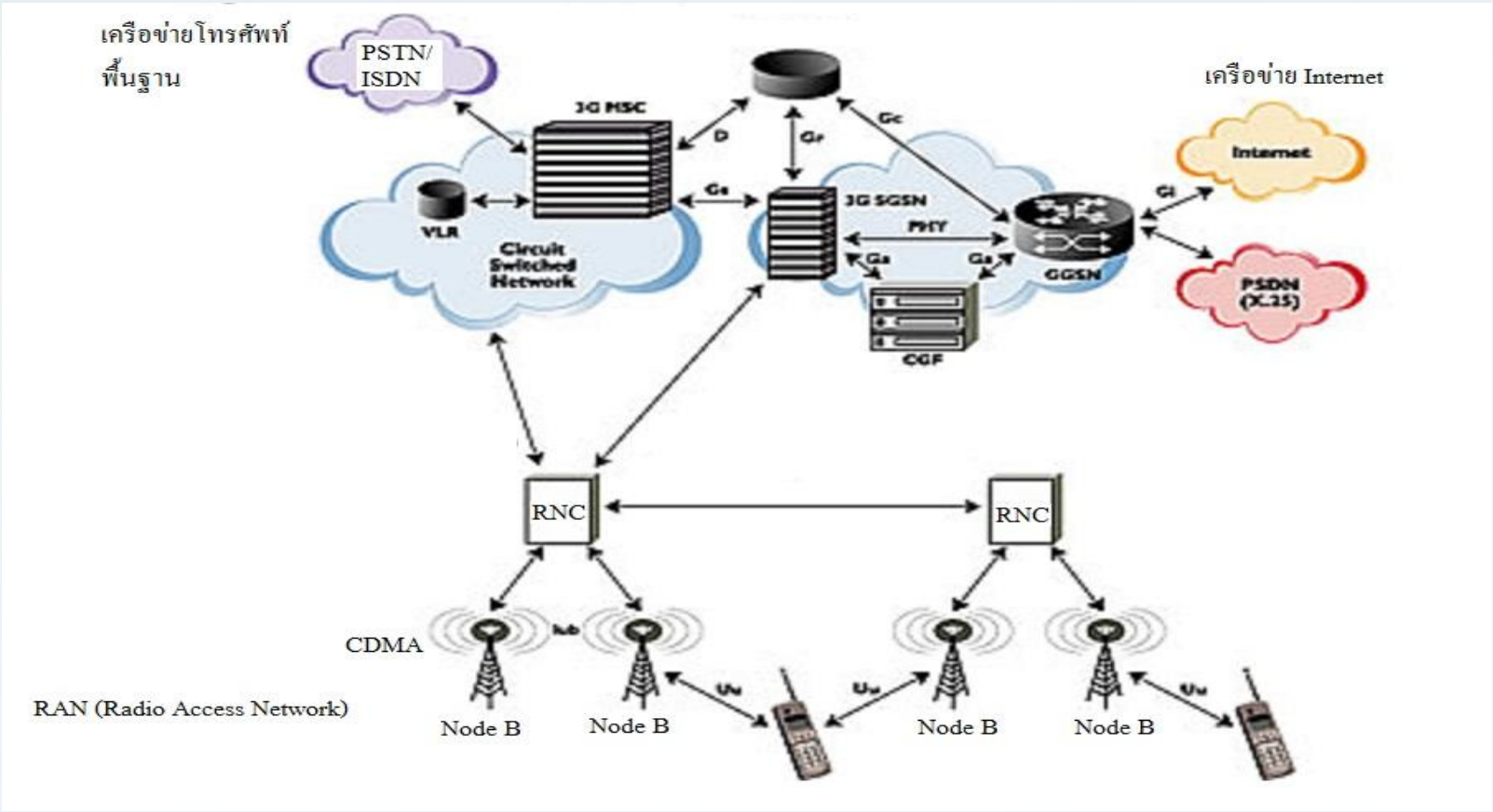
พื้นฐานของเทคนิคการสื่อสาร บนเครือข่าย 3G

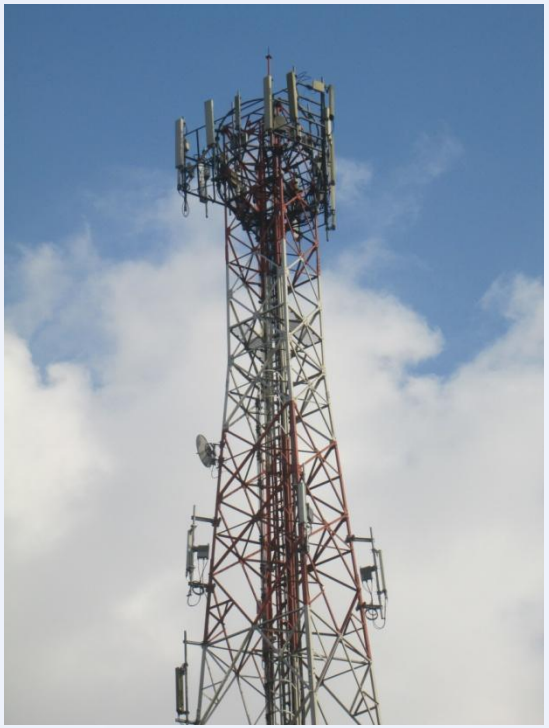
เทคโนโลยี 3 G ปัจจุบันล้วนพัฒนาต่อยอดมาจาก
เทคโนโลยี CDMA

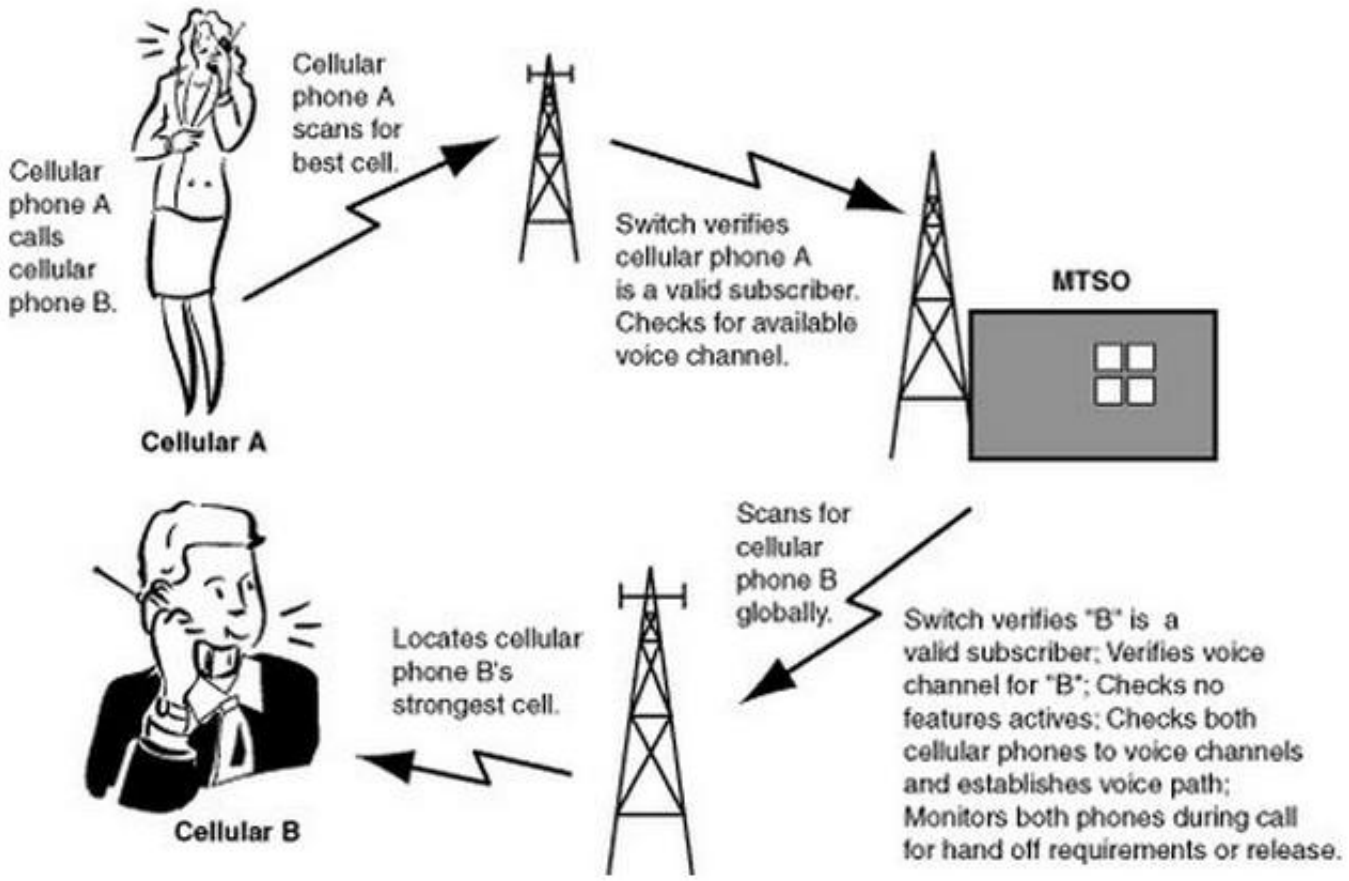
3 G ในที่นี้ จะกล่าวถึง มาตรฐาน WCDMA ซึ่งใช้งานกัน
มากที่สุดในโลก

โครงสร้างพื้นฐานของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3 G



- สถานีฐานยุค 2 G ใช้คำว่า BSS (Base Station Subsystem)
- สถานีฐานยุค 3 G ใช้คำว่า Node B , RNC (Radio Node Controller)





Above: How making a call on your mobile phone works

เทคนิคของการสื่อสารบนเครือข่าย 3 G

แบ่งออกเป็น 6 เทคโนโลยี คือ

1. เทคนิคการจัดสรรใช้งานความถี่วิทยุ
2. การรับส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุโดยใช้เทคโนโลยี Spread Spectrum
3. เทคโนโลยีภาครับสัญญาณวิทยุแบบ RAKE
4. การควบคุมกำลังส่ง (Power Control) กลไกการควบคุม
5. การเคลื่อนย้ายข้ามสถานีฐาน (Handover)
6. การตรวจจับผู้ใช้งาน (Multiuser Detection)

1. เทคนิคการจัดสรรใช้งานความถี่วิทยุ

- หัวใจสำคัญของการสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ การใช้ความถี่คลื่นวิทยุให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
- เนื่องจากผู้ให้บริการมีต้นทุน ค่าใบอนุญาต มูลค่าสูง
- สามารถนำความถี่ซ้ำ มาใช้อีกครั้งได้ในบริเวณต่างพื้นที่
- ออกแบบให้ช่องวิทยุแต่ละช่อง ให้มีแถบความถี่ (Bandwidth) แคบมากๆ เพื่อให้ผู้ใช้บริการใช้งานได้หลายคนพร้อมๆ กัน ซึ่งเป็นเป้าหมายของการออกแบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที

1. เทคนิคการจัดสรรใช้งานความถี่วิทยุ

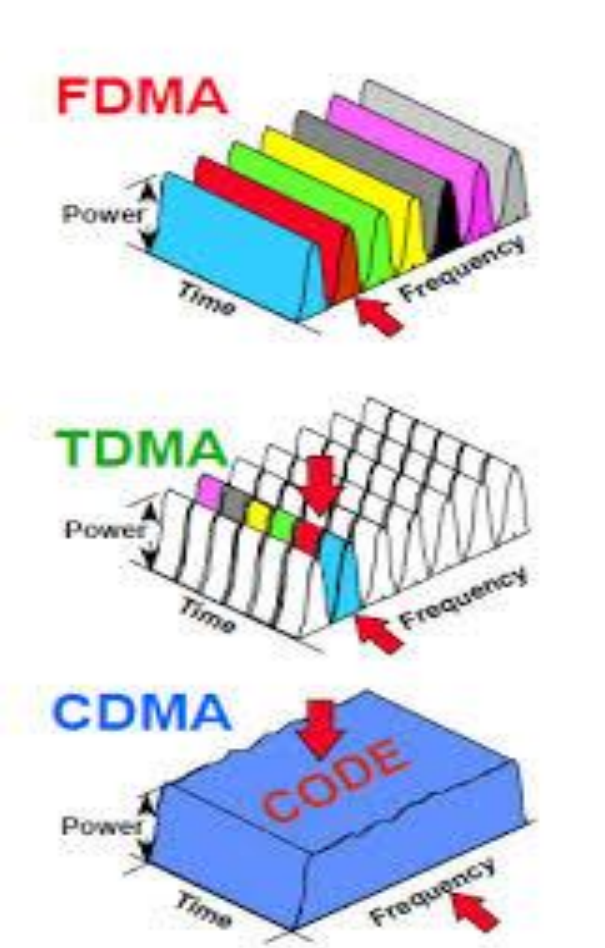
- เทคนิคการจัดสรรใช้งาน มี 3 เทคโนโลยี

  1) เทคโนโลยี FDMA (Frequency Division Multiple Access)

  2) เทคโนโลยี TDMA (Time Division Multiple Access)

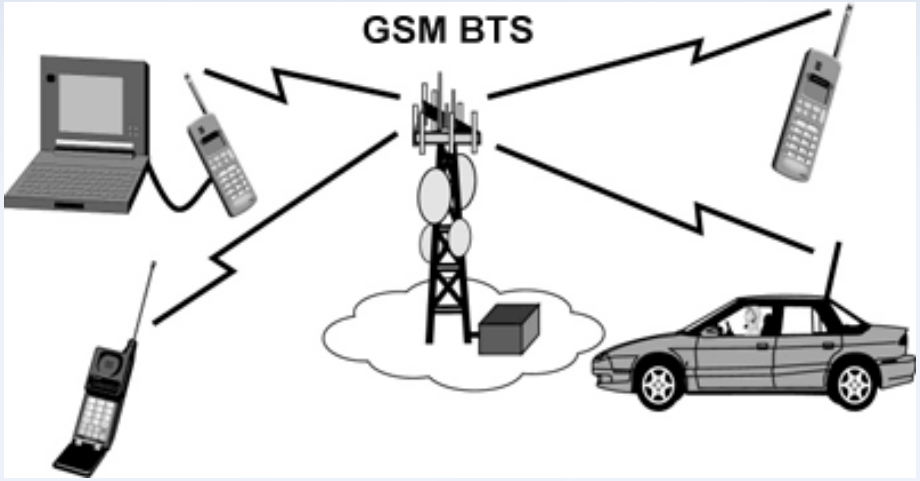
  3) เทคโนโลยี CDMA (Code Division Multiple Access)

โดยเทคโนโลยีที่แรกเริ่มต้นการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ FDMA



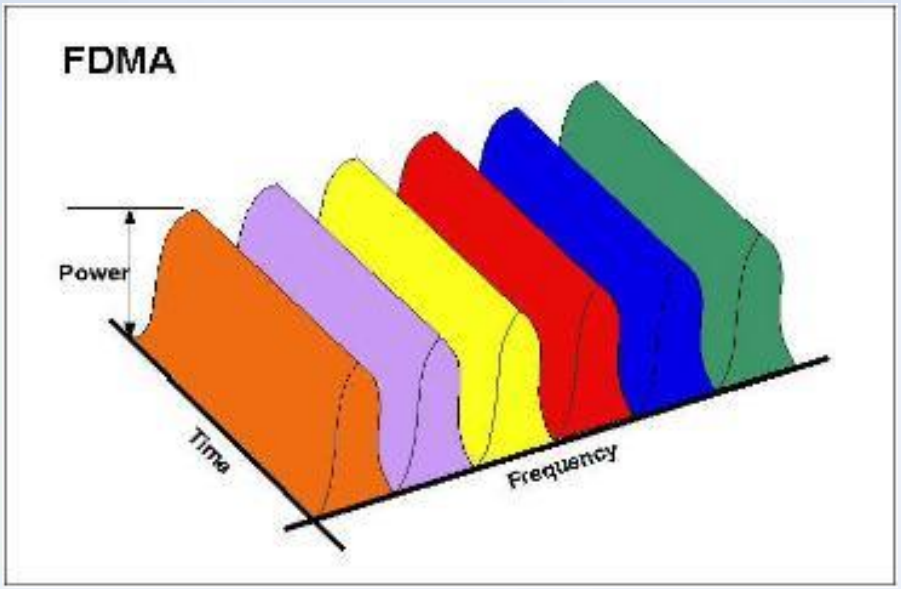
•เทคนิคการจัดสรรใช้งาน มี 3 เทคโนโลยี

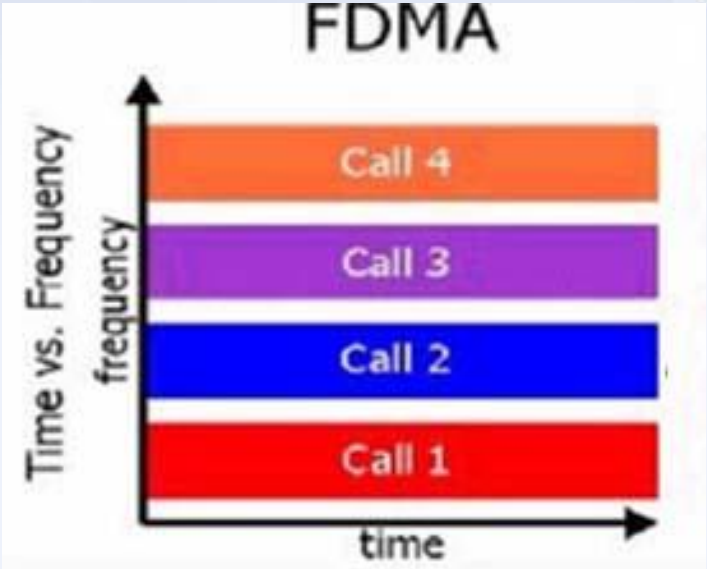
FDMA (Frequency Division Multiple Access)

