั้ง พีดีซี 800 และ พีดีซี 1500 มีหลักการเหมือนกัน ต่างกันแฉพาะความถี่ที่ใช้ เจดีซีใช้วิธีการผสมสัญญาณแบบ $\pi/4$ DQPSK

ดังนั้น ระบบของญี่ปุ่นจะใกล้เคียง ทีดีเอ็มเอ (ไอเอส-54) มาก แต่มีความกว้างช่องสัญญาณ 25 กิโลเฮิรตซ์ แต่ละช่องยังแบ่งตามเวลาได้ 3 ช่อง (1 ช่องสัญญาณ คิดเป็น 3 ช่องเสียง) ปัจจุบัน ระบบพีดีซี มีใช้แต่ในญี่ปุ่นประเทศเดียว

1.3 ระบบจีเอสเอ็ม และพีซีเอ็น

ระบบจีเอสเอ็ม และพีซีเอ็น ก็คล้ายกับ ทีดีเอ็มเอ (ไอเอส-54) เพียงแต่มีความกว้างช่องสัญญาณเป็น 200 กิโลเฮิรตซ์ โดยในแต่ละแถบความถี่ 200 กิโลเฮิรตซ์นี้ แบ่งตามเวลาได้ 8 ช่วงเวลา ทำให้ 1 ช่องสัญญาณ จะมีได้ 8 ช่องเสียง ทั้งสองระบบใช้วิธีการผสมสัญญาณแบบ GMSK

ระบบจีเอสเอ็มมีแหล่งกำเนิดมาจากทวีปยุโรป โดยมีบริษัท อิริคสันเป็นบริษัทที่บทบาทสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบนี้

ส่วนระบบพีซีเอ็น มีจุดกำเนิดที่ประเทศอังกฤษในปี 2532 มีต่อมา อังกฤษก็ได้ยื่นข้อเสนอให้ สถาบันมาตรฐานโทรคมนาคมยุโรป (ETSI) เพื่อเป็นมาตรฐานยุโรป และได้รับการกำหนดให้เป็นมาตรฐานที่เรียกว่า ดีซีเอส 1800 โดยมีมาตรฐานเหมือนจีเอสเอ็ม ทุกประการ

อาจกล่าวว่า พีซีเอ็น หรือ ดีซีเอส 1800 ก็คือ จีเอสเอ็ม ในย่านความถี่ 1800 เมกะเฮิรตซ์นั่นเอง ในขณะที่จีเอสเอ็มทำงานที่ความถี่ 900 เมกะเฮิรตซ์

โดยปกติแล้ว ประสิทธิภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละระบบ จะเทียบจากประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นจากระบบ แอมปิ โดยประสิทธิภาพของระบบ อาจพิจารณาจากจำนวนช่องสัญญาณ ที่มีให้บริการในแต่ละระบบ หรือพิจารณาจากแถบความถี่ที่ใช้ต่อ 1 ช่องเสียง

แม้ว่าระบบจีเอสเอ็มจะเป็นระบบที่แพร่หลายมากที่สุด แต่ถ้าเปรียบเทียบเทคโนโลยีกับระบบที่เป็นดิจิตอลอื่นๆด้วยกันแล้ว จะพบว่า ทั้งจีเอสเอ็มและพีซีเอ็น เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์ความถี่แย่ที่สุด

ในระบบแอมปิ 1 ช่องเสียงใช้ความถี่ 30 กิโลเฮิรตซ์, ทีดีเอ็มเอ (ไอเอส-54) ใช้ 10 กิโลเฮิรตซ์ทำให้มีจำนวนช่องสัญญาณหรือประสิทธิภาพการใช้ความถี่ดีกว่าแอมปิ ถึง 3 เท่า และพีดีซีจะมีประสิทธิภาพดีกว่าถึง 3 เท่ากว่า

ส่วนระบบจีเอสเอ็ม และพีซีเอ็น 1 ช่องเสียง จะใช้ความถี่ 200/8 ซึ่งเท่ากับ 25 กิโลเฮิรตซ์ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวเลข 30 กิโลเฮิรตซ์ ของแอมป์ แล้ว จะมีประสิทธิภาพดีกว่าเพียงประมาณ 1.2 เท่าเท่านั้นเอง

อย่างไรก็ตามระบบจีเอสเอ็มและพีซีเอ็น กลับเป็นระบบที่มีผู้ใช้งานแพร่หลายมากทั่วโลก มีมากกว่า 30 ประเทศ มากกว่า 50 ผู้ให้บริการ เหตุผลก็เพราะเป็นระบบที่เกิดขึ้นในยุโรป เกิดก่อนระบบอื่น โดยรัฐบาลของยุโรปพยายามผลักดันอย่างสุดตัวเพื่อให้ระบบดังกล่าวเป็นมาตรฐานของโลก