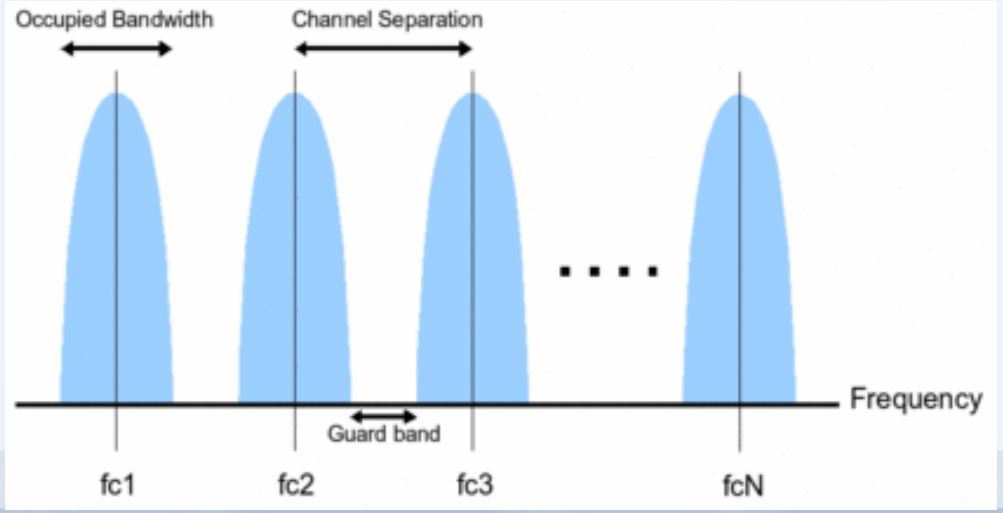


- ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นการจัดสรรแถบความถี่ 20 kHz สื่อสารระหว่าง สถานีฐาน กับ เครื่องลูกข่าย (โทรศัพท์มือถือ) 1 เครื่อง เพื่อการสนทนา จนกว่าจะยกเลิกการเชื่อมต่อ ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ยุค 1 G
- ซึ่งระบบโทรศัพท์ยุค 1 G ล้วนถูกออกแบบให้มีการสื่อสารแบบ FDD (Frequency Division Duplex) เป็นการแยกความถี่ 2 ความถี่สำหรับการ Down Link และ Up Link ระหว่างสถานีฐาน กับ เครื่องลูกข่าย

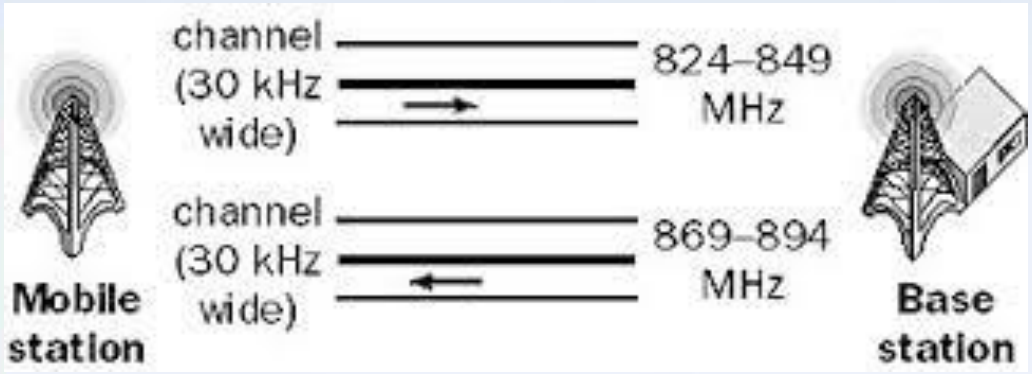
FDMA


FDMA
Power
Time
Frequency


FDMA
Time vs. Frequency
frequency
Call 4
Call 3
Call 2
Call 1
time


Occupied Bandwidth
Channel Separation
Frequency
Guard band
fc1
fc2
fc3
fcN

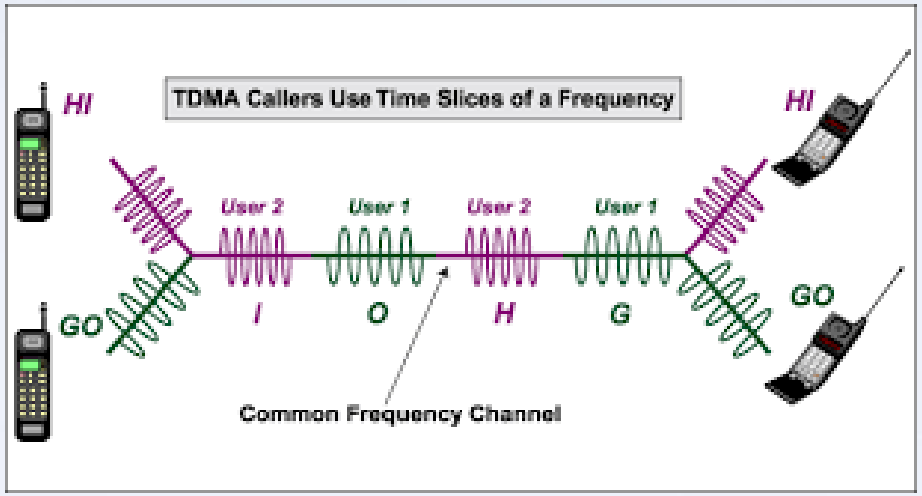
FDMA (FDD)



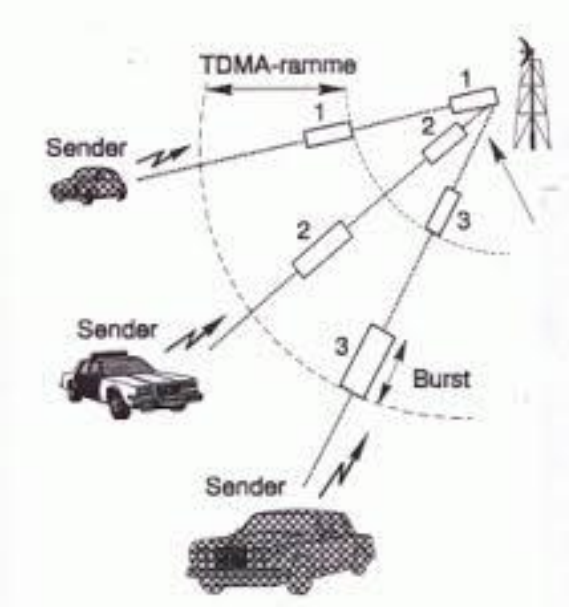
- การจัดสรรความถี่ 1 ช่อง หมายถึงการจัดสรรให้มีย่านความถี่สำหรับ Downlink Frequency และ Uplink Frequency ระหว่างสถานีฐานกับเครื่องลูกข่าย

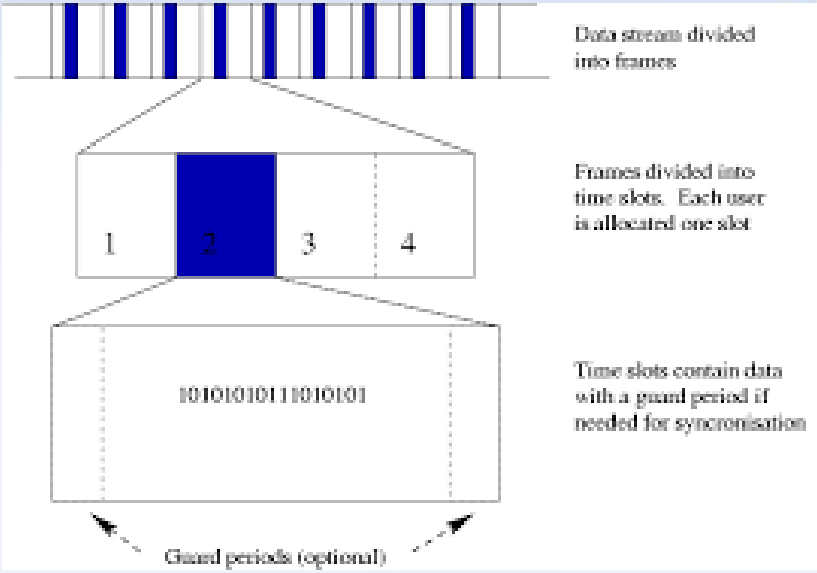
- เทคนิค FDMA ยังมีข้อด้อย คือ ด้านช่องสำหรับการสื่อสารที่น้อย แม้ว่าจะพยายามใช้แถบความถี่ที่แคบเพียงช่องละ 20 kHz แล้ว
- เช่นหากออกแบบให้สถานีฐานรองรับ เครื่องลูกข่ายใช้งานพร้อมๆกัน 30 ช่อง ก็ต้องมีอุปกรณ์รับส่ง อย่างน้อย 33 ชุด ซึ่งที่เกินมา 3 ชุด นั้น คือ สำรองจำนวน 1 ชุด กรณีฉุกเฉิน และ อีก 2 ชุดเป็นช่องสำหรับควบคุม สั่งการ จะเห็นว่าอุปกรณ์ของสถานฐานใหญ่โต กินไฟมาก และต้นทุนการบำรุงรักษามาก

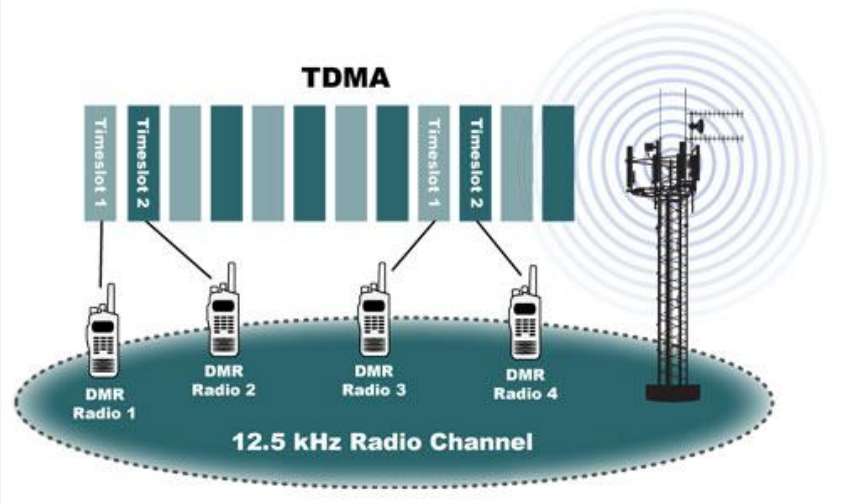
TDMA (Time Division Multiple Access)



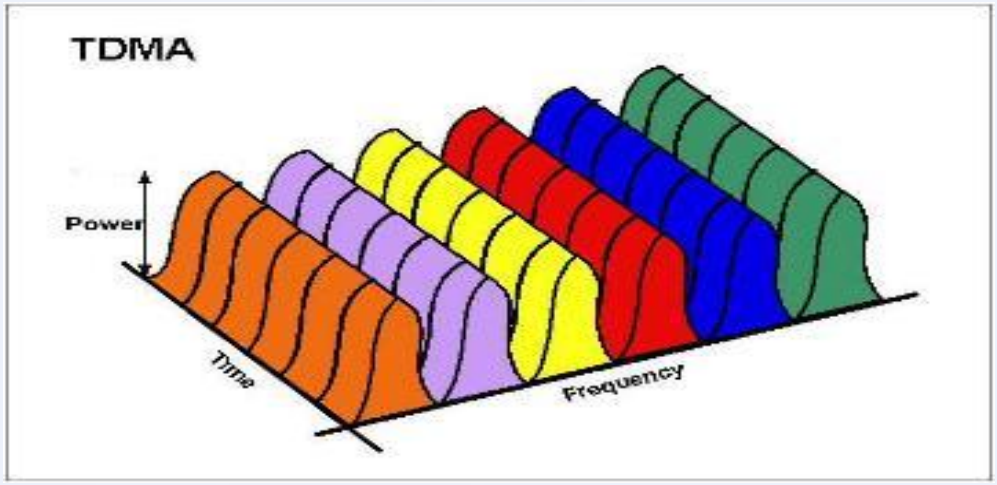
- เป็นเทคนิคการจัดการวิทยุเพื่อลดต้นทุนการดำเนินการของผู้ให้บริการเครือข่าย
- ใช้เทคนิคการจัดลำดับการ รับ ส่ง ข้อมูล ของเครื่องลูกข่าย
- มีการจัดสรรลำดับคิว ของเครื่องลูกข่ายเพื่อการรับและส่งข้อมูล
- ทั้งเครื่องลูกข่ายและสถานีฐาน ต้องมีหน่วยความจำ (Buffer) เพื่อรองรับข้อมูลที่ถูกส่งจากแต่ละฝ่าย


TDMA-ramme
Sender
Sender
Sender
Burst
1
2
3


Data stream divided into frames
Frames divided into time slots. Each user is allocated one slot
1
2
3
4
10101010111010101
Time slots contain data with a guard period if needed for syncronisation
Guard periods (optional)


TDMA
Timeslot 1
Timeslot 2
Timeslot 1
Timeslot 2
DMR Radio 1
DMR Radio 2
DMR Radio 3
DMR Radio 4
12.5 kHz Radio Channel

- TDMA ก็มีข้อจำกัด อยู่ที่จุดสมดุลในการจัดคิว ที่จะส่งกันไปในความถี่เดียวกัน กับการหน่วงเวลาที่เกิดขึ้นจากการรอคิวส่งข้อมูล
- การจัดคิวมีข้อจำกัด หากคิวมีความยาวเกินไป เนื่องจากลูกข่ายมาก จะทำให้รอบถัดไปใช้เวลานาน ทำให้ความต่อเนื่องของข้อมูลเสียจังหวะ เกิดปัญหาต่อคุณภาพการสนทนา



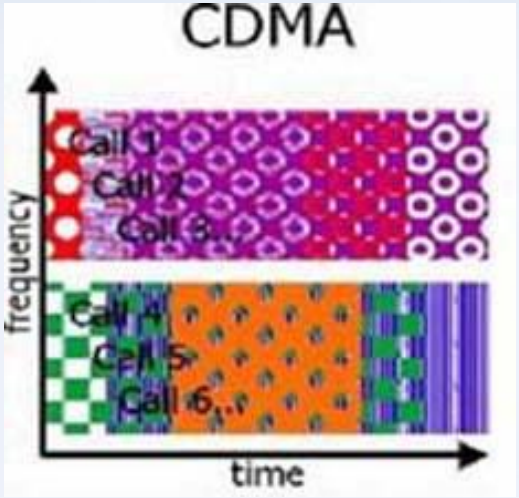
ในทางปฏิบัติ เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะมีการผสมผสานระหว่าง FDMA และ TDMA แต่ยังคงเรียกลักษณะการบริหารความถี่แบบ TDMA เช่นมาตรฐาน GSM และ IS-36 แต่ละช่องความถี่กำหนดให้มีคิวรับส่งเพียง 8 คิวต่อ 1 ช่องความถี่

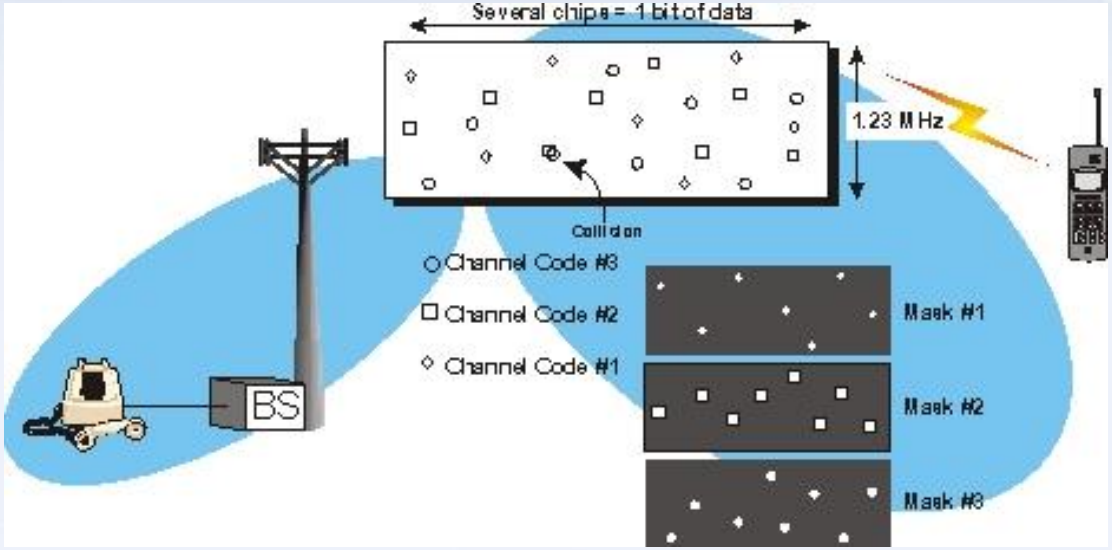
TDMA ทำให้ช่องความถี่ลดลง เนื่องจาก 1 ช่องความถี่ สามารถใช้ร่วมกันได้ถึง 8 เครื่องลูกข่าย

และมีการพัฒนาเป็นการส่งข้อมูลดิจิตอลเป็นเพ็กเก็ตทำให้เกิดเทคโนโลยี GPRS (พศ. 2544)

เปลี่ยน GMSK =>8-PSK ทำให้เกิดมาตรฐานแบบ EDGE (พศ.2546)