ทั้งนี้ การสร้างมาตรฐานในขณะที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเป็นเรื่องที่ลำบาก ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือขณะที่ยุโรปกำลังสร้างมาตรฐานให้กับจีเอสเอ็ม เทคนิคการบีบอัดข้อมูลวีเอสอีแอลพี ของโมโตโรล่า ยังไม่เกิดขึ้น

โดยเทคนิคการบีบอัดข้อมูลที่จีเอสเอ็ม ใช้ก็คือ อาร์พีอี-แอลทีพี (RTE-LTP) ซึ่งมีประสิทธิภาพด้อยกว่า "วีเอสอีแอลพี" มาก จึงเปลืองความถี่ค่อนข้างมาก แต่ยุโรปต้องการให้มาตรฐานนี้เกิดขึ้นโดยเร็ว เพื่อครองตลาด ซึ่งประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย ก็ต้องดำเนินตามประเทศอุตสาหกรรม เช่น แถบยุโรป

เนื่องจากทั้งจีเอสเอ็มและพีซีเอ็นเป็นระบบเดียวกัน และเป็นระบบที่พัฒนามาก่อน จึงมีข้อดีตรงที่สามารถ[illegible] ผู้ใช้งานระบบแอมป์สามารถ[illegible] ยังต่างประเทศที่มีระบบจีเอสเอ็มได้ เพียงแต่เปลี่ยนเฉพาะซิมการ์ดเท่านั้นเอง โดยพกซิมการ์ดไปยังประเทศอื่นที่มีข้อตกลงไว้เพื่อเสียบเข้าเครื่องลูกข่ายได้เลย

ความถี่ของระบบพีซีเอ็น ที่สูงกว่านี้ ทำให้มีขนาดเซลล์เล็กกว่าจีเอสเอ็ม โดยตามทฤษฎีแล้ว สัญญาณที่มีความถี่สูงจะส่งไปได้ไม่ไกล เพราะเกิดการลดทอนของสัญญาณขณะส่ง ถ้าต้องการพื้นที่เซลล์ขนาดใหญ่ก็ต้องใช้กำลังส่งสูงขึ้น

ขนาดของเซลล์ที่ลดลงของระบบพีซีเอ็น นี้ ทำให้ต้องเพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้น ซึ่งทำให้มีจำนวนสถานีฐานมากขึ้น ตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบนี้ ไม่ได้ขึ้นกับจำนวนสถานีฐานโดยตรง

ทั้งนี้เซลล์ที่มีขนาดเล็กลงค่าอุปกรณ์จะน้อยลงไปด้วย เพราะเครื่องรับ-ส่งไม่ต้องการกำลังสูง อย่างไรก็ตาม โดยรวมเงินลงทุนของระบบพีซีเอ็นจะสูงกว่าจีเอสเอ็ม

พีซีเอ็น มีข้อดีที่ชัดเชย คือ ขนาดของเซลล์ที่ลดลง ทำให้สามารถให้บริการบริเวณที่มีการใช้งานหนาแน่นมากได้ดีกว่า และความถี่ที่สูงกว่า จะทำให้เครื่องลูกข่ายมีขนาดเล็กลง ระบบจีเอสเอ็ม ก็สามารถผลิตเครื่องลูกข่าย ที่มีขนาดเล็กได้ แต่ประสิทธิภาพในการรับส่งจะต่ำลง

2.ระบบซีดีเอ็มเอ

โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบซีดีเอ็มเอ (ไอเอส-95) (CDMA (IS-95)) ใช้หลักการแบ่งช่องสัญญาณแบบเข้ารหัส หรือ ซีดีเอ็มเอ ในระบบนี้ สัญญาณเสียงทุกสัญญาณจะใช้แถบความถี่เดียวกัน ซึ่งมีความกว้าง 1.2 เมกะเฮิรตซ์ โดยไม่ถูกแบ่งออกเป็นช่องสัญญาณย่อยๆ รวมทั้งไม่มีการแบ่งตามช่วงเวลาด้วย

ทั้งนี้ ช่องเสียงจากทุกเครื่องมีโอกาสที่จะใช้ความถี่ได้เหมือนกัน โดยไม่เกิดการรบกวนของความถี่ เพราะอาศัยหลักการของการ "เข้ารหัส"

สัญญาณเสียงซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อค จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วผ่านกระบวนการเข้ารหัส ก่อนที่จะถูกส่งออกจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งภาครับของเครื่องก็จะสามารถ "ถอดรหัส" ที่ส่งมาได้ ถ้ารหัสตรงกันก็จะเป็นสัญญาณที่ได้มาให้กลายเป็นสัญญาณเสียงต่อไป ส่วนวิธีการผสมสัญญาณก่อนส่งจากเครื่องโทรศัพท์ เป็นแบบ BPSK/QPSK

ดังนั้น [illegible] ของจำนวนเครื่องที่ใช้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม จะมีช่องเสียงเพิ่มขึ้นมากกว่าระบบแอมป์ 10-20 เท่า ทั้งนี้ ขึ้นกับสภาพการใช้งาน

เทคนิคนี้อาจเรียกว่าเป็นแถบความถี่ช่วงกว้าง (spreed-sprectrum) เพราะไม่มีการแบ่งช่องความถี่ ทำให้เซลล์ข้างเคียง ก็สามารถใช้ช่องความถี่นี้ได้ การใช้งานข้ามเซลล์ก็จะไม่เกิดการสะดุดของสัญญาณ ซึ่งเรียกว่าเป็นการข้ามเขต (Hand-off) แบบ Soft Hand-off เพราะว่าในระบบอื่นแม้แต่ทีดีเอ็มเอ ขณะทำการข้ามเซลล์ เครื่องลูกข่ายจะต้องทำการจูนความถี่ใหม่ ทำให้เกิดการ "ขาดตอน"

ซีดีเอ็มเอ มีข้อดีเหนือกว่า ทีดีเอ็มเอหลายประการ ได้แก่ ใช้กำลังในการส่งน้อยกว่า ซึ่งมีผลไปถึงการเกิดมะเร็งในสมอง (ที่เป็นข้อโต้แย้งอยู่) น้อยลงด้วย เมื่อเทียบกำลังส่งที่เท่ากัน สัญญาณของซีดีเอ็มเอจะไปได้ไกลกว่า ขนาดของเซลล์จึงใหญ่กว่า ทำให้จำนวนเซลล์น้อยลง และเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่กินไฟน้อยกว่า ผู้พัฒนาเทคโนโลยีนี้ได้แก่ บริษัท ควอลคอมม์

ในปี 2532 บริษัทพยายามเสนอให้เป็นมาตรฐานของอเมริกา เป็นขณะเดียวกันที่มีผู้เสนอทีดีเอ็มเอ ให้เป็นมาตรฐาน แต่ทีดีเอ็มเอมีการใช้งานอยู่แล้ว ทำให้ได้รับเป็นมาตรฐานในเวลาต่อมา ส่วนซีดีเอ็มเอ ยังเป็นปัญหาว่า จะทำให้ทุกเครื่องสามารถใช้ความถี่เดียวกันได้หรือไม่ ควอลคอมม์ใช้เวลาในการพิสูจน์ 3 ปีกว่า และได้รับเป็นมาตรฐานในปี 2536

การที่ซีดีเอ็มเอได้รับการกำหนดเป็นมาตรฐานนี้ จะทำให้มีผลกระทบต่อระบบที่ใช้เทคโนโลยีทีดีเอ็มเอเช่น จีเอสเอ็ม

โดยทางทฤษฎีแล้วซีดีเอ็มเอเป็นเทคโนโลยีที่ดีมาก เพราะเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีต่างๆแต่มีความแตกต่างจากทีดีเอ็มเอ โดยสิ้นเชิง

ปัจจุบันมีผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลกประมาณ 30 กว่าล้าน เกือบ 40 ล้านคน ซึ่งอยู่ในอเมริกาประมาณ 17 ล้าน ถือได้ว่าเกือบครึ่งหนึ่งของผู้ใช้ทั่วโลก ดังนั้นแนวโน้ม ที่จะต้องดูจากตลาดอเมริกาเป็นหลักสำหรับผู้ใช้ในประเทศไทย

[illegible] โทรศัพท์เคลื่อนที่มีระบบ Dual mode [illegible] เครื่องเดียว [illegible] ระบบซีดีเอ็มเอกับแอมป์ [illegible] มีความพยายามพัฒนาเครื่องลูกข่าย ให้สามารถใช้ได้กับ 3 ระบบในเครื่องเดียวกัน ทั้งแอมป์, ทีดีเอ็มเอและซีดีเอ็มเอ ที่เรียกว่า Triple mode

องค์การผู้นำทางโทรคมนาคมในปัจจุบันที่เป็นผู้กำหนดมาตรฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูล่าร์แบบดิจิตอล ได้แก่

1. สถาบันมาตรฐานโทรคมนาคมยุโรป (ETSI: European Telecommunication Standard Institute) ได้กำหนดมาตรฐานจีเอสเอ็ม และดีซีเอส 1800

2. สมาคมอุตสาหกรรมโทรคมนาคมเซลลูล่าร์ (CTIA:Cellular Telecommunication Industry Association) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดมาตรฐานยูเอสดีซี (USDC :United States Digital Cellular) ที่ใช้เทคโนโลยีทีดีเอ็มเอ เป็นต้น

3. ศูนย์วิจัยและพัฒนาระบบวิทยุ (RCR: Research and Development Center for Radio Systems) ประเทศญี่ปุ่น ได้กำหนดมาตรฐานพีดีซี หรือ เจดีซี

โทรศัพท์เคลื่อนที่ทำงานอย่างไร?

นักวิทยาศาสตร์ค้นพบมานานแล้วว่า คลื่นความถี่วิทยุสูงๆ นั้น จะเดินทาง ไม่ได้ไกลจากข้อจำกัดทางเทคนิคดังกล่าว ทำให้การใช้งานคลื่นความถี่วิทยุสูงๆ ในพื้นที่กว้างๆนั้นไม่เกิดขึ้นในเชิงพาณิชย์ในช่วงแรกๆ

จนกระทั่งในปี 2514 นักวิจัยของบริษัท เบลล์ ซิสเต็ม (Bell System) ค้นพบเทคนิคที่จะเอาชนะข้อจำกัดดังกล่าวด้วยวิธีการที่ไม่แพง เริ่มจากเขากำหนดว่ารัศมีคลื่นวิทยุความถี่สูงนับจากศูนย์กลางออกไปโดยรอบ 1 หน่วยนั้น ให้เรียกว่า "เซลล์" หรือที่เราจะเห็นเป็นภาพรวงผึ้ง

จากนั้นเขาก็คิดต่อไปว่าถ้าหากต้องการจะนำคลื่นความถี่วิทยุสูงๆมาใช้ติดต่อกันในวงกว้างๆ นั้นสามารถทำได้ โดยแบ่งชั้นของรวงผึ้งออกเป็นหลายๆ ชั้น

เช่น ชั้นในสุด จะเป็นความถี่ย่าน 1 จากนั้น ก็กำหนดว่า ในชั้นที่ 2 จะใช้ความถี่ย่าน 2 จากนั้นในชั้นที่ 3 ก็จะใช้ความถี่ย่าน 3 ด้วยวิธีการดังกล่าว จะทำให้คลื่นวิทยุเหล่านี้ไม่รบกวนกันในระหว่างหน่วยหรือระหว่างเซลล์

ทั้งนี้ ความถี่แต่ละย่านเอง ก็จะต้องแบ่งออกมารองรับความถี่ย่อยๆ ได้อาจจะเป็น แสน หรือหลายแสนความถี่ย่อย เพราะลูกค้า 1 คน ก็ใช้ 1 ความถี่

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัตินักวิทยาศาสตร์ก็พบว่าถ้าเป็นพื้นที่ใหญ่ๆ วงรวงผึ้งนี้ ก็จะขยายต่อไปเรื่อยๆ เราจะไปเอาความถี่ที่ไหนมาให้ สำหรับวงนอกๆ เช่น วงที่ 100 ไปจนถึงวงที่ 1,000 ก็ต้องหาความถี่ย่าน 1,000 มา ซึ่งก็เป็นไปไม่ได้เลยในทางปฏิบัติ เพราะถ้าเป็นเช่นนั้นโทรศัพท์ระบบดังกล่าวก็จะรองรับลูกค้าได้เพียงไม่กี่ร้อยคนเท่านั้น

ทางออกของปัญหานี้ ก็คือ จะต้องนำความถี่กลับมาใช้ซ้ำ (Frequency Reuse) เช่น พอถึงวงที่ 4 เราก็สามารถนำความถี่ย่าน 1 กลับมาใช้ได้

ความแรงของสัญญาณจากสถานีฐานจะเป็นตัวกำหนดรัศมีและขนาดของเซลล์ ทั้งนี้ความแรงของสัญญาณจะขึ้นกับความถี่ของแต่ละระบบ, ลักษณะการติดตั้งสายอากาศของสถานีฐาน และภูมิประเทศของแต่ละเซลล์ เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ จึงคิดว่าเซลล์มีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า

จากลักษณะดังกล่าวนี้ เราจึงเรียกระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ดังกล่าวว่า "เซลลูล่าร์"

หมายเหตุ *คลื่นวิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยสามารถแบ่งแยกตามช่วงความถี่เช่น คลื่นแสงที่สามารถมองเห็นได้ (Visible light), แสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet, UV), คลื่นไมโครเวฟ (Microwave) และคลื่นวิทยุ (Radio wave) เป็นต้น*