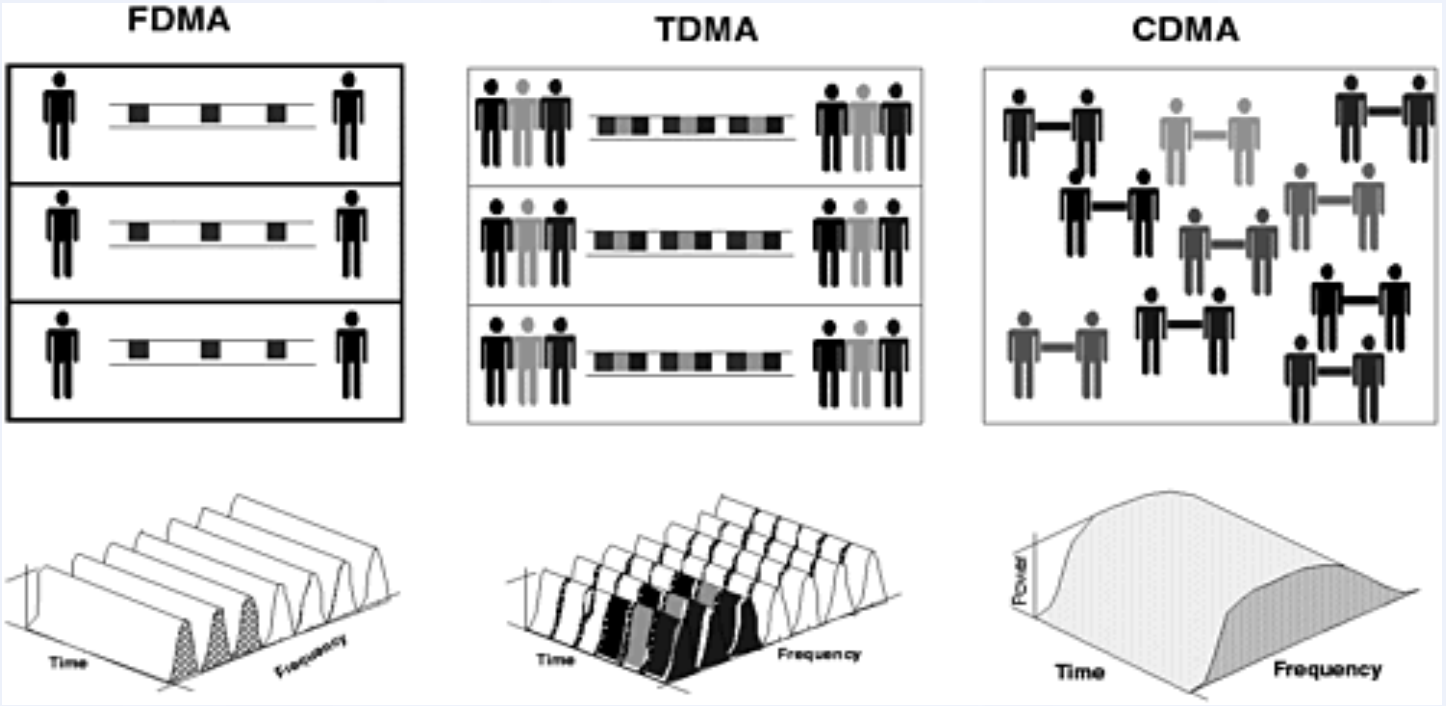
CDMA (Code Division Multiple Access)





- แตกต่างจากหลักการของ FDMA และ TDMA
- ไม่แบ่งเป็นความถี่ย่อยๆ แบบ FDMA และไม่ต้องจัดคิวเหมือน TDMA
- แต่จะใช้แถบความถี่เดียวกันทั้งหมด โดยจะให้สถานีฐานส่งข้อมูลไปยังเครื่องลูกข่ายในแถบความถี่เดียวกันทั้งหมด เครื่องลูกข่ายจะต้องใช้รหัส Code เพื่อจับข้อมูลที่เป็นของเครื่องตัวเอง
- รหัส เรียกว่า **รหัสกระจาย** (Spreading Code) แต่ละเครื่องจะไม่ซ้ำกัน

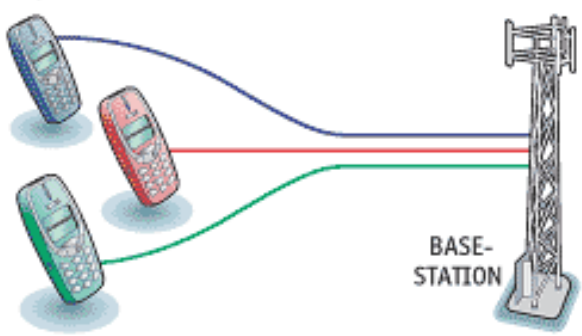
เปรียบเทียบ เทคโนโลยีแต่ละแบบ



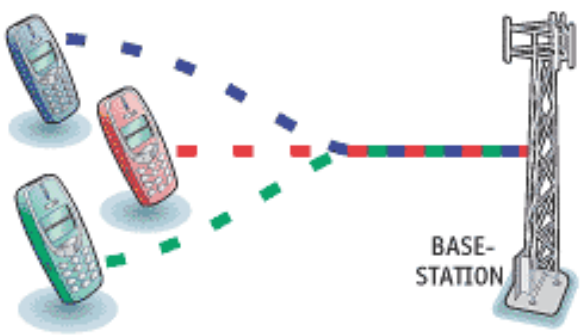
•มาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตระกูล WCDMA เลือกใช้เทคโนโลยี CDMA และยังเป็นหลักการต่อเนื่องไปเทคโนโลยีแบบ HSPA

Upwardly mobile

Why CDMA won out



FDMA: Each handset talks to the base-station on its own narrow frequency band.

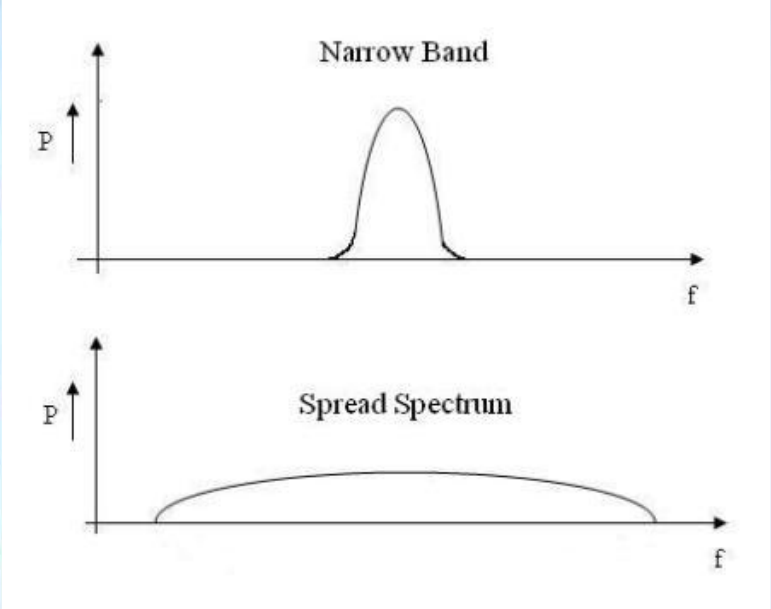


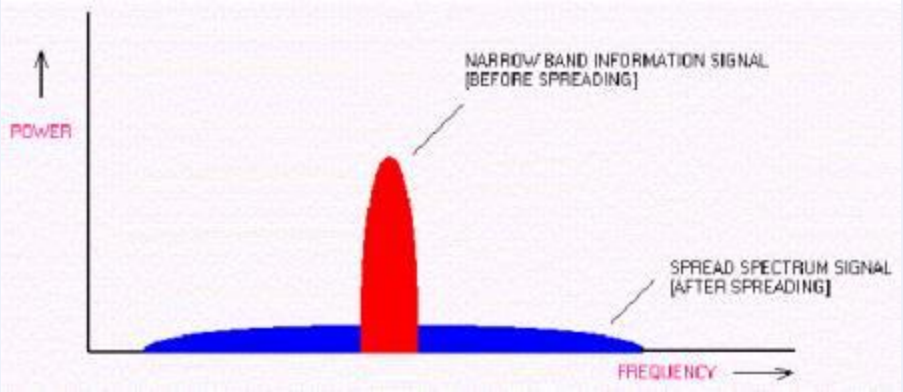
TDMA: The handsets share a wider frequency band and take turns to talk to the base-station.

CDMA: Many handsets transmit simultaneously on the same frequency band, but each handset's signal is scrambled using a pseudo-random sequence, or "code", so that it resembles random background noise to other handsets. The base-station uses the same codes to unscramble the different handsets' signals. This approach allows more handsets to share the same frequency band.

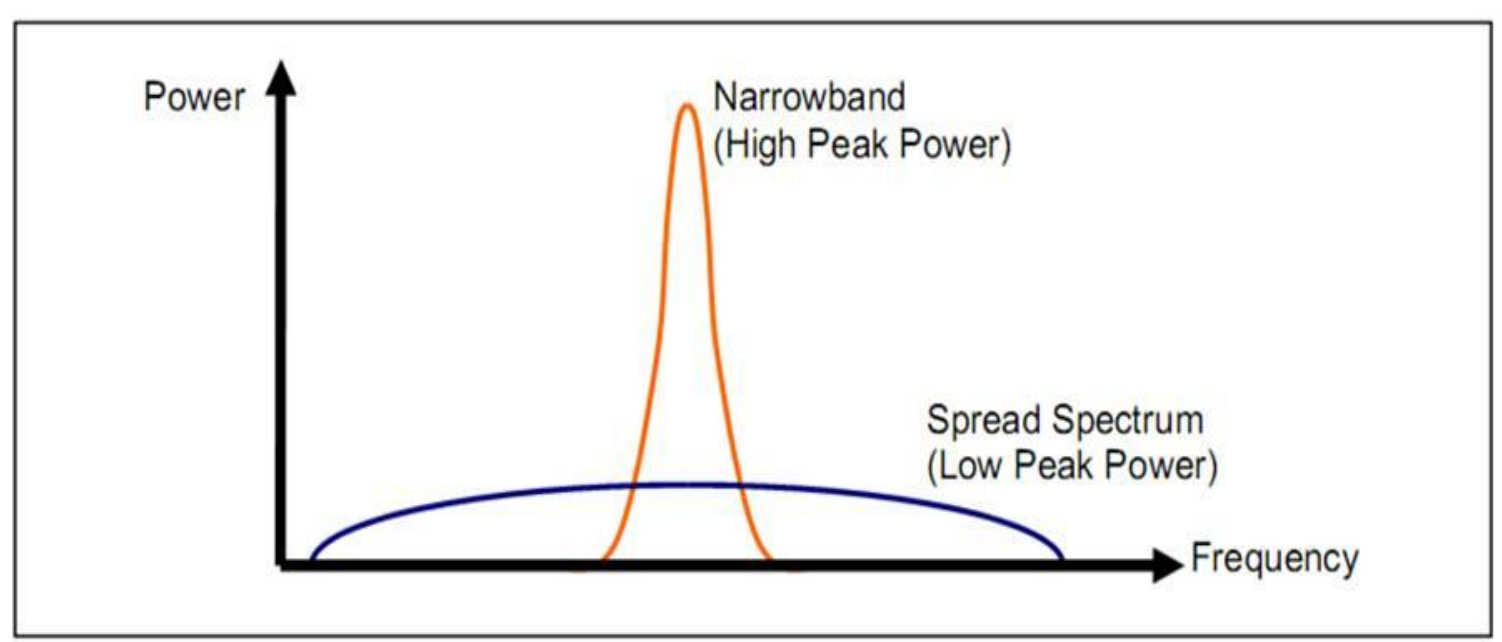
Source: *The Economist*

เทคโนโลยี Spread Spectrum

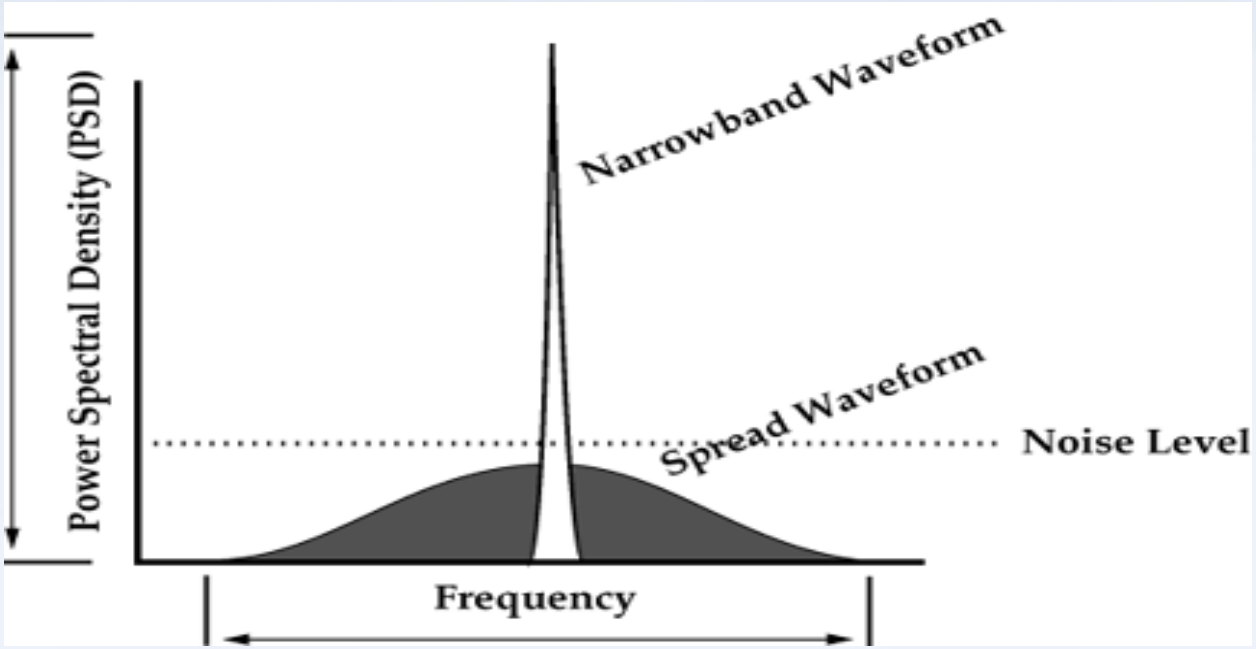




- เป็นการกระจายส่งข้อมูลออกเป็นแถบความถี่กว้าง
- สามารถลดกำลังส่งลงได้
- ป้องกันการถูกลักลอบดังฟังได้ดีกว่าแถบความถี่แคบ(FDMA, TDMA)

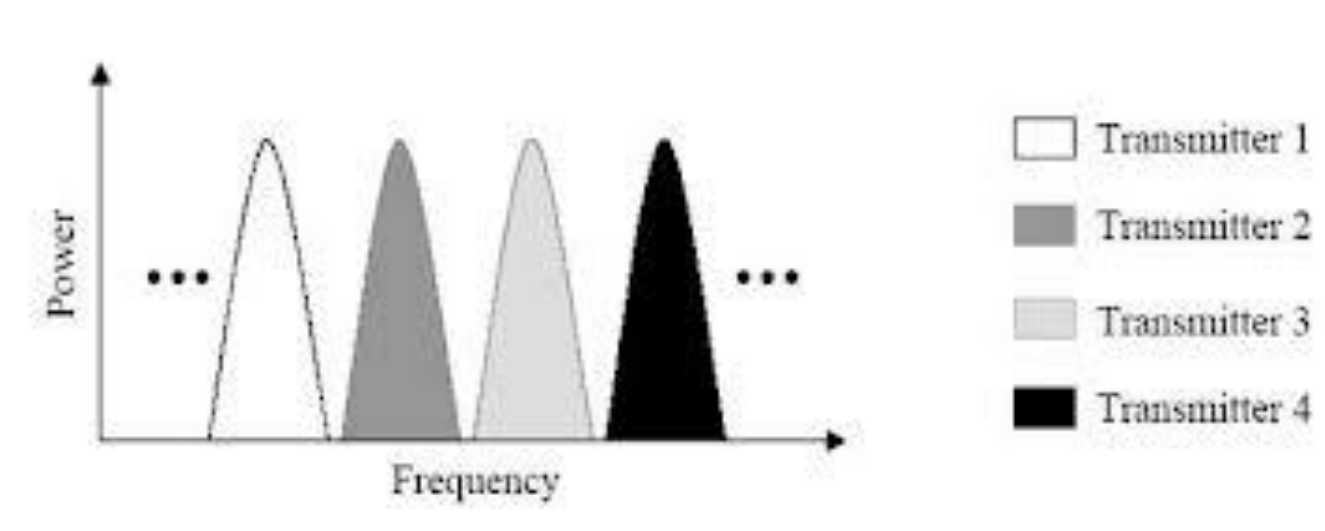


- Spread Spectrum จะลดพลังงานเครื่องส่งที่ปล่อยสัญญาณ มาเป็นการกระจายพลังงานออกไปบนแถบความถี่กว้าง
- เช่นเดิมใช้กำลัง 10 W ในกรณี FDMA มาเป็น 0.1 W กรณี CDMA



- สมมติ หากให้การส่งข้อมูลแบบ Spread Spectrum มี Bandwidth 2 MHz ซึ่งจะมีคู่สนทนาจำนวนมากปะปนอยู่
- การดักรับสัญญาณในความถี่ย่อยๆ จะรับได้เพียงส่วนในส่วนหนึ่ง
- ส่วนข้อมูลอื่นๆ เปรียบเหมือนเป็นสัญญาณรบกวนที่ไร้รูปแบบ ยากต่อการถอดรหัส

เปรียบเทียบกับ Narrow Band

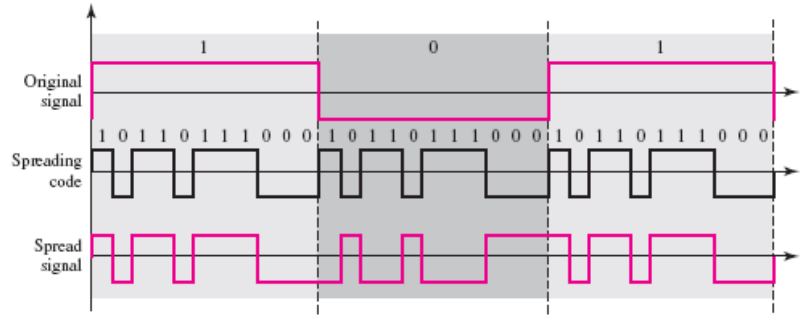


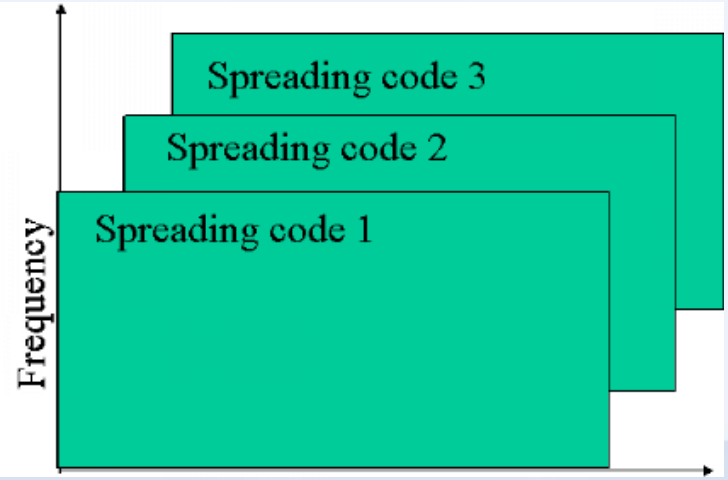
- Narrow Band เป็นพื้นฐานการสื่อสารที่ใช้กันมาตั้งแต่ยุคอดีต
- ต้องใช้กำลังส่งสูง
- ปัญหาสัญญาณรบกวน (Noise) ต่างๆ
- เสี่ยงปัญหาการถูกลอบดักฟังได้ง่าย