การจัดเซลล์

ลักษณะโครงสร้างของเซลล์มีการจัดแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. Standard Cells มีรัศมีของพื้นที่ให้บริการประมาณ 20-50 กม. สำหรับให้บริการในพื้นที่ทั่วไปมีขอบเขตให้บริการครอบคลุมพื้นที่กว้าง

2. Small Cells มีรัศมีของพื้นที่ให้บริการประมาณ 5-15 กม. สำหรับให้บริการในพื้นที่เมืองใหญ่ที่มีผู้ใช้หนาแน่นจำเป็นต้องจำกัดพื้นที่ให้บริการ

3. Micro Cells มีรัศมีของพื้นที่ให้บริการประมาณ 1-5 กม. สำหรับให้บริการในพื้นที่เมืองใหญ่ที่มีผู้ใช้หนาแน่น

4. Umbrella Cells มีรัศมีพื้นที่ให้บริการเท่ากับเซลล์มาตรฐาน ใช้สำหรับเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการ โดยการสร้างเซลล์ซ้อนลงไปในเซลล์มาตรฐาน หรือเซลล์เล็ก

องค์ประกอบของระบบ

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จะประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ ได้แก่

1. ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephone Exchange : MTX) ซึ่งเป็นศูนย์กลางควบคุมสัญญาณความถี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมดที่อยู่ในสังกัด และทำหน้าที่สลับสายต่อให้ผู้ใช้บริการสนทนากันได้ อันประกอบด้วยอุปกรณ์สลับสายและอุปกรณ์ควบคุมระบบ

2. สถานีฐาน คือสถานีที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ และชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ภายในเขตพื้นที่ครอบคลุมหรือเซลล์หนึ่งๆ และทำหน้าที่คอยตรวจวัดสัญญาณและคุณภาพที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ส่งกลับไปยังชุมสาย สถานีฐานจะมีอุปกรณ์รับ-ส่งคลื่นวิทยุ, อุปกรณ์ควบคุมความถี่และอุปกรณ์แปลงสัญญาณวิทยุเป็นสัญญาณโทรศัพท์

3. ระบบสื่อสัญญาณ (Transmission System : TS) เป็นระบบที่เชื่อมสัญญาณโทรศัพท์ ทั้งภาครับและส่ง ระหว่างชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐาน หรือ ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับชุมสายองค์การโทรศัพท์ (Public Switch Telephone Network : PSTN) หรือ ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกันเอง ถือได้ว่าเป็น "หัวใจหลัก" ของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

ระบบสื่อสัญญาณที่ใช้มี 3 ประเภทได้แก่ คลื่นวิทยุย่านไมโครเวฟ, ผ่านสายเคเบิลใยแก้วนำแสง และส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม

4. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephone : MT) หรือเครื่องโทรศัพท์ที่ขายกันตามห้างทั้งหลายซึ่งเป็นเครื่องที่ผู้ใช้นำเคลื่อนที่ติดตัวไปด้วยเพื่อติดต่อกับ

ผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกันเองหรือผู้ใช้โทรศัพท์ตามบ้าน

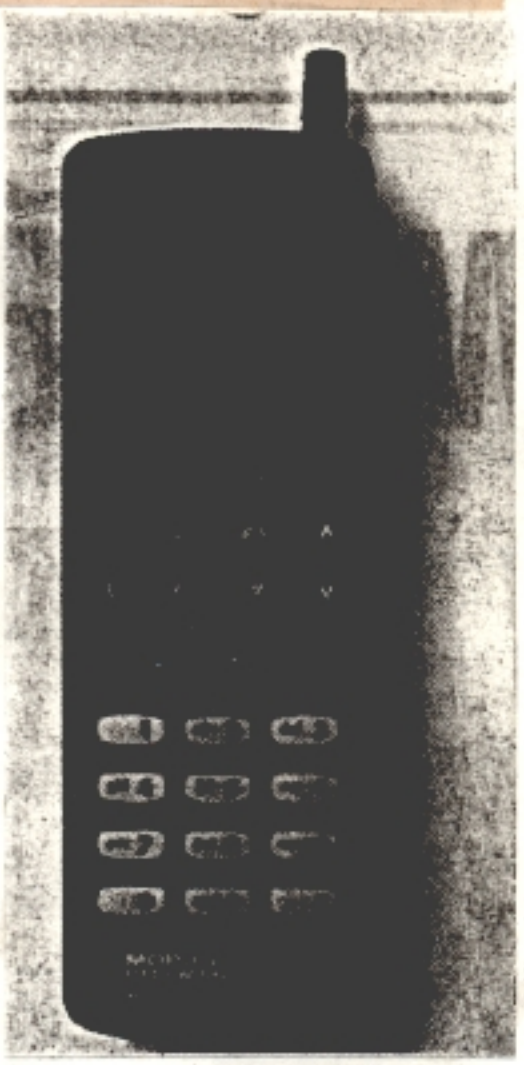
เริ่มการติดต่อ

ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ทั้ง 4 นี้ข้างต้นนี้ก็จะเริ่มตั้งแต่ผู้ใช้เปิดเครื่องกดเลขหมายเครื่องรับปลายทาง เครื่องของผู้ใช้ก็จะส่งสัญญาณวิทยุออกจากเครื่องลูกข่าย ไปยังสถานีฐาน (Radio Base Station : RBS) ในพื้นที่นั้นๆ จากนั้นสถานีฐานก็จะส่งสัญญาณต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephone Exchange : MTX) ด้วยระบบสื่อสัญญาณ (Transmission System : TS)

จากนั้นชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็จะพยายามติดต่อกับเครื่องรับปลายทาง ไม่ว่าจะเป็นเครื่องตามบ้าน หรือเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกัน

ในสภาวะปกติ เมื่อเครื่องลูกข่ายถูกเปิดทิ้งไว้ในสภาพพร้อมรับการติดต่อ (Stand by) โทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละเครื่องจะถูกกำหนดความถี่ ที่ผู้ให้บริการจัดสรรมาแล้ว ซึ่งก็จะตรงกับช่องสัญญานควบคุม (Control Channel) ของภาครับโดยเครื่องลูกข่ายจะสามารถปรับความถี่ของภาครับ-ภาคส่งของตนได้ เพื่อให้ตรงกับความถี่ของอีกเครื่องหนึ่งที่ติดต่อกันในเวลานั้นๆ

ทั้งนี้สถานีฐานจะสามารถรู้ได้ว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องไหนเปิดเครื่องอยู่ โดยอาศัยข้อมูลจากชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งเก็บข้อมูลของโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละเครื่องไว้



เมื่อผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ก. ต้องการโทรออก เพื่อติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ข. ที่อยู่ในเขตบริการของอีกสถานีฐานหนึ่ง (หรือสถานีฐานเดียวกัน) เครื่อง ก. ก็จะส่งหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยเข้าไปยัง ช่องสัญญาณควบคุมของภาคส่ง สัญญาณเสียงก็จะส่งไปยัง

ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะได้รับข้อมูลที่จำเป็นเช่นหมายเลขโทรศัพท์ที่เราต้องการติดต่อไป ทำให้รู้ได้ว่า โทรศัพท์เคลื่อนที่ ก. ต้องการจะติดต่อกับหมายเลขใด ชุมสายจะทำการวิเคราะห์ ถ้าพบว่าหมายเลขที่เรียกเป็นเครื่องโทรศัพท์ตามบ้าน ชุมสายจะส่งผ่านข้อมูลไปยังชุมสายขององค์การโทรศัพท์ฯ เพื่อทำการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์ตามบ้านต่อไป

ถ้าเลขหมายปลายทางเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่เช่นเดียวกัน ชุมสายก็จะทำการติดต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ข. ผ่านทางสถานีฐานที่เครื่อง ข. อยู่ โดยส่งสัญญาณคำสั่งไปยังช่องสัญญาณควบคุมของภาครับเครื่อง ข. เพื่อสั่งให้เครื่อง ข. จูนภาครับและภาคส่งของตนมาที่ช่องสัญญาณที่ว่างอยู่ หลังจากจูนสัญญาณให้ตรงกันทั้งผู้รับและผู้ส่งแล้วชุมสายก็จะทำการสลับสาย (Switching) ให้คู่สนทนาทั้งสองได้คุยกัน (ความถี่ของภาครับของโทรศัพท์มือถือก็จะเป็นภาคส่งของสถานีฐานสลับกัน)

เนื่องจากช่องสัญญาณของช่องสัญญาณควบคุมนี้ จะเป็นความถี่เดียวกันทุกเครื่องที่จะได้รับคำสั่งพร้อมกันหมด แต่เครื่องที่จะปฏิบัติตาม ก็คือ เครื่องที่มีหมายเลขตรงกับที่ส่งมากับช่องสัญญาณควบคุมเท่านั้น ที่จะทำการจูนสัญญาณตามคำสั่ง