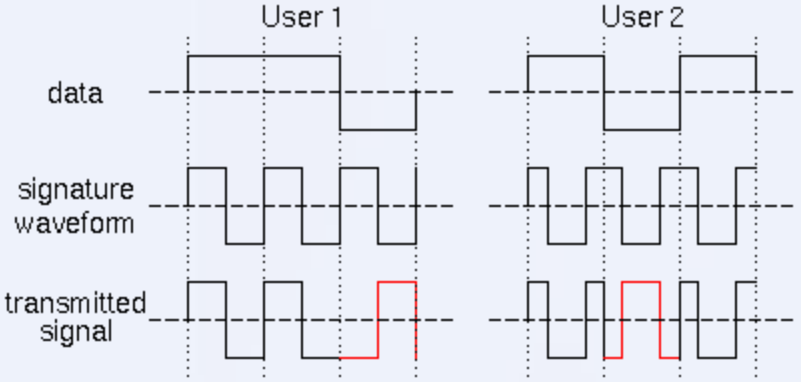
- หากสถานีฐาน หรือ Node B ในเครือข่าย WCDMA แห่งหนึ่งรองรับเครื่องลูกข่ายจำนวน 50 เครื่องพร้อมกัน
- สถานีฐานต้องกำหนดรหัสกระจายที่ไม่ซ้ำกัน 50 รหัส เพื่อแจกให้แต่ละเครื่อง
- สถานีฐานต้องส่งสัญญาณไปให้กับเครื่องลูกข่ายพร้อมกัน 50 วงจร
- พลังงานที่ส่งเพิ่มเข้าไปในอากาศ แบบ Spread Spectrum วงจรละ 0.1 w
- สถานีฐานต้องส่งพลังงานออกสู่อากาศ 50 x 0.1 = 5 w

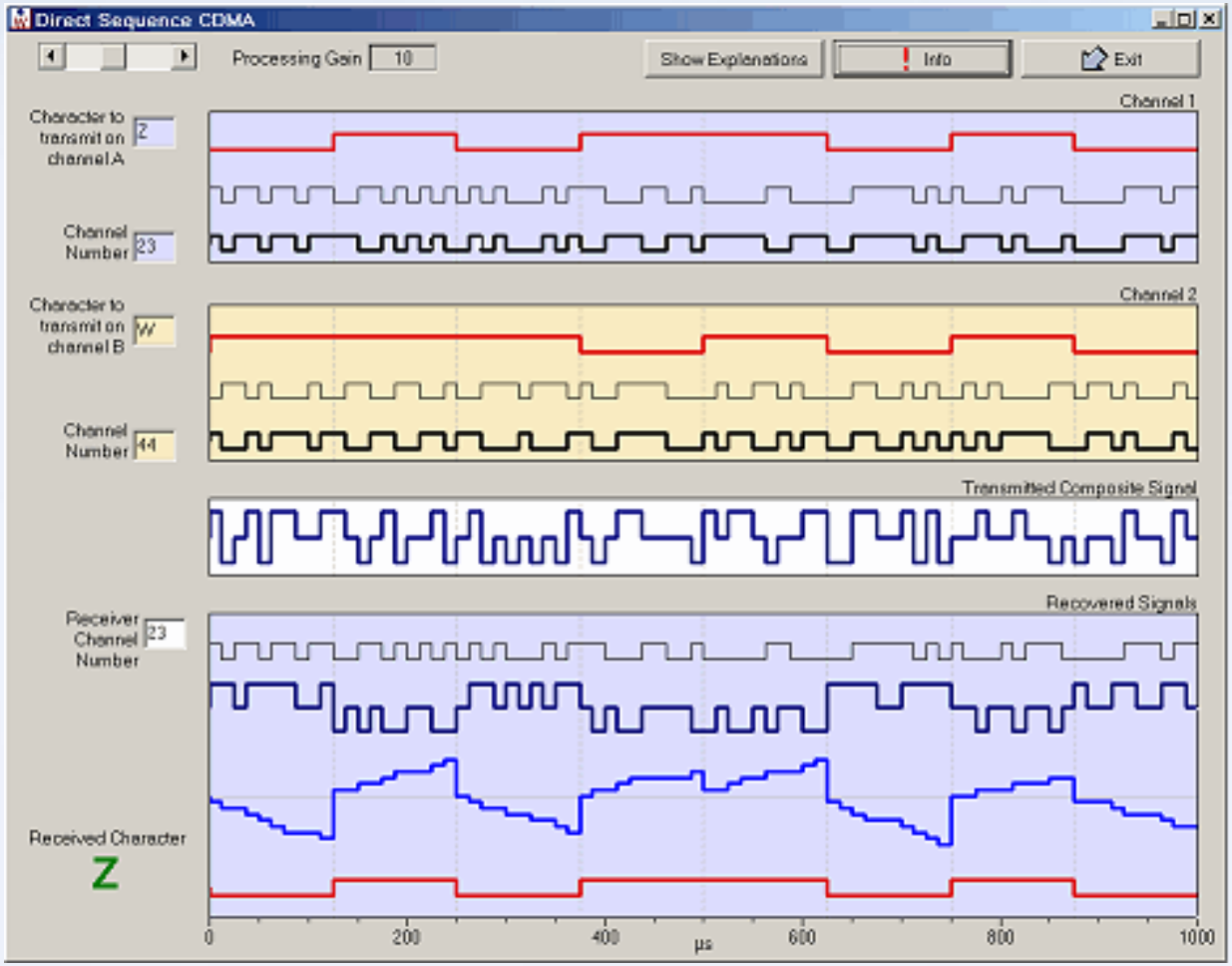
- การส่งสัญญาณแบบ Spread Spectrum เปรียบเสมือน การคุยภายในห้องพร้อมๆ กัน ของหลายคู่สนทนา หลายๆ ภาษา ในห้องเดียวกัน
- คู่สนทนา ที่เป็นภาษาเดียวกัน (มีรหัสเดียวกัน) เท่านั้น ที่จะเข้าใจข้อความ สื่อสารกันได้
- ส่วนเสียงอื่นๆ ที่ได้ยิน จะเปรียบเหมือนเป็นสัญญาณรบกวน

Figure 6.33 *DSSS example*





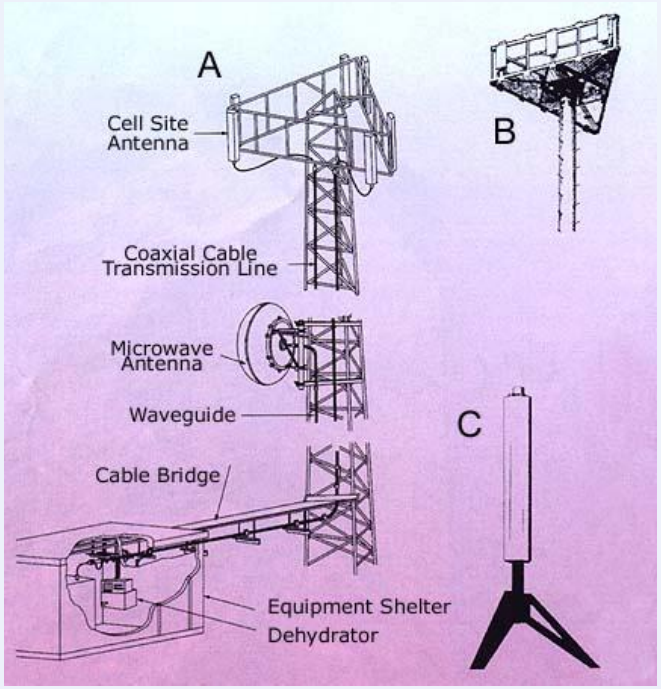




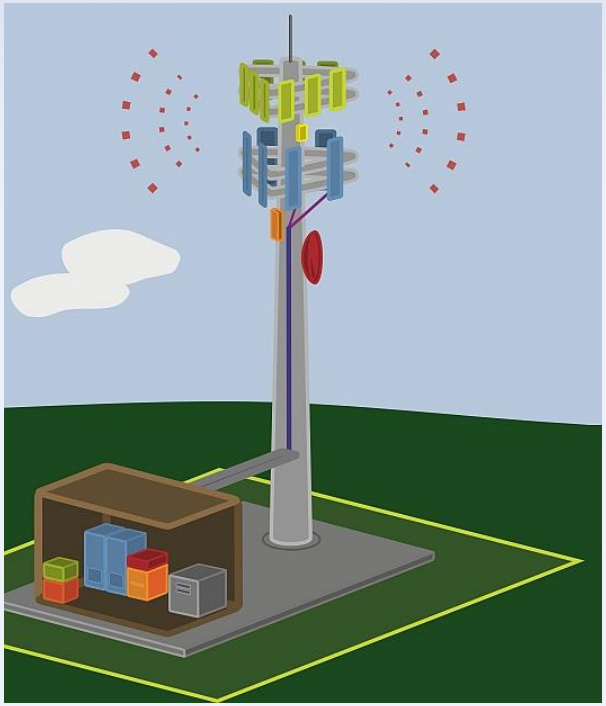
signal
spreading code
spread signal

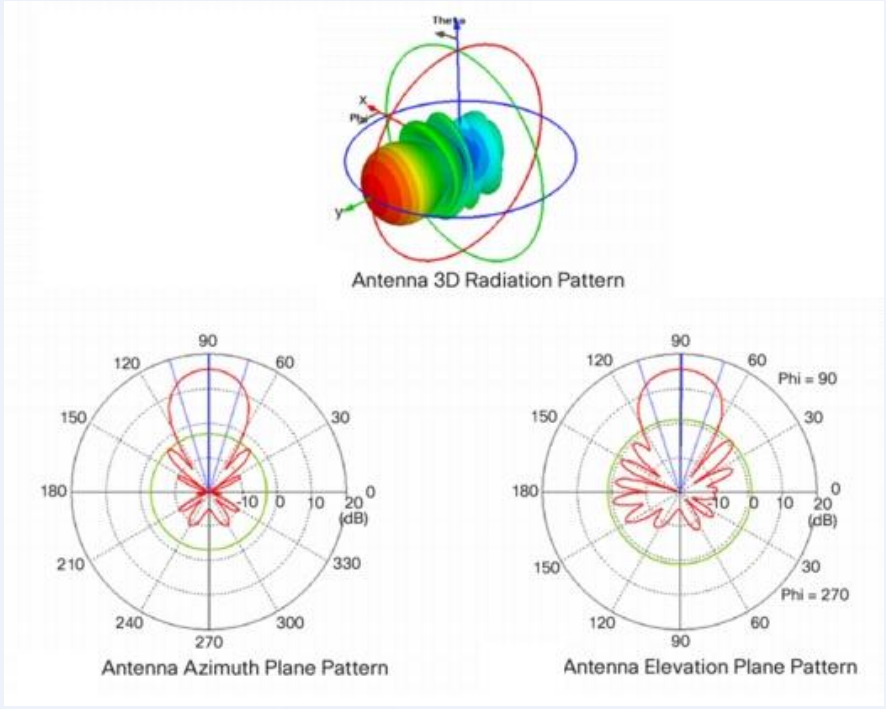
เทคโนโลยีภารรับสัญญาณวิทยุแบบ RAKE

- ปกติการใช้คลื่นวิทยุ แต่ละเซลล์จะต้องใช้ต่างความถี่กัน



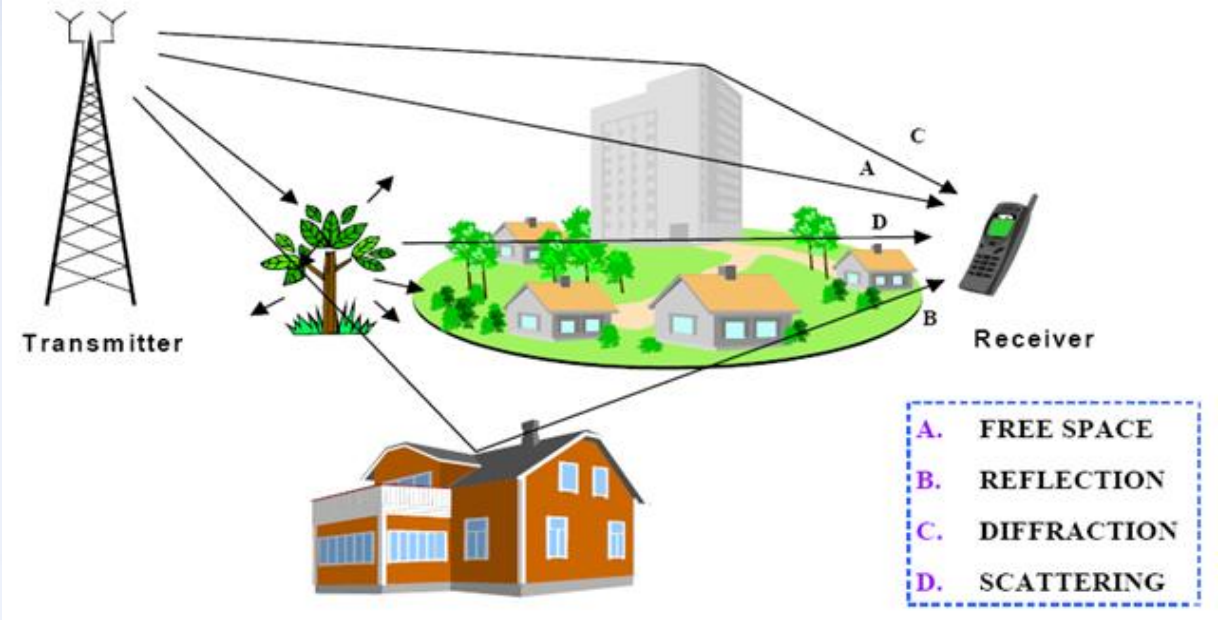
- สถานีฐานเดียว หากเป็นการส่งสัญญาณรอบตัว จะ ใช้ 3 เซลล์ เพื่อครอบคลุม 3 พื้นที่ ในทิศทาง ละ 120 องศา
- ทั้งเทคโนโลยี GSM และ WCDMA ก็ยังคงใช้ 3 เซลล์ บนสถานีฐาน



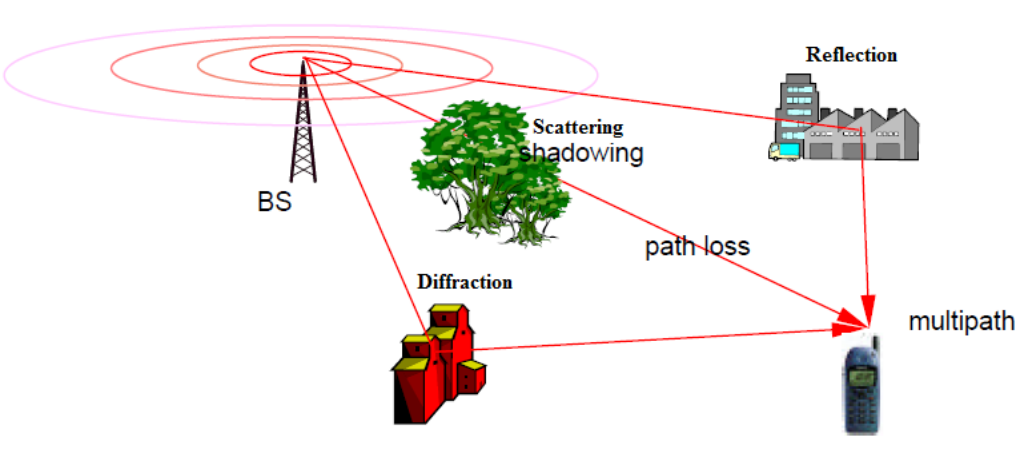


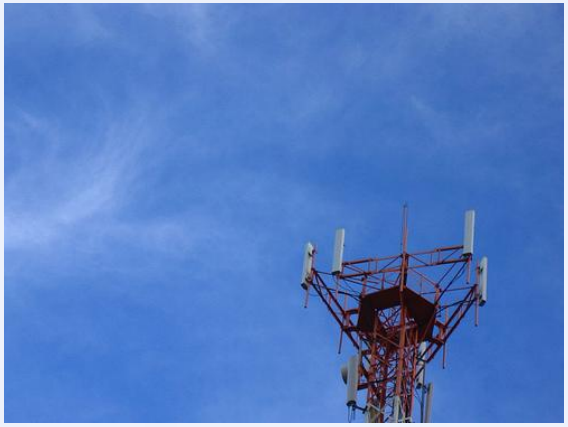
- ทิศทางการแพร่กระจายคลื่นวิทยุของแต่ละเซลล์

Multipath Fading



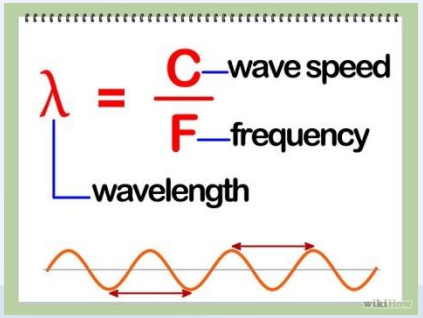
- เส้นทางเดินของสัญญาณวิทยุ ไปได้หลายทิศทาง
- มีผลให้เกิดสัญญาณเดียวกันไปถึงเครื่องรับไม่พร้อมกัน เนื่องจากบางเส้นทางไปกระทบสิ่งกีดขวาง เช่น ภูเขา ตึก อาคาร รถยนต์ เป็นต้น
- เมื่อสัญญาณหลายทิศทางไปถึงตัวรับไม่พร้อมกัน จะเรียกว่าเกิดการ Fading
- หากสัญญาณที่ได้รับต่างทิศทางกันแต่ เฟสตรงกัน จะเป็นการเสริมให้สัญญาณแรงขึ้น
- แต่หากเฟสไม่ตรงกัน จะเป็นการลดทอนสัญญาณ และอาจจะทำให้รูปร่างของสัญญาณต้นฉบับเกิดการผิดเพี้ยนไป จนกลายเป็นปัญหาในการสื่อสาร