ทั้งนี้ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเป็นผู้ควบคุมการสื่อสารจนจบการสนทนา แม้ว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งสองเครื่องจะอยู่ในบริเวณพื้นที่บริการของสถานีฐานเดียวกันก็ตาม ก็จำเป็นที่จะต้องทำการสื่อสารผ่านชุมสาย

การติดต่อระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์

ถ้าเป็นการสื่อสารระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบเดียวกันแล้ว สัญญาณในการสื่อสารจะส่งจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังสถานีฐานส่งต่อไปที่ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อเชื่อมต่อไปยังสถานีฐาน

ระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบอื่นเช่น การพูดคุยระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่สองระบบ สัญญาณการติดต่อจะต้องส่งผ่านจากชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่จากระบบหนึ่งไปยังชุมสายขององค์การโทรศัพท์ฯ แล้วจึงส่งต่อให้กับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของอีกระบบหนึ่ง เพื่อส่งไปยังสถานีฐานที่ใช้บริการอยู่และเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อไป

ลักษณะการติดต่อระหว่างเครื่อง

1. ติดต่อข้ามเขต (Roaming) คือการที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งได้ลงทะเบียนไว้ณ ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่หนึ่ง สามารถใช้บริการในพื้นที่บริการของชุมสายอื่นที่ไม่ได้ลงทะเบียนไว้ได้ เมื่อเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในสถานีฐาน ก. ที่เชื่อมกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มิได้ลงทะเบียนไว้

ชุมสาย ก็จะเปรียบเทียบสัญญาณของสถานีฐานอื่น ที่อยู่ในชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ลงทะเบียนไว้หากไม่มีสัญญาณ ชุมสายก็จะส่งสัญญาณ ให้ค้นหาเปรียบเทียบสัญญาณของสถานีฐานอื่นต่อไป

เมื่อพบว่าสถานีฐาน ก. รับสัญญาณจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้แรงกว่า ชุมสายก็จะสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ เปลี่ยนความถี่ส่งให้สถานีฐาน ก. และชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สถานีฐาน ก. เชื่อมต่ออยู่ ก็จะต่อให้เครื่องรับสัญญาณจากสถานีฐาน ก. ทันที

2. การส่งต่อสัญญาณ (Hand off) คือการที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่กำลังใช้งานเคลื่อนที่จากบริเวณเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยไม่มีการขาดหายของสัญญาณ ทั้งนี้ เมื่อสถานีฐานได้รับสัญญาณที่ต่ำจนถึง ขีดกำหนด จะแจ้งให้ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ส่งสัญญาณสอบถามไปยังสถานีฐานอื่นๆ ที่ใกล้เคียง ถ้าสถานีฐานใดได้รับสัญญาณที่สูงกว่า ก็จะสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่รับ-ส่งสัญญาณกับสถานีฐานใหม่ทันที

3. การบริการพิเศษ (Special Services) โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูล่าร์สามารถให้บริการพิเศษอื่นๆ ได้เช่นเดียวกับชุมสายระบบดิจิตอล เอสพีซี (Digital Store Program Control Exchange) เช่น การโอนเลขหมาย โดยผู้เช่าสามารถโอนหมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่ของตน ไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่บ้านได้, บริการประชุมทางโทรศัพท์ ผู้เช่าสามารถสนทนาได้พร้อมกัน 3 คน

การรับสายเรียกซ้อน ผู้เช่าสามารถเลือกคุยกับอีกสายหนึ่งที่เรียกเข้ามาได้ และนอกจากนี้ ยังสามารถให้บริการโครงข่ายดิจิตอลร่วม (ISDN) ซึ่งองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยได้เริ่มให้บริการแล้วได้อีกด้วย

จากอนาล็อคสู่ดิจิตอล

โดยรวมแล้วเหตุผลที่ทำให้โทรศัพท์เคลื่อนที่จำเป็นต้องพัฒนาไปเป็นดิจิตอลก็ประกอบด้วย :

1. เหตุผลสำคัญที่ทำให้โลกต้องพัฒนาสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่จากอนาล็อคไปเป็นดิจิตอลนั้นก็เนื่องจากสัญญาณอนาล็อคกินเนื้อที่ความถี่มาก ทำให้รองรับเครื่องลูกข่ายได้น้อย ในขณะที่สัญญาณดิจิตอลจะกินเนื้อที่น้อยกว่า ทำให้รองรับเครื่องลูกข่ายได้เพิ่มขึ้นหลายเท่า