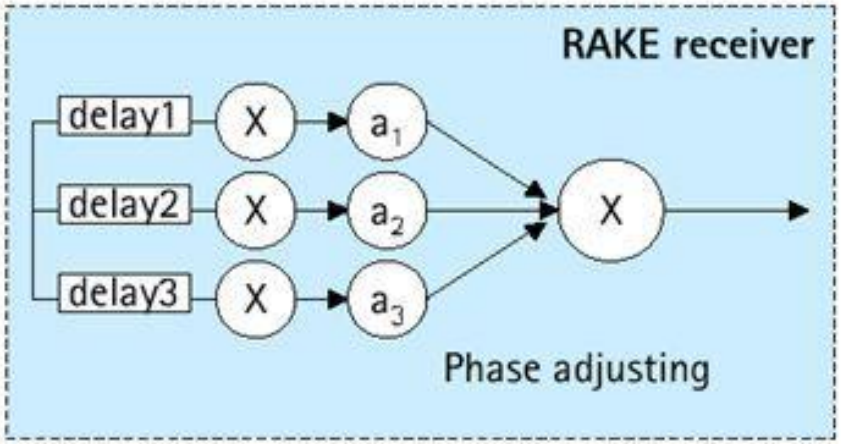


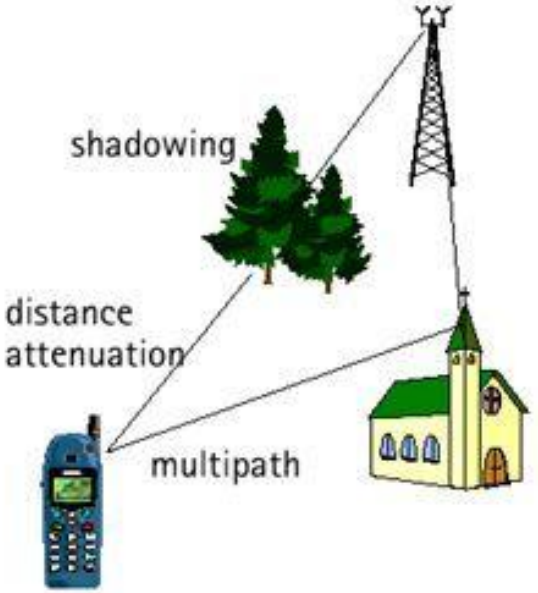
- *เรียกเทคนิคดังกล่าวนี้ว่า ไดเวอร์ซิตี้ (Diversity)*

- เทคนิคดังเดิมในการแก้ปัญหา Multipath Fading คือการติดตั้งสายอากาศ 2 ชุด ในแต่ละทิศทาง
- กำหนดให้สายอากาศ 2 ต้นในแต่ละเซลล์ห่างกัน 10 เท่าของความยาวคลื่น

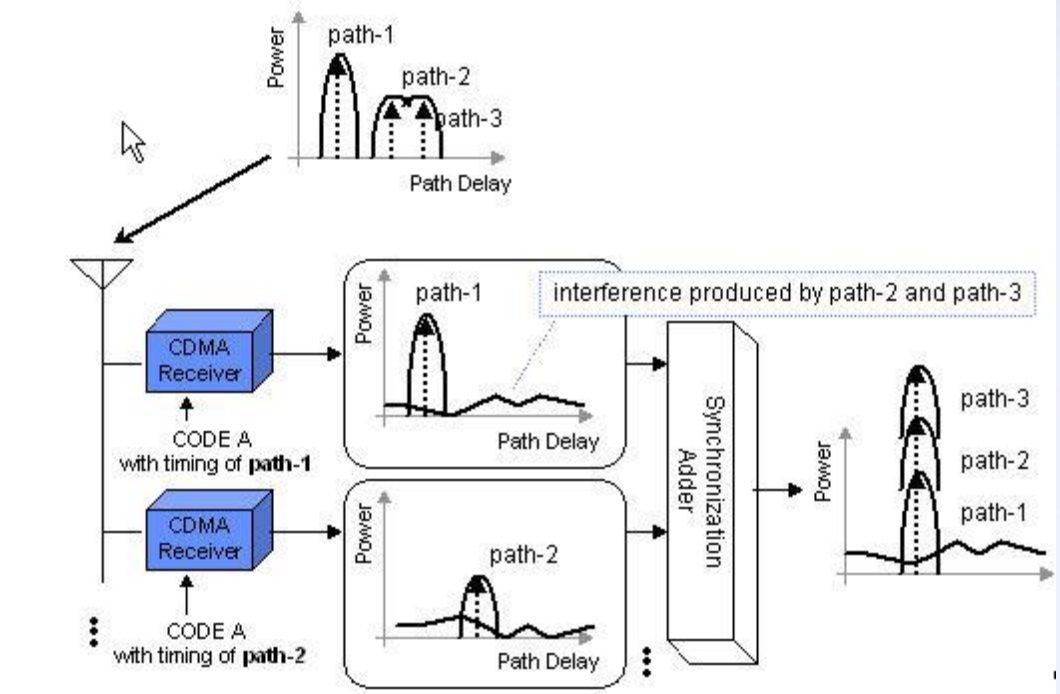


• RAKE

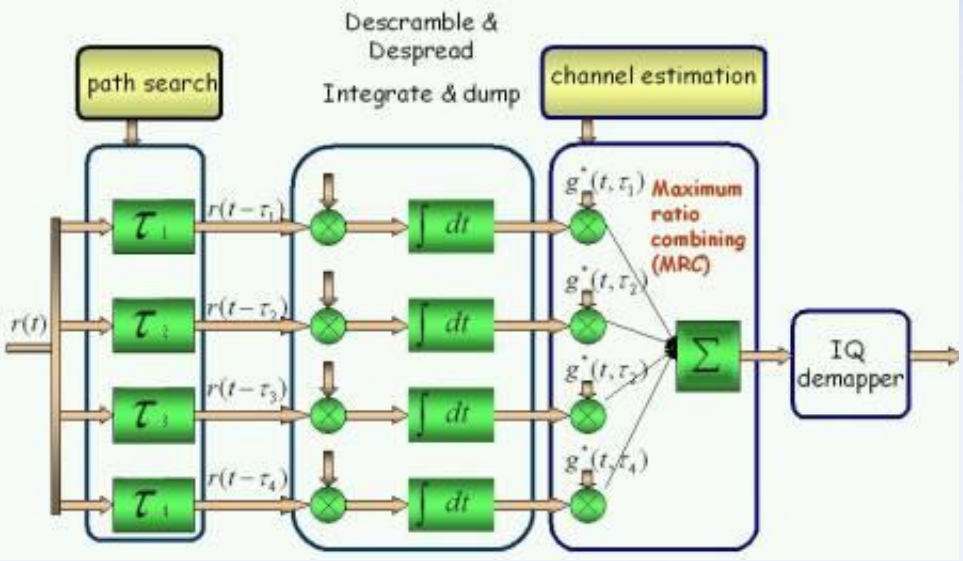

RAKE receiver
delay1
delay2
delay3
X
X
X
a_1
a_2
a_3
Phase adjusting


shadowing
distance
attenuation
multipath

RAKE

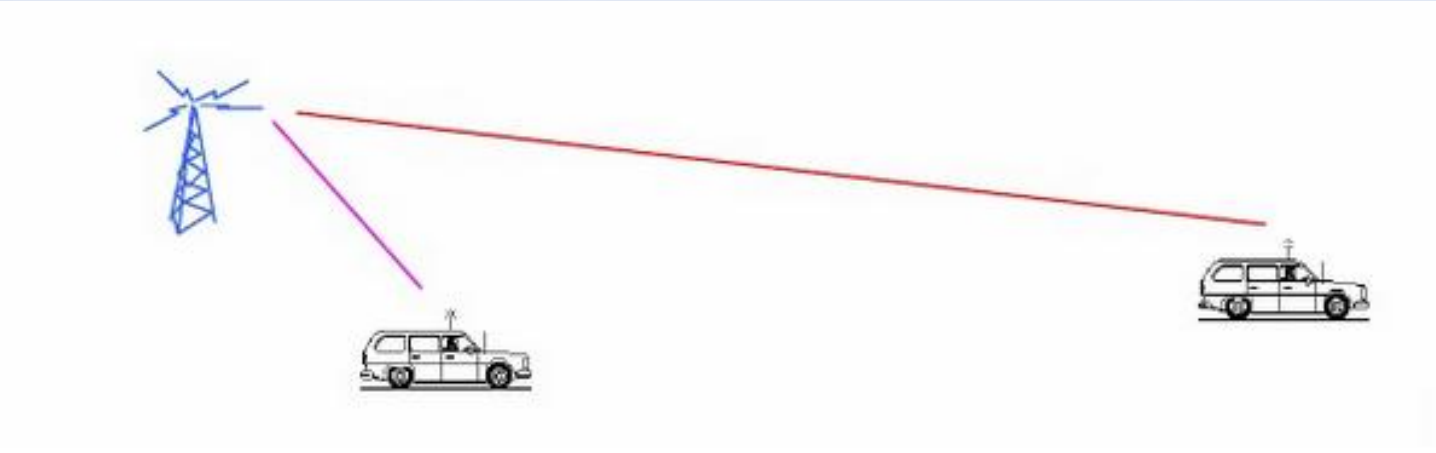


- เทคโนโลยี RAKE ช่วยเพิ่มความสามารถของภาครับวิทยุ ทั้งของสถานีฐานและ เครื่องลูกข่าย
- ทำหน้าที่รวบรวมสัญญาณที่ส่งมาจากต้นทาง และกระทบสายอากาศที่มีลักษณะเป็น Multipath Fading ให้เป็นสัญญาณที่เฟสตรงกันทั้งหมด
- เป็นผลทำให้เกิดการเพิ่มความแรงของสัญญาณในตัวรับอีกด้วย

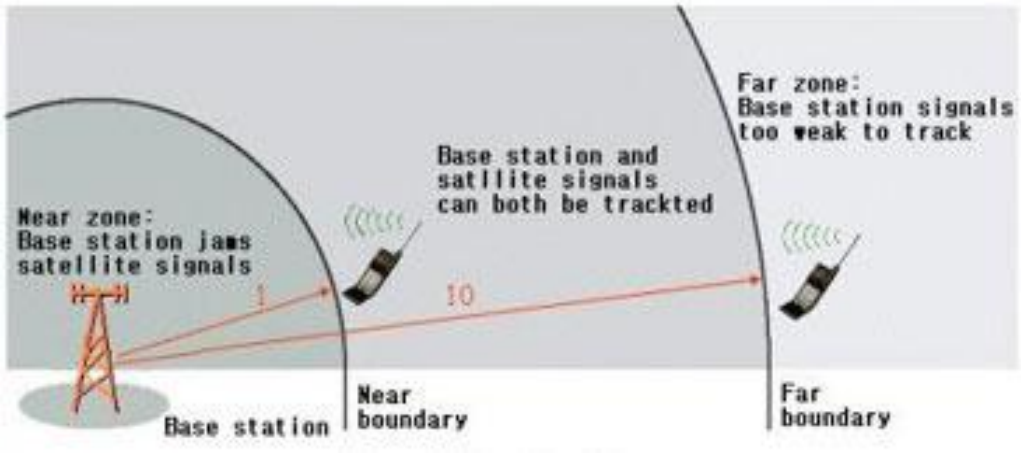


- ภาครับสัญญาณแบบ RAKE จะจัดตัวรับออกเป็นหลายๆ ชุด เรียกว่า RAKE Finger
- RAKE Finger จะรับผิดชอบสัญญาณและแยกสัญญาณแต่ละเฟสออกจากกัน
- จากนั้นจะปรับฐานเวลาของตนเอง Synchronizing ให้ตรงกับความถี่ที่มาทางตรง
- เมื่อเวลาสอดคล้องกันจะได้การรวมสัญญาณที่มีรูปร่างคล้ายกันเข้าด้วยกัน เป็นการขยายความแรงของสัญญาณก่อนนำไปประมวลผลต่อไป

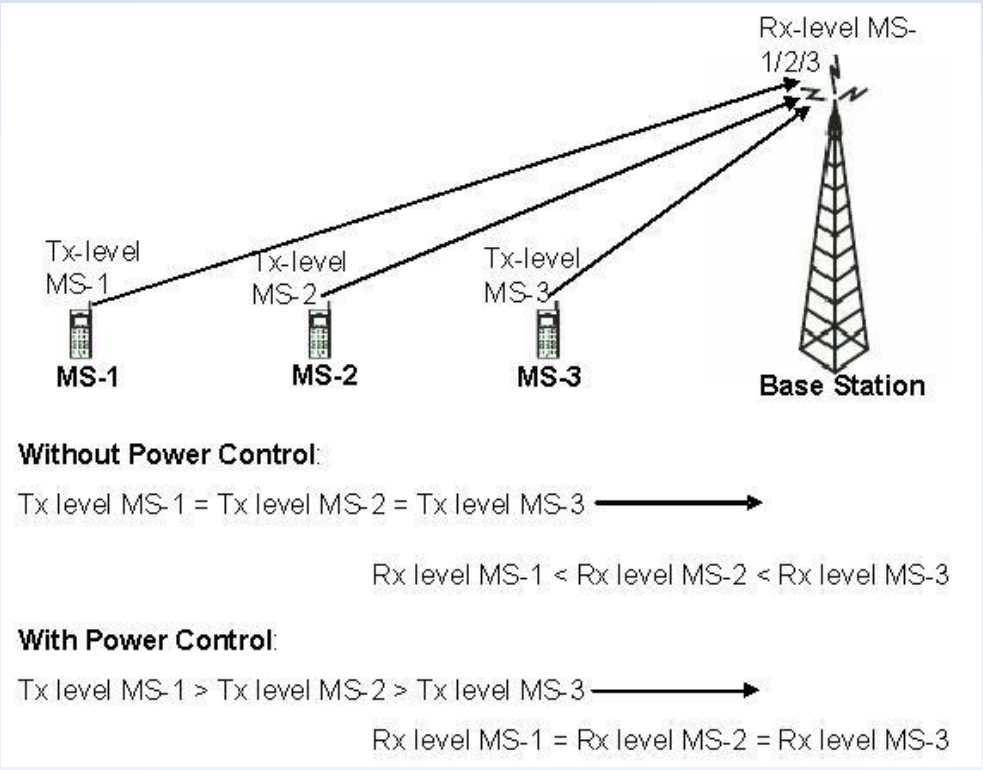
การควบคุมกำลังส่ง



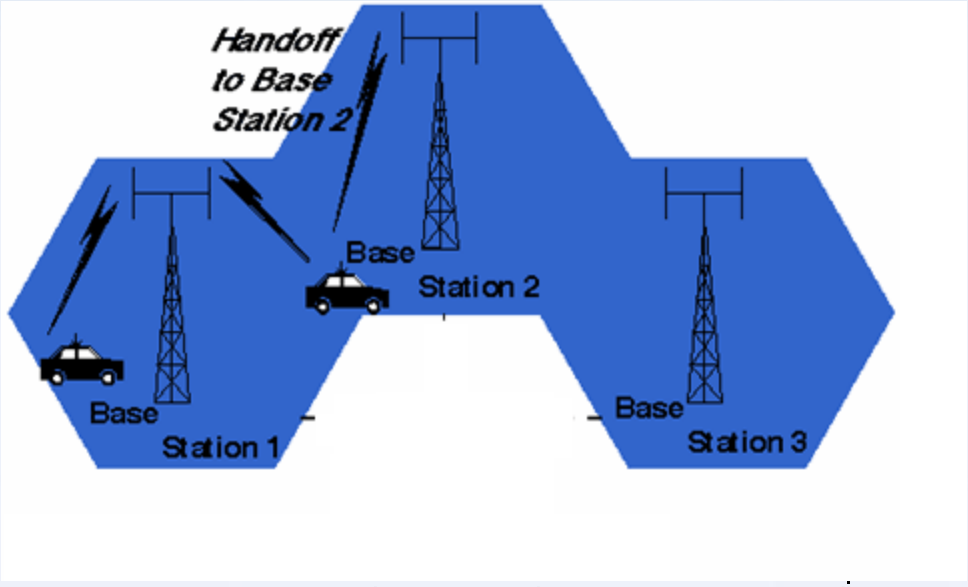
- หัวใจสำคัญของการออกแบบระบบสื่อสาร CDMA คือพลังงานที่กระจายผ่านคลื่นวิทยุ
- สถานีฐานและเครื่องลูกข่ายต้องพยายามรักษาระดับพลังงานการส่งคลื่นวิทยุให้อยู่ในระดับต่ำที่สุด
- เพื่อมิให้เกิดการรบกวนการสื่อสารภายในเซลล์ (การใช้ความถี่ของ ระบบ CDMA จะใช้คลื่นความถี่เดียวกัน แต่ใช้รหัสกระจายแตกต่างกัน)
- การใช้ช่องความถี่เดียวกัน นี้ เป็นผลให้ การติดต่อสื่อสารของสถานีฐานกับเครื่องลูกข่ายตัวอื่นเปรียบเหมือนเป็นสัญญาณรบกวน



- การควบคุมกำลังส่งในระบบ WCDMA เป็นเรื่องสำคัญที่ต้องดำเนินการทั้งสื่อสารขาขึ้น และขาลง
- สำหรับขาขึ้นต้องควบคุมกำลังส่งของเครื่องลูกข่าย เพื่อให้สัญญาณที่ไปถึงสถานีฐาน มีระดับกำลังเดียวกัน
- หากไม่ควบคุมกำลังส่งของเครื่องลูกข่าย จะทำให้ระดับความแรงของกำลังส่งไปยังสถานฐานไม่เท่ากัน เนื่องด้วยระยะทาง ไม่เท่ากัน จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ Near – Far Effect

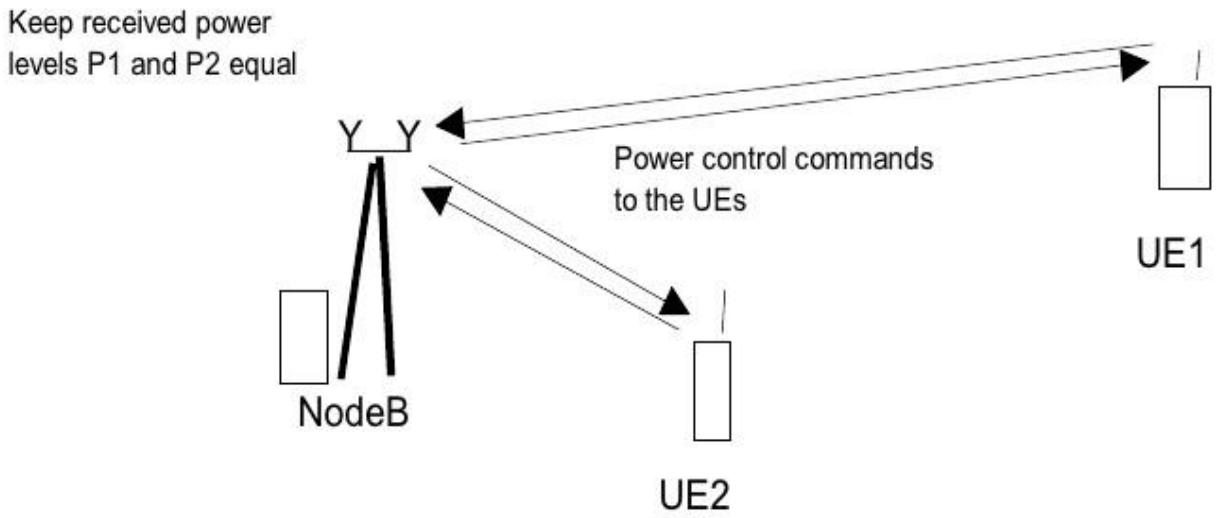


- เครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่อง ใช้งานที่ระยะห่างจากสถานีฐานไม่เท่ากันและมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา
- การควบคุมกำลังส่งขาขึ้นของเครื่องลูกข่าย จะปรับเพิ่มลด โดยพิจารณาจากระยะห่างจากสถานีฐาน



- การควบคุมกำลังส่งของสถานีฐาน ก็มีความจำเป็น เนื่องจากหากไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการข้ามไปยังพื้นที่การให้บริการของเซลล์อื่นข้างเคียง เนื่องจากใช้ช่องความถี่เดียวกัน
- สถานีฐานจะต้องส่งสัญญาณคลื่นวิทยุด้วยกำลังส่งต่ำสุด แต่ยังรักษาคุณภาพการสื่อสารกับเครื่องลูกข่ายภายในเซลล์

WCDMA Power Control (near = far)



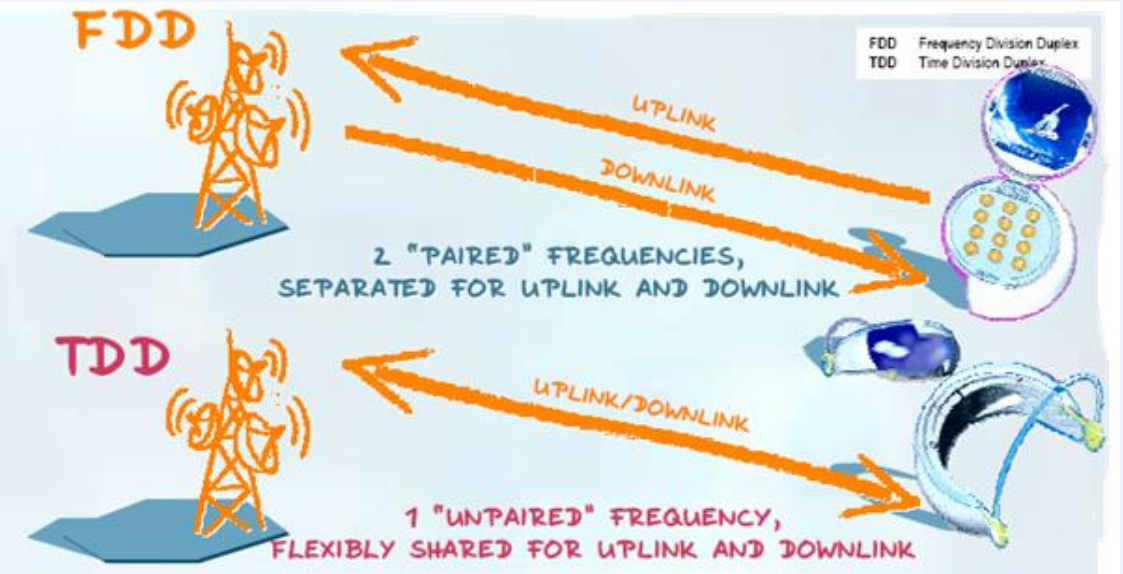
Uplink and downlink (1500 Hz)
Open Loop Power Control
Closed Loop Power Control
Outer Loop Power Control

Equal Opportunity Administration (EOA)

SRB 041406 ver1

การควบคุมกำลังส่งในเครือข่าย 3 G มี 2 รูปแบบ

1. การควบคุมกำลังส่งแบบปลายเปิด (Open – loop Power Control)
2. การควบคุมกำลังส่งแบบปลายปิด (Close – loop Power Control)



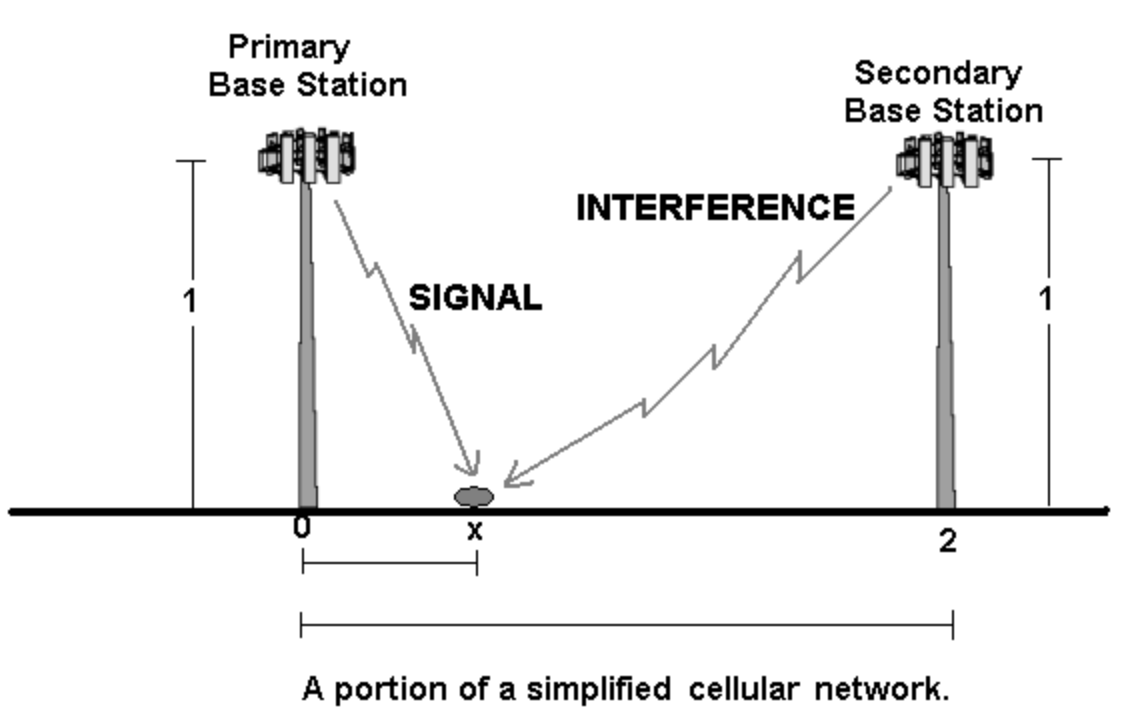
1. การควบคุมกำลังส่งแบบปลายเปิด (Open – loop Power Control)

- กำหนดให้เครื่องลูกข่าย วัดระดับความแรงของสัญญาณคลื่นวิทยุที่ถูกส่งมาจากสถานที่ฐาน
- เพื่อใช้สำหรับการปรับระดับกำลังส่งให้เหมาะสม
- เป็นกระบวนการควบคุมกำลังส่งได้รวดเร็ว แต่มีความคลาดเคลื่อนสูง

หากนำมาใช้กับ WCDMA ซึ่งหากเป็น UTRA-FDD เนื่องจากใช้คลื่นวิทยุขาขึ้นและขาลง ใช้ความถี่ต่างกัน

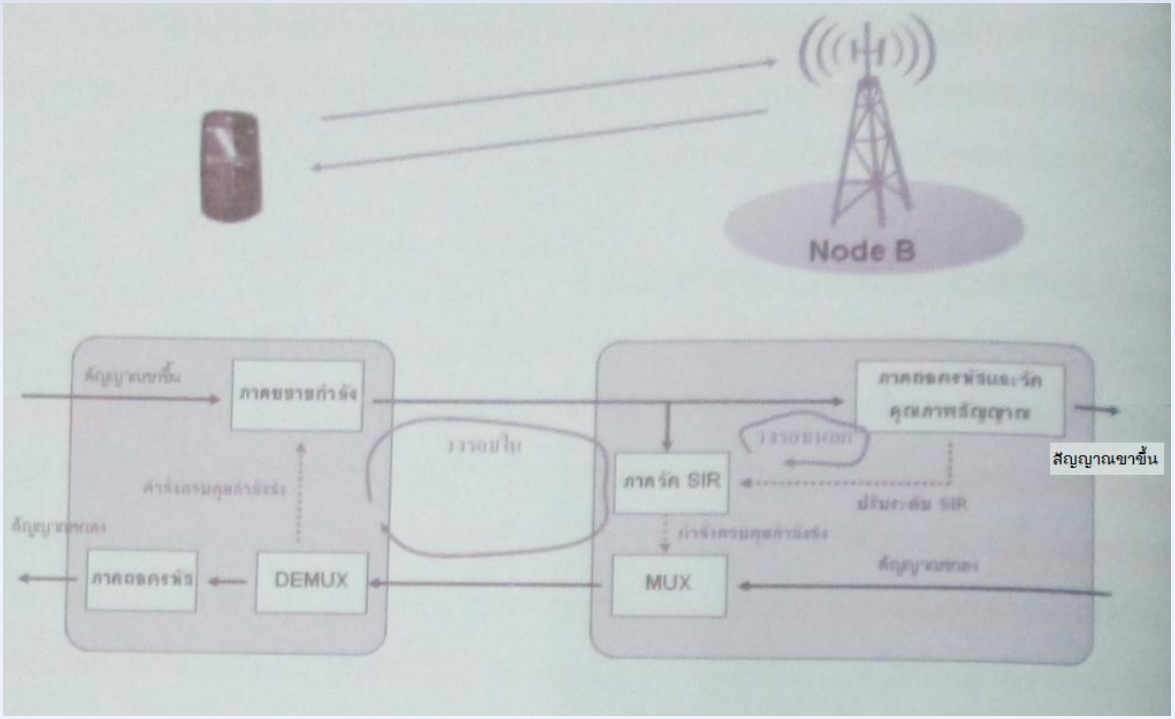
2. การควบคุมกำลังส่งแบบปลายปิด (Close – loop Power Control)

- การควบคุมแบบปลายปิด เป็นเทคนิคที่ใช้ในมาตรฐาน UTRA – FDD ในระบบ WCDMA
- ใช้วิธีการแบบย้อนกลับมายังอุปกรณ์สื่อสารต้นทาง เพื่อใช้ปรับลด เพิ่ม กำลังส่ง ได้ดีกว่ากว่า แบบ เปิด
- แต่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างทันทีทันใด
- ใช้กับทั้ง ขาขึ้น และขาลง



A portion of a simplified cellular network.

- อุปกรณ์สื่อสารปลายทางจะเป็นตัววัดความแรงระหว่าง สัญญาณ ต่อ สัญญาณรบกวน SIR (Signal to Interference Ratio)
- ทุกๆ เวลา 667 ms และใช้ค่าดังกล่าวตัดสินการปรับกำลังส่ง ซึ่งเรียกว่า Fast Close-Loop Power Control

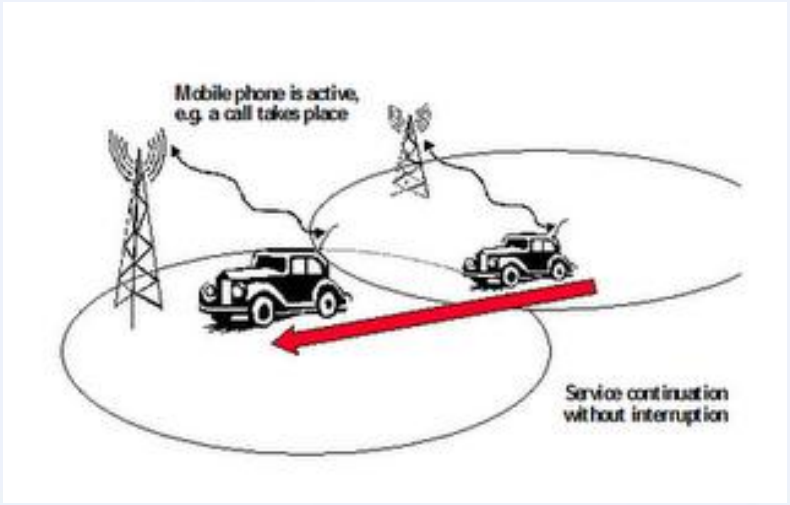


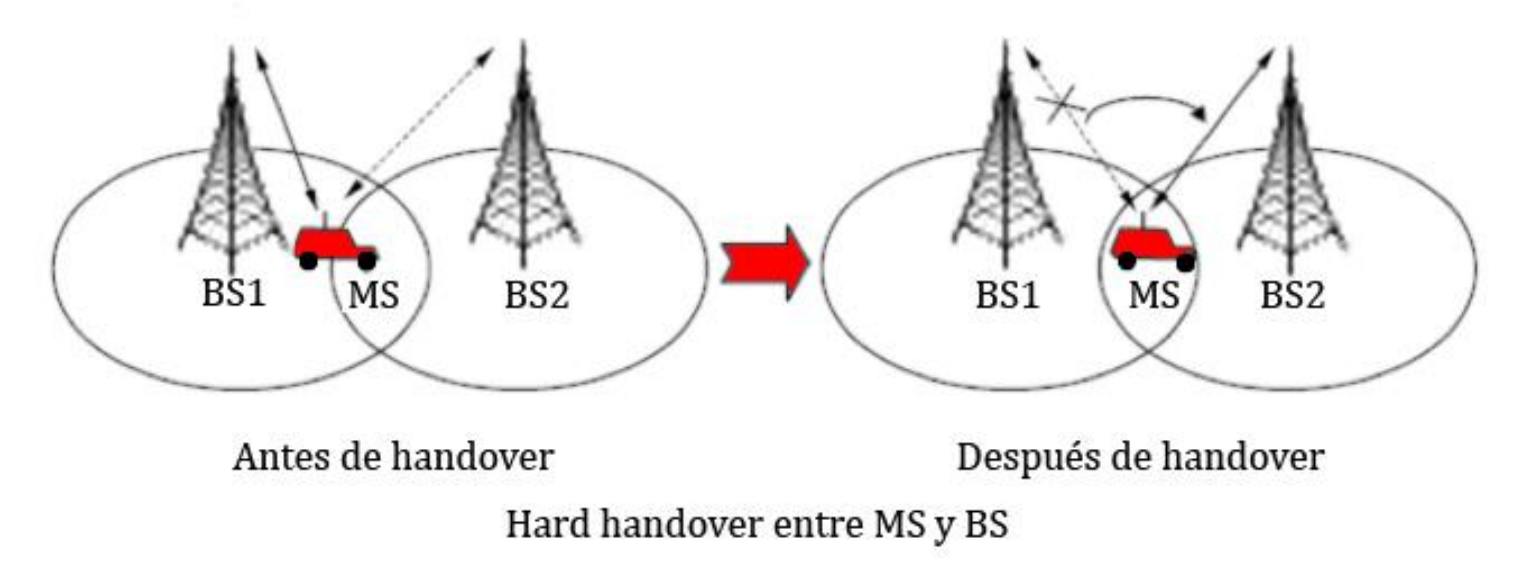
- ภาครับสัญญาณวิทยุสถานีฐาน จะวัดระดับสัญญาณ SIR เพื่อนำไปคำนวณหาคุณภาพสัญญาณ
- หากต้องการปรับเพิ่ม หรือ ลด กำลังส่งของเครื่องลูกข่าย จะส่งสัญญาณแฝงไปกับก้อนข้อมูล ที่ระบุปลายทางเครื่องลูกข่ายเครื่องนั้นๆ (MUX สัญญาณควบคุมกับสัญญาณข้อมูล)
- เครื่องลูกข่ายก็จะทำการ DMUX แยกคำสั่งออกมาเพื่อใช้ควบคุมการปรับกำลังส่งตามที่กำหนดของสถานีฐาน
- กระบวนการนี้จะดำเนินการไปตลอดช่วงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่ายกับสถานีฐาน มักเรียกว่า วงรอบใน (Inner-loop)

กลไกการควบคุมการเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์

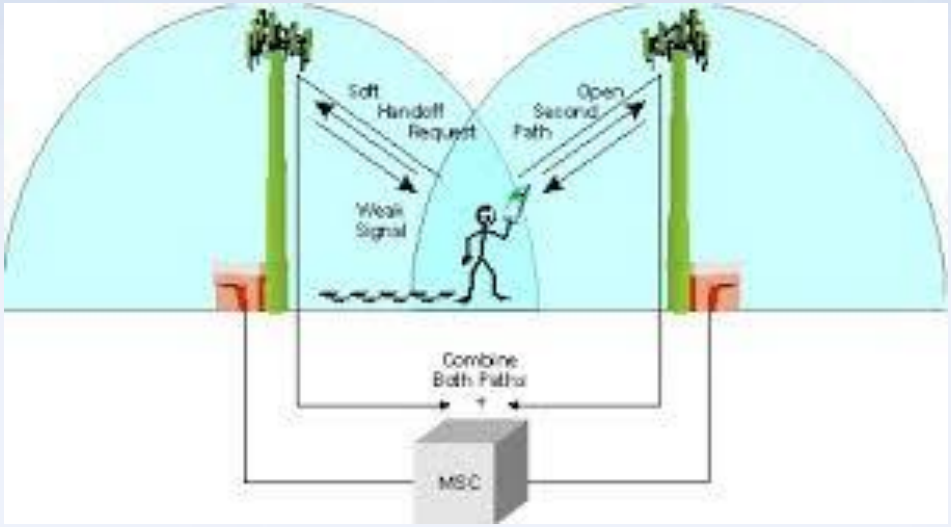
- Handover

- เพื่อเคลื่อนย้ายเครื่องลูกข่ายระหว่างสถานีฐาน
- เป็นกลไกพื้นฐานของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ตั้งแต่ยุค 1 G
- เป็นกระบวนการเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรต่างๆ เพื่อรองรับการเปลี่ยนสถานีฐาน

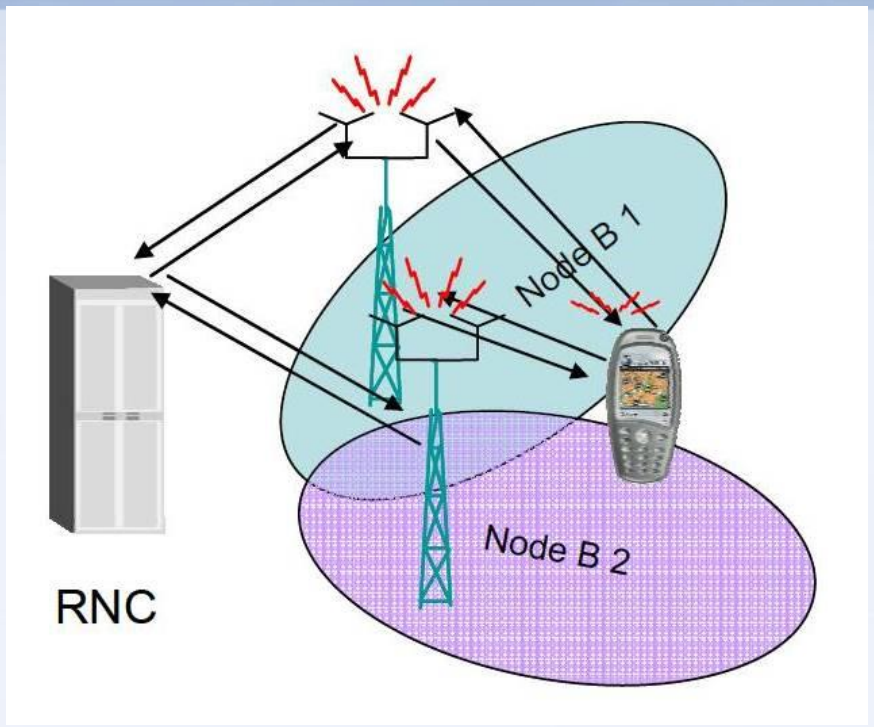




- เช่น ขณะใช้งานสนทนาที่อยู่ระหว่างการเคลื่อนที่จากเซลล์แรก ไปยังเซลล์ที่สอง
- (อาจจะเป็นเซลล์ที่อยู่สถานีฐานเดียวกัน หรือต่างสถานีฐาน) เพื่อให้การสนทนาได้ ต่อเนื่อง ไม่กระทบระดับคุณภาพการสื่อสาร)
- โดยเมื่อถึงจุดเปลี่ยน (Handover Point) เครื่องลูกข่ายสามารถเปลี่ยนไปจับช่องสัญญาณบนคลื่นวิทยุ บนเซลล์ใหม่



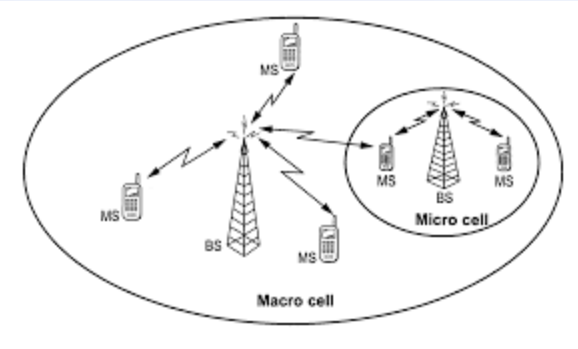
- ในกรณี เครื่องลูกข่ายไม่ได้ใช้งาน (Idle Mode) แต่มีการเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์ จะไม่เรียกว่าการย้ายข้ามเซลล์ เพราะเครื่องลูกข่าย ไม่มีการใช้ทรัพยากรใดๆ
- แต่จะเรียกว่า การเลือกจับเซลล์ (Cell Reselection)
- การย้ายข้ามเซลล์บางครั้งเป็นการย้ายไปใช้อีกความถี่หนึ่ง ภายในเซลล์เดียวกัน กรณีนี้เรียกว่า Intra-cell Handover



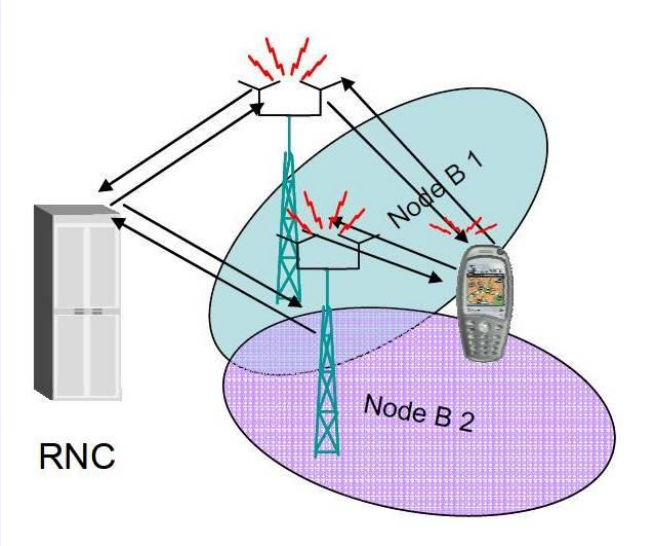
- เทคนิคควบคุมการย้ายเซลล์ในเครือข่าย WCDMA แตกต่างจาก 1 G และ 2G
- WCDMA เครื่องลูกข่ายสามารถใช้บริการของเซลล์หรือสถานีฐานได้ หลายเซลล์พร้อมๆ กัน ในเวลาเดียวกันได้ ทั้งนี้ขึ้นกับความแรงจากเซลล์ หรือสถานีฐานใดมากกว่ากัน หรืออาจจะใช้พร้อมๆกัน จนกว่าถึงจุดที่ควรเลือกเซลล์ใดเซลล์หนึ่งในที่สุด

การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบ่งออกเป็นดังนี้

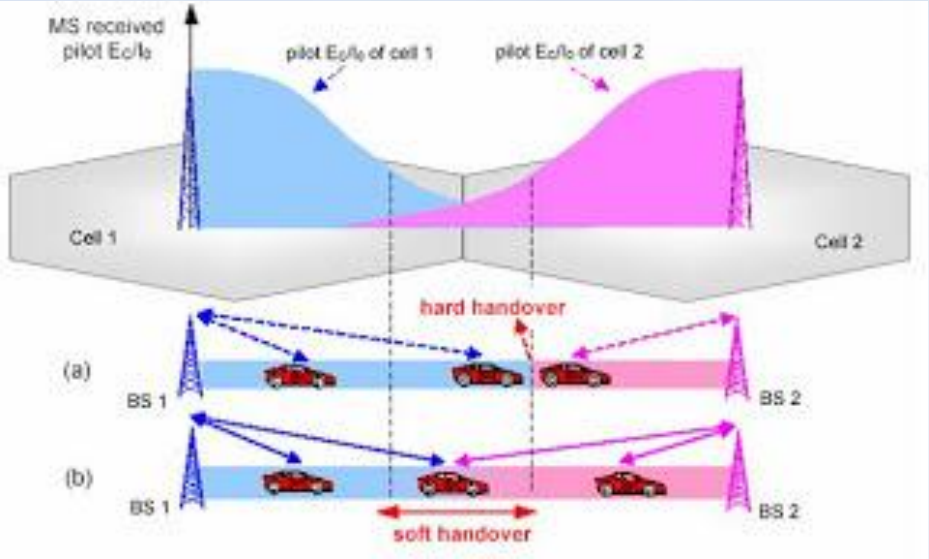
1. การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบบ Soft Handover
2. การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบบ Relocation
3. การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบบ Hard Handover
4. การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบบ Intersystem Handover



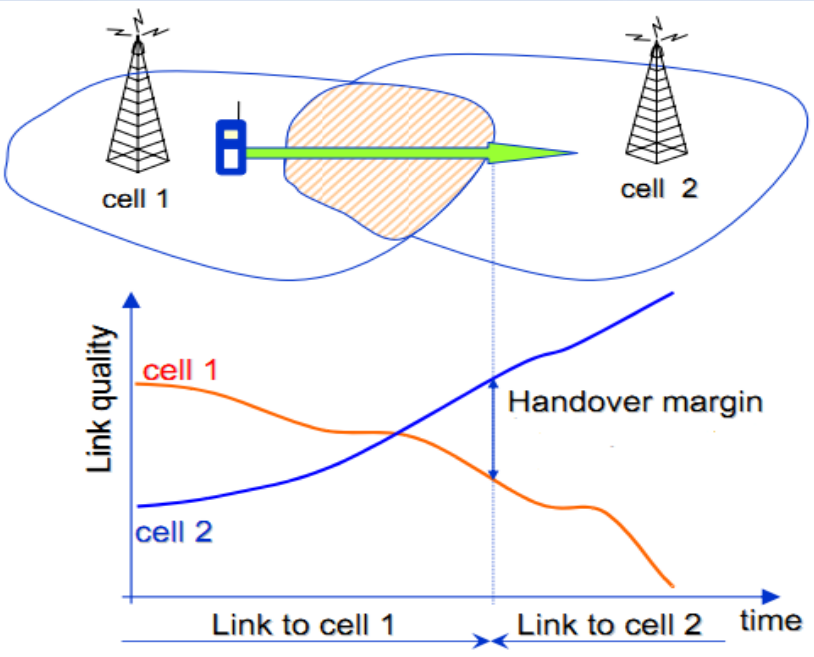
การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบบ Soft Handover



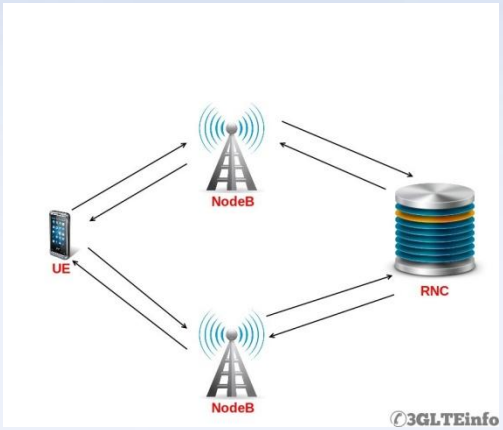
- เรียกสั้นๆ ว่า SHO
- เป็นกลไก เครื่องลูกข่ายเชื่อมต่อกับสถานีฐาน มากกว่า 1 แห่งพร้อมๆกัน ภายใน RNC เดียวกัน
- โดยเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะใช้ภาครับสัญญาณแบบ RAKE เพื่อแยกสัญญาณแต่ละชุด เพื่อรับสัญญาณจากสถานีฐานแต่ละแห่ง



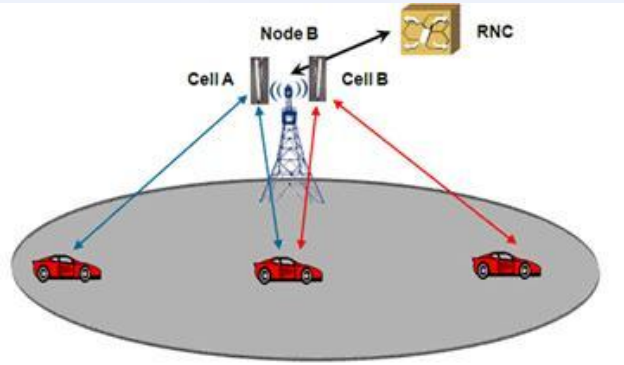
- กระบวนการ SHO จะทำให้เครื่องลูกข่ายได้รับความแรงเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากภาครับ RAKE จะรวมสัญญาณจากแต่ละสถานี ให้มีเฟสตรงกัน เป็นผลให้สัญญาณที่ได้รับแรงขึ้น
- หากไม่มีกระบวนการ SHO เครื่องลูกข่ายจะต้องหาทางเคลื่อนย้ายข้ามไปยังสถานีฐานใด สถานีหนึ่ง เพื่อให้การสื่อสารยังคงต่อเนื่องไม่เกิดการสายหลุด



- กระบวนการ SHO จะช่วยรักษาคุณภาพของสัญญาณบริเวณขอบของเซลล์ (Cell Edge)
- สถานีฐานจะร่วมกันคำนวณ พิจารณาระดับความแรงของพลังงานโดยรวมที่เกิดขึ้นที่เซลล์ใดเซลล์หนึ่ง
- หากเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ออกไปจากพื้นที่บริการ สถานีฐานไม่ต้องเร่งเพิ่มกำลังส่ง เนื่องจากมีอีกสถานีฐานหนึ่งรองรับการเชื่อมต่อ จึงไม่เป็นการไปสร้างสัญญาณรบกวนต่อเครื่องลูกข่ายอื่นๆ ในเซลล์เดียวกัน

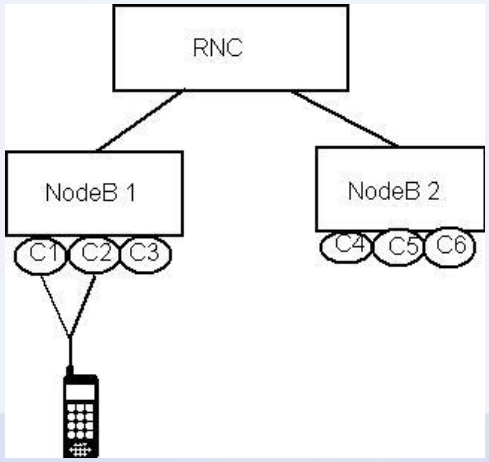


- กระบวนการ SHO จะต้องเป็นการรับสัญญาณจากสถานีฐานมากกว่า 1 แห่ง ที่อยู่บน RNC เดียวกัน



- แต่หากกระบวนการ SHO ที่เกิดการบนสถานีฐานเดียวกัน จะเรียกกระบวนการนี้ว่า

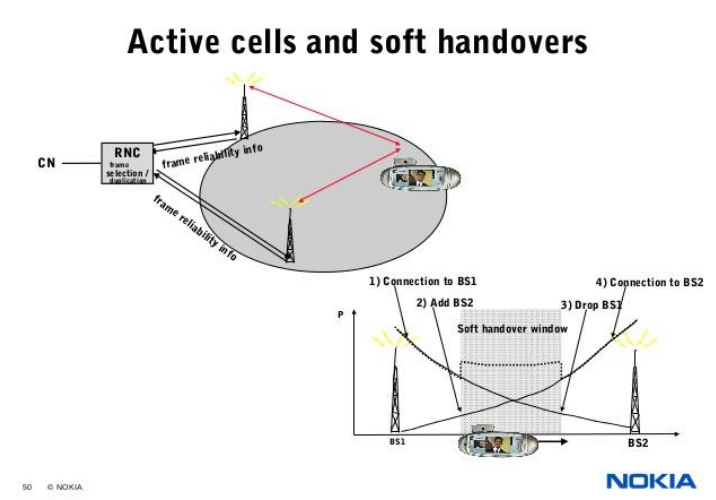
  Softer Handover

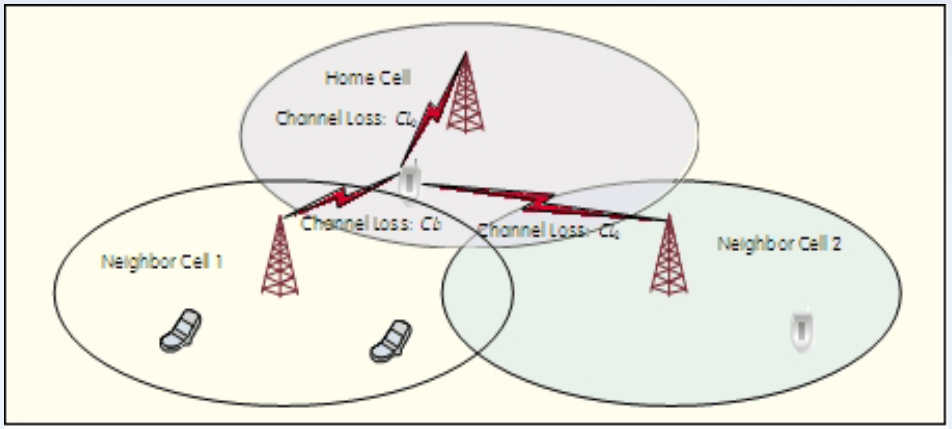


การพิจารณาจัดเลือกกลุ่มเซลล์เพื่อให้พร้อมบริการ SHO

- 1. กลุ่ม Active
- 2. กลุ่ม Monitored
- 3. กลุ่ม Detected

1. กลุ่ม Active





▲Figure 1. Uplink interference for one MS in a typical MIMO–OFDMA cellular system.

- เป็นกลุ่มของเซลล์หรือสถานีฐานที่กำลังให้บริการเครื่องลูกข่ายในกระบวนการ SHO
- ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้น ขณะเมื่อเครื่องลูกข่ายกำลังเคลื่อนที่ออกห่างไปจากเซลล์มากขึ้น ทำให้เซลล์ต้องเพิ่มกำลังส่ง มีผลให้ SIR สูงขึ้น
  แต่จะมีผลให้เกิดสัญญาณรบกวนภายในเซลล์เพิ่มขึ้น
- จะทำให้เกิดการเพิ่มชื่อเซลล์ หรือสถานีฐานที่สามารถใช้ร่วมกัน จนเกิดกระบวนการ SHO

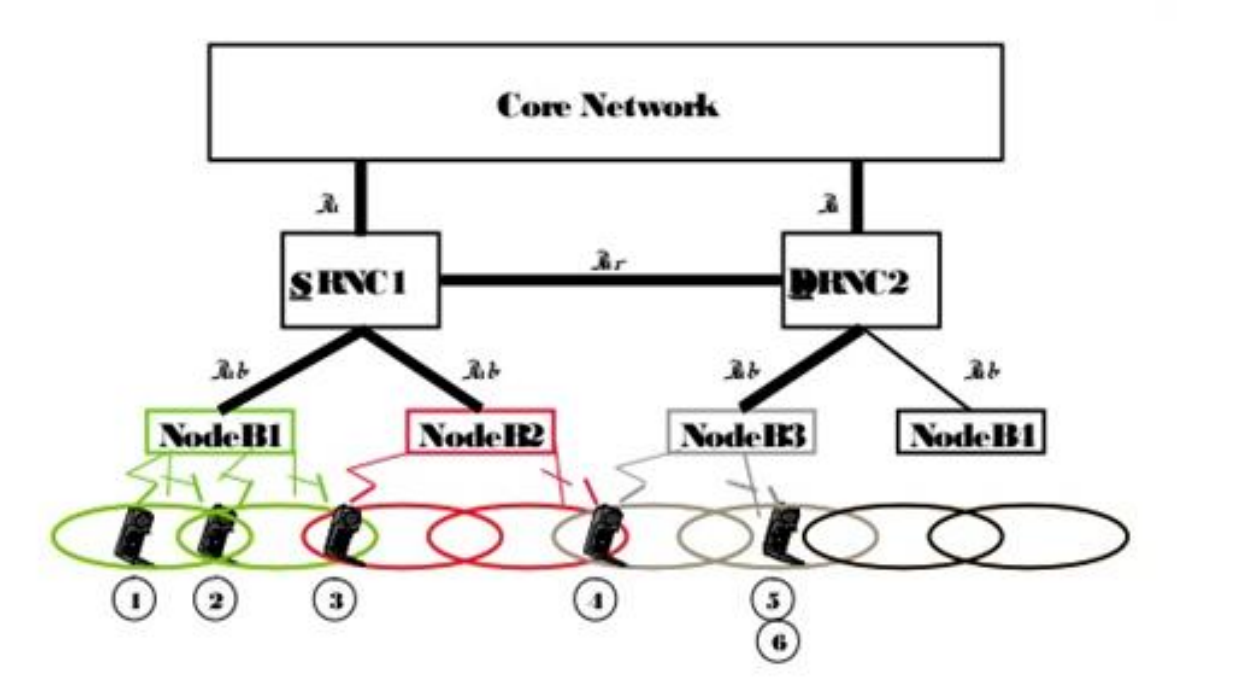
2. กลุ่ม Monitored

- เป็นรายชื่อสถานีฐาน ที่เข้าข่ายพร้อมจะเข้าร่วมให้บริการ SHO
- แต่ยังไม่เข้ากลุ่มให้บริการ Active SHO
- โดยสถานีฐานจะส่งชื่อกลุ่ม Monitored ไปให้โทรศัพท์เคลื่อนที่วัดความแรงของสัญญาณ
- หากระดับความแรงเกินกว่าระดับขั้นต่ำที่กำหนด หมายความว่า เซลล์ดังกล่าวพร้อมที่จะให้บริการ SHO

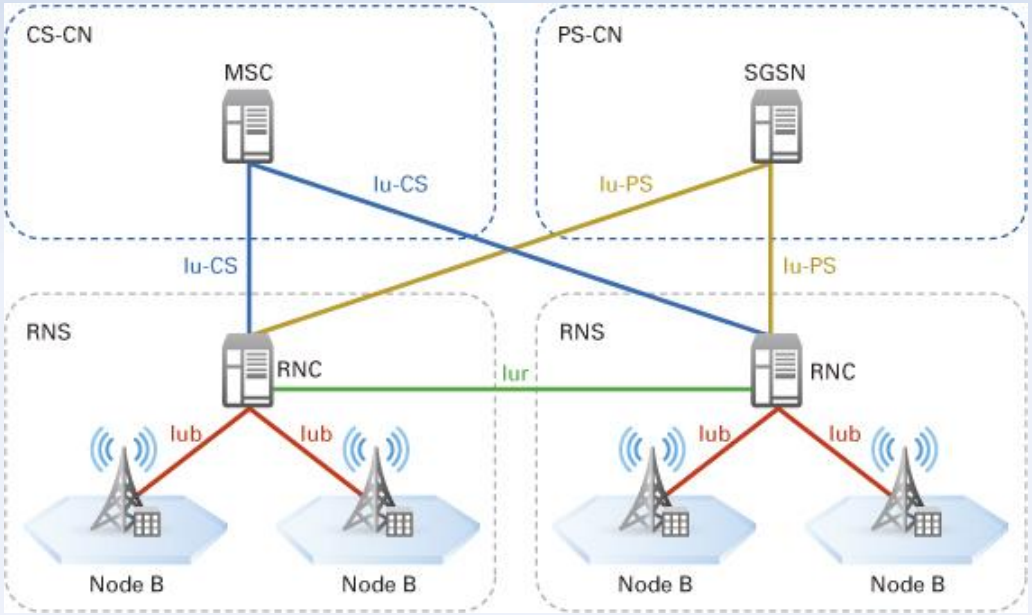
กลุ่ม Detected

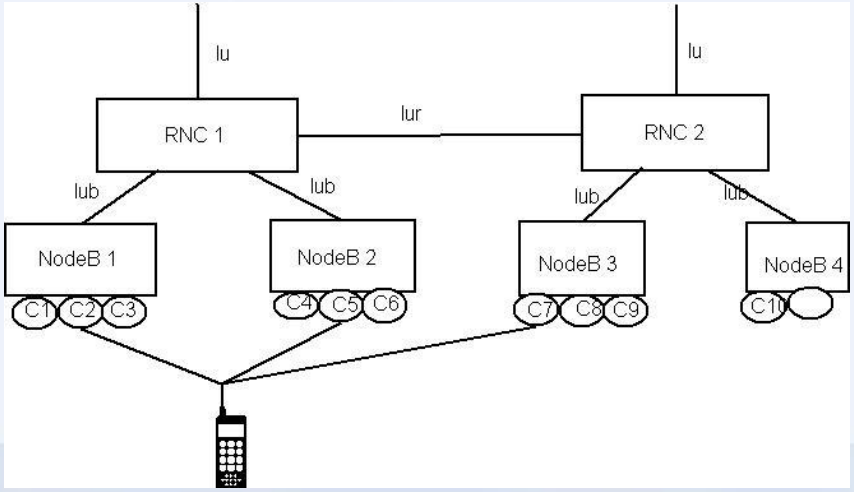
- เป็นรายชื่อของเซลล์อื่นๆ ที่สถานีฐานได้รับแจ้งจากเครื่องลูกข่าย
- เป็นเซลล์ที่ไม่ได้อยู่ใกล้เคียงกับสถานีฐานปัจจุบัน
- เครื่องลูกข่ายจะส่งรายงานความแรงของเซลล์เหล่านี้ไปยังสถานีฐานปัจจุบัน เมื่อได้ตรวจจับคลื่นวิทยุที่แรงขึ้นมากกว่า ค่ามาตรฐานที่กำหนด
- หากไม่ใช่สถานีฐานข้างเคียงก็จะเก็บไว้ในกลุ่ม Detected
- เพื่อรอเป็นกลุ่ม Monitored และ Active ต่อไป เมื่อสัญญาณที่ได้รับแรงขึ้น

การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบบ Relocation



- เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์ หรือสถานีฐานที่ ข้าม RNC
- ซึ่งระบบต้องจัดสรรทรัพยากรของเครือข่ายเพื่อรองรับการใช้งานต่อเนื่อง แต่มีการข้าม RNC

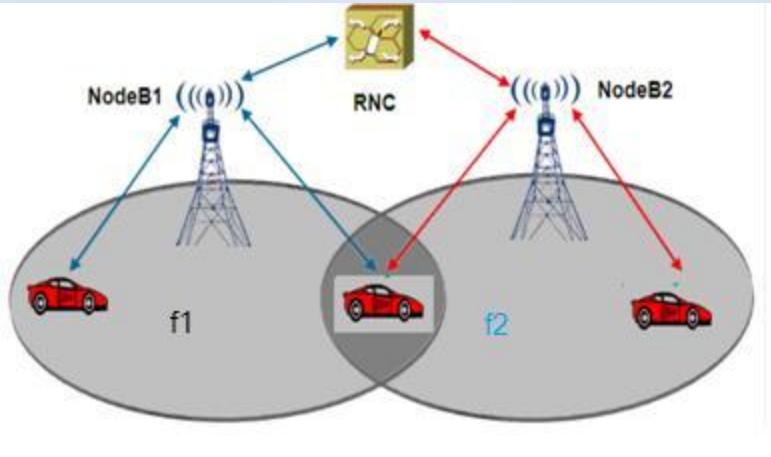

CS-CN
PS-CN
MSC
SGSN
Iu-CS
Iu-PS
Iu-CS
Iu-PS
RNS
RNS
RNC
RNC
Iur
Iub
Iub
Iub
Iub
Node B
Node B
Node B
Node B

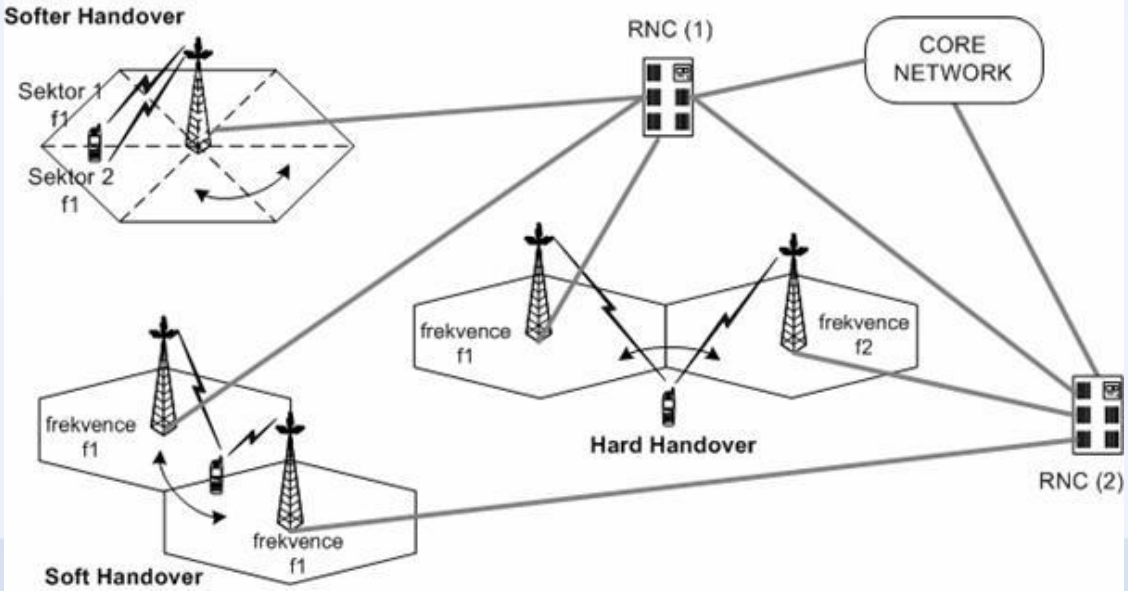

Iu
Iu
RNC 1
Iur
RNC 2
Iub
Iub
Iub
Iub
NodeB 1
NodeB 2
NodeB 3
NodeB 4
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10

การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบบ Hard Handover

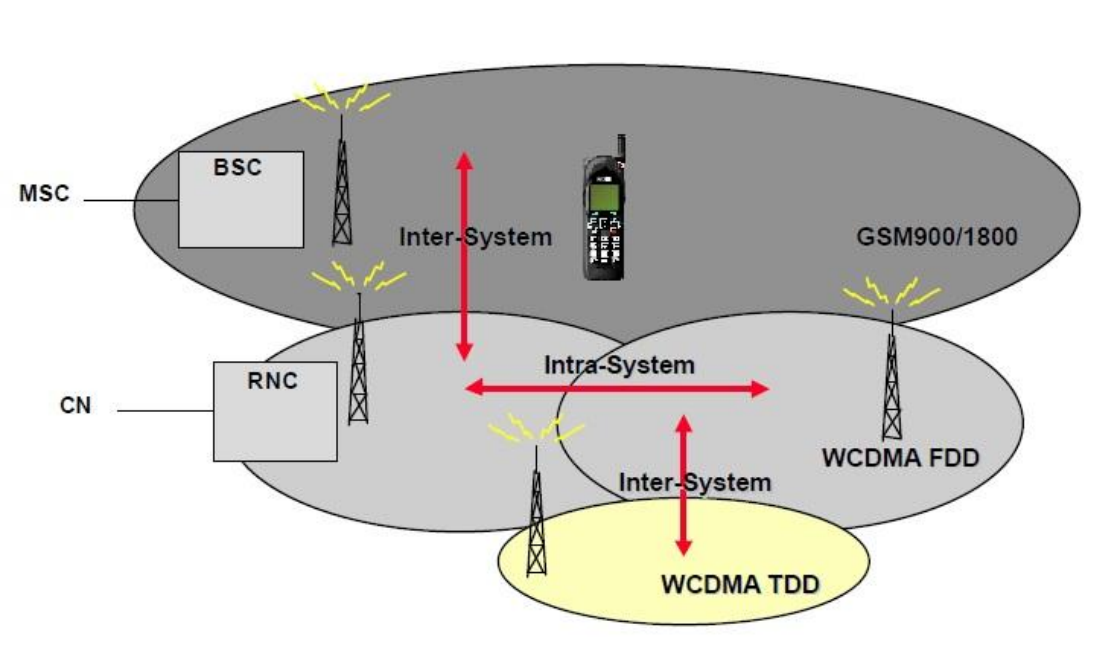
- ปกติช่องความถี่วิทยุ WCDMA จะใช้แถบความถี่ 5 MHz จะเป็นการให้บริการรับส่งที่ความถี่ช่องเดียวกัน
- การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์ สถานีฐานจะเป็นกระบวนการ SHO
- แต่หากผู้ให้บริการ ได้รับสัมปทาน 10 MHz จะทำให้มี 2 ช่องความถี่
- ผลทำให้สามารถเลือกจัดสรรให้แต่ละเซลล์ใช้คนละช่องความถี่
- ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์ และข้ามไปใช้ใช้ความถี่อีกช่อง เรียกการเคลื่อนย้ายนี้ว่า Hard Handover (HHO)

Hard Handover





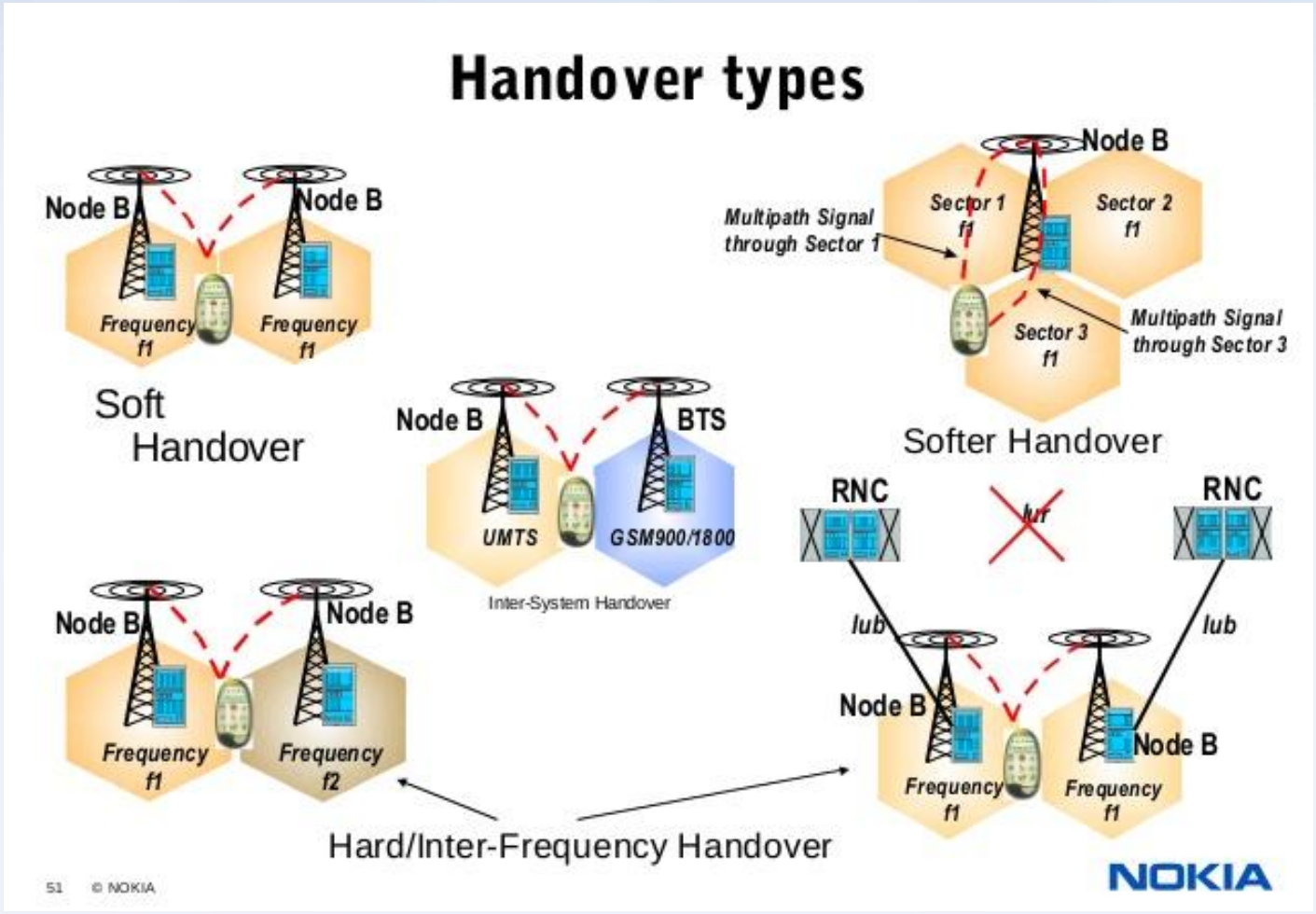
การเคลื่อนย้ายข้ามเซลล์แบบ Intersystem Handover



เนื่องจากการขยายเครือข่าย WCDMA ยังไม่ครอบคลุมทั้งหมดโดยทันที ทำให้ยังมีการใช้งานระบบ GSM เดิม

ตัวเครื่องโทรศัพท์จะมีความสามารถในการใช้งานทั้งระบบ CDMA GSM/GPRS/EDGE ไปพร้อมๆกัน

- เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายเซลล์ข้ามผ่านระบบที่ แตกต่างกัน
- เช่นการเคลื่อนย้ายจาก WCDMA ไปเป็นระบบ TDMA ของระบบ GSM เนื่องจากนำเครื่องลูกข่ายไปใช้ในพื้นที่ ห่างไกล
- หรือการเปลี่ยนจาก GSM มาใช้ WCDMA กรณีเคลื่อนย้ายเข้ามาใช้ในพื้นที่ 3G


Handover types
Node B
Node B
Frequency f1
Frequency f1
Soft Handover
Node B
Sector 1 f1
Sector 2 f1
Sector 3 f1
Multipath Signal through Sector 1
Multipath Signal through Sector 3
Softer Handover
Node B
BTS
UMTS
GSM900/1800
Inter-System Handover
RNC
Iur
RNC
Iub
Iub
Node B
Node B
Frequency f1
Frequency f1
Node B
Node B
Frequency f1
Frequency f2
Hard/Inter-Frequency Handover
51 © NOKIA
NOKIA