ดังนั้นเหตุประการแรกซึ่งสำคัญที่สุดก็คือ เพื่อใช้ความถี่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะความถี่วิทยุนั้นถือว่าเป็น "ทรัพยากร" ที่มีจำกัด ยิ่งหลังที่สหรัฐอเมริกาและยุโรป เปิดให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูล่าร์ระบบอนาล็อคไปนานๆ แล้ว ปัญหาเรื่องผู้ใช้บริการสับคลื่นวิทยุโดยเฉพาะเมืองใหญ่ก็ยิ่งบีบบังคับให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

2. เป็นการปรับปรุงคุณภาพเสียงให้ดีขึ้นกว่าระบบอนาล็อค โดยเฉพาะบริเวณที่มีการใช้งานหนาแน่น

3. เป็นการเตรียมการสำหรับบริการเสริมพิเศษในอนาคตอันใกล้ เช่น โทรสาร การสื่อสารข้อมูล การหาตำแหน่งของยวดยาน หรือการบริการโครงข่ายดิจิตอลร่วม (ISDN) ซึ่งล้วนใช้สัญญาณดิจิตอลทั้งนั้น

4. เป็นการปรับระบบการบริการและการบำรุงรักษา รวมถึงการวางแผนบริหารความถี่ ที่มีความซับซ้อนน้อยลง ทั้งนี้ การปรับเปลี่ยนจากระบบอนาล็อคไปเป็นดิจิตอลนี้ จะต้องทำอย่างราบรื่น โดยให้สามารถใช้งานในระบบเดิมควบคู่กันไปได้

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโลก

ประเทศ	เทคโนโลยี	ระบบ	ความถี่(เมกะเฮิรตซ์)		ความกว้างช่องสัญญาณ (เมกะเฮิรตซ์)	จำนวนช่องสัญญาณ
			อัพลิงก์*	ดาวน์ลิงก์**		
สหรัฐอเมริกา	อนาล็อค/เอฟดีเอ็มเอ	แอมป์(แบนด์เอและบี)	869–894	824–849	30	832
		เอ็น–แอมป์	869–894	824–849	10	2499
	ดิจิตอล/ทีดีเอ็มเอ	ทีดีเอ็มเอ(ไอเอส–54)	869–894	824–849	30	2499
	ดิจิตอล/ซีดีเอ็มเอ	ซีดีเอ็มเอ(ไอเอส–95)	869–894	824–849	1.25/เมกะเฮิรตซ์	ประมาณ1320–2400
ยุโรป	อนาล็อค/เอฟดีเอ็มเอ	เอ็นเอ็มที 470	463–467.5	453–457.5	25	180
		เอ็นเอ็มที 900	935–960	890–915	25/12.5	1000/1999
		แทคส์	935–960	890–915	25	1000
	ดิจิตอล/ทีดีเอ็มเอ	จีเอสเอ็ม	935–960	890–915	200	1000
		พีซีเอ็น/ดีซีเอส1800	1805–1880	1710–1785	200	3000
ญี่ปุ่น	อนาล็อค/เอฟดีเอ็มเอ	เอ็นทีที	915–940	860–885	25	1000
		เจแทคส์	915–925	860–870	10	1000
	ดิจิตอล/ทีดีเอ็มเอ	พีดีซี 800	810–826	940–956	25	3000
		พีดีซี 1500	1477–1489, 1501–1513	1429–1441, 1453–1465	25	3000

ที่มา : หอจดหมายเหตุการเทคโนโลยีโทรคมนาคม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ณ วันที่ 10 มกราคม [illegible]

* ลิงก์ขึ้น(Uplink) : สัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังสถานีฐาน ** ลิงก์ลง(Downlink) : สัญญาณจากสถานีฐานไปยังเครื่องโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ของประเทศไทย

เจ้าของสัมปทาน	ผู้รับสัมปทาน	ประเภทของเทคโนโลยี	ระบบ	ย่านความถี่	ปีที่ดำเนินการ
องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ทศท.)	ดำเนินการเอง	อนาล็อก	เอ็นเอ็มที470	479–493.5	2529
	บริษัทเอไอเอส	อนาล็อก	เอ็นเอ็มที900	890–910 และ950–960	2533
		ดิจิตอล	จีเอสเอ็ม900	897.5–905 และ942.5–950	2537
การสื่อสารแห่งประเทศไทย (กสท.)	ดำเนินการเอง	อนาล็อก	แอมป์800–แบนด์เอ	825–835 และ870–880	2530
	บริษัทแทคส์	อนาล็อก	แอมป์800–แบนด์บี	835–845 และ880–890	2534
		ดิจิตอล	พีซีเอ็น/ดีซีเอส 1800	1800	2537
		ดิจิตอล	พีดีซี800	800	อนาคตอันใกล้
		ดิจิตอล	พีดีซี1500	และ500	

ที่มา : ฝ่ายวิจัยนโยบายกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม