NAC2005
NSTDA Annual Conference
S&T in Thailand : Towards the Molecular Economy

การวิเคราะห์และออกแบบสายอากาศผสมสัญญาณหลายลำคลื่น

Analysis and Design of Multibeam Quasi-Optical Antenna Mixer Array

นาย สุวรรณ จันทร์อินทร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.โมไนย ไกรฤกษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์

หลักสูตร วศ.ด สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

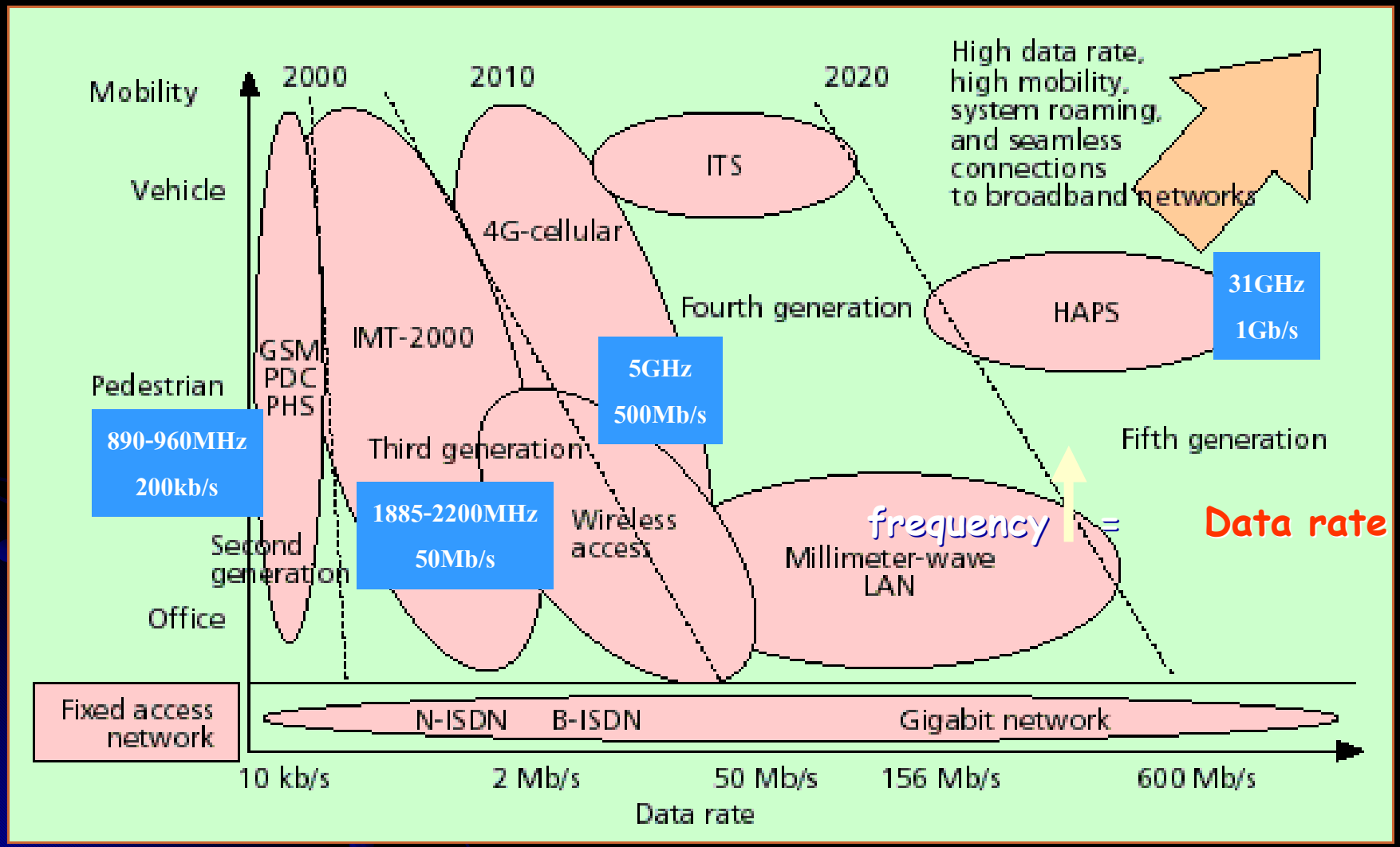
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อในการนำเสนอ

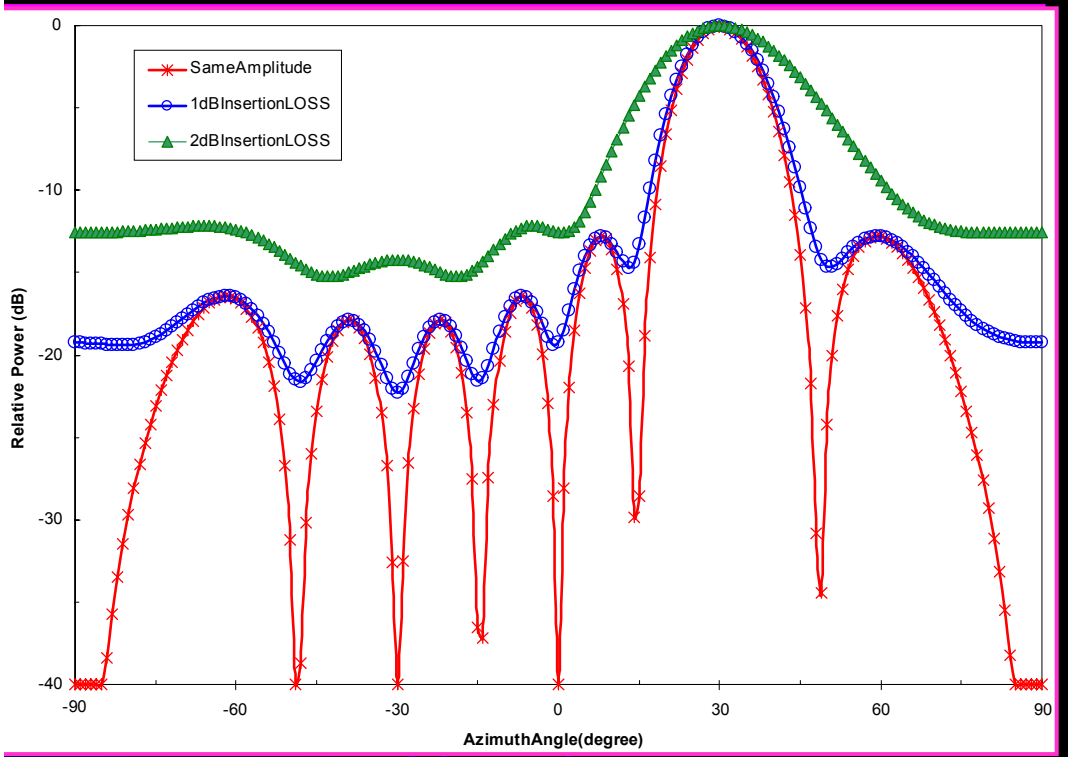
1. บทนำ
2. หลักการปรับลำคลื่น
3. การประยุกต์ใช้งาน
4. การออกแบบสายอากาศ
5. การวิเคราะห์การทำงานหลายลำคลื่น
6. สรุปผล

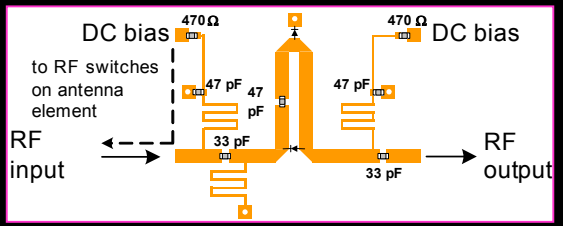
แรงจูงใจ

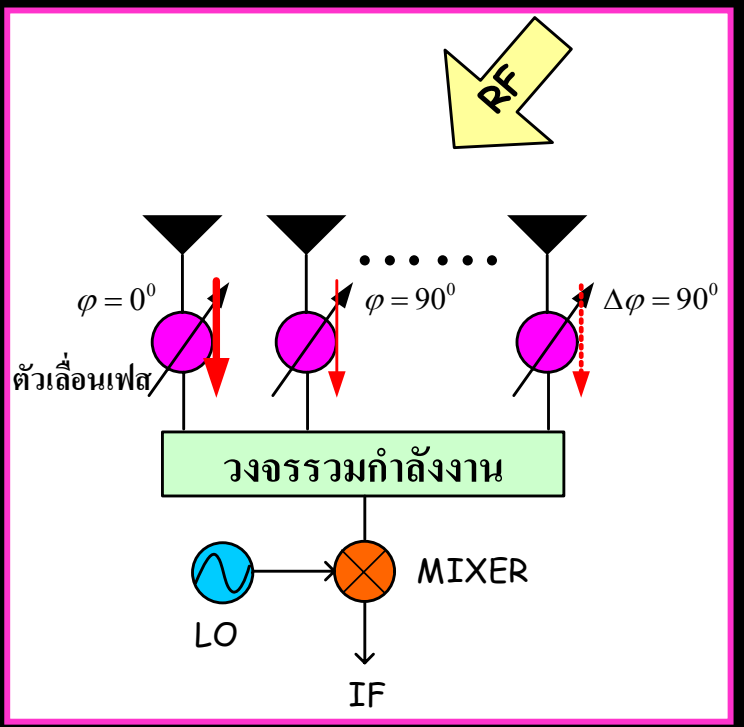

Mobility
2000
2010
2020
High data rate, high mobility, system roaming, and seamless connections to broadband networks
Vehicle
ITS
4G-cellular
Fourth generation
HAPS
31GHz
1Gb/s
GSM
PDC
PHS
IMT-2000
5GHz
500Mb/s
Pedestrian
890-960MHz
200kb/s
Third generation
Fifth generation
1885-2200MHz
50Mb/s
Wireless access
frequency
Data rate
Second generation
Millimeter-wave LAN
Office
Fixed access network
N-ISDN
B-ISDN
Gigabit network
10 kb/s
2 Mb/s
50 Mb/s
156 Mb/s
600 Mb/s
Data rate

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปรียบเทียบค่าการสูญเสียจากการแพร่กระจาย







ปัญหาที่พบคือ

frequency = conduction loss

ระบบการกวาดลำคลื่นโดยทั่วไป

ใช้ตัวเลื่อนเฟสในการปรับลำคลื่น

ระบบการกวาดลำคลื่น

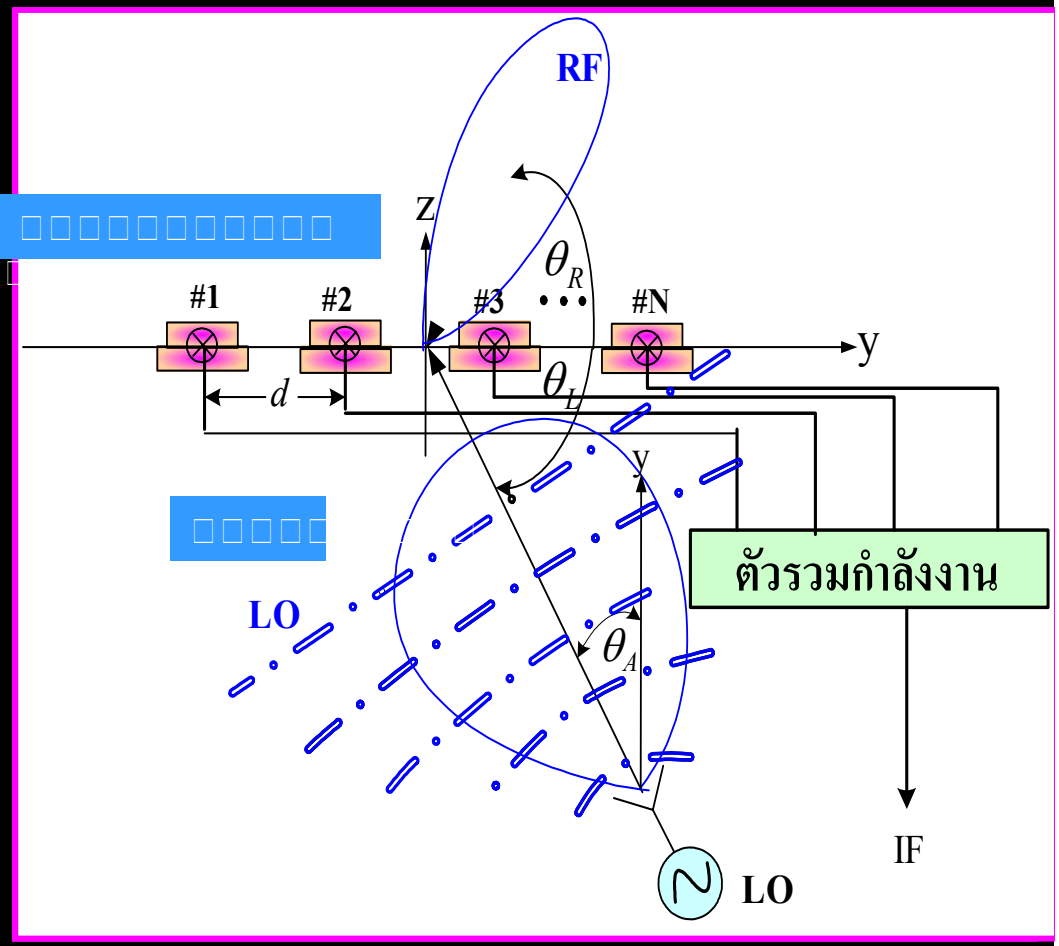
การกวาดลำคลื่นทำได้โดยการเลื่อน
ตำแหน่งของสายอากาศที่ส่ง
สัญญาณความถี่ออสซิลเลเตอร์

นำเสนอโดย

Nishimura, Ishii, and Itoh (1999)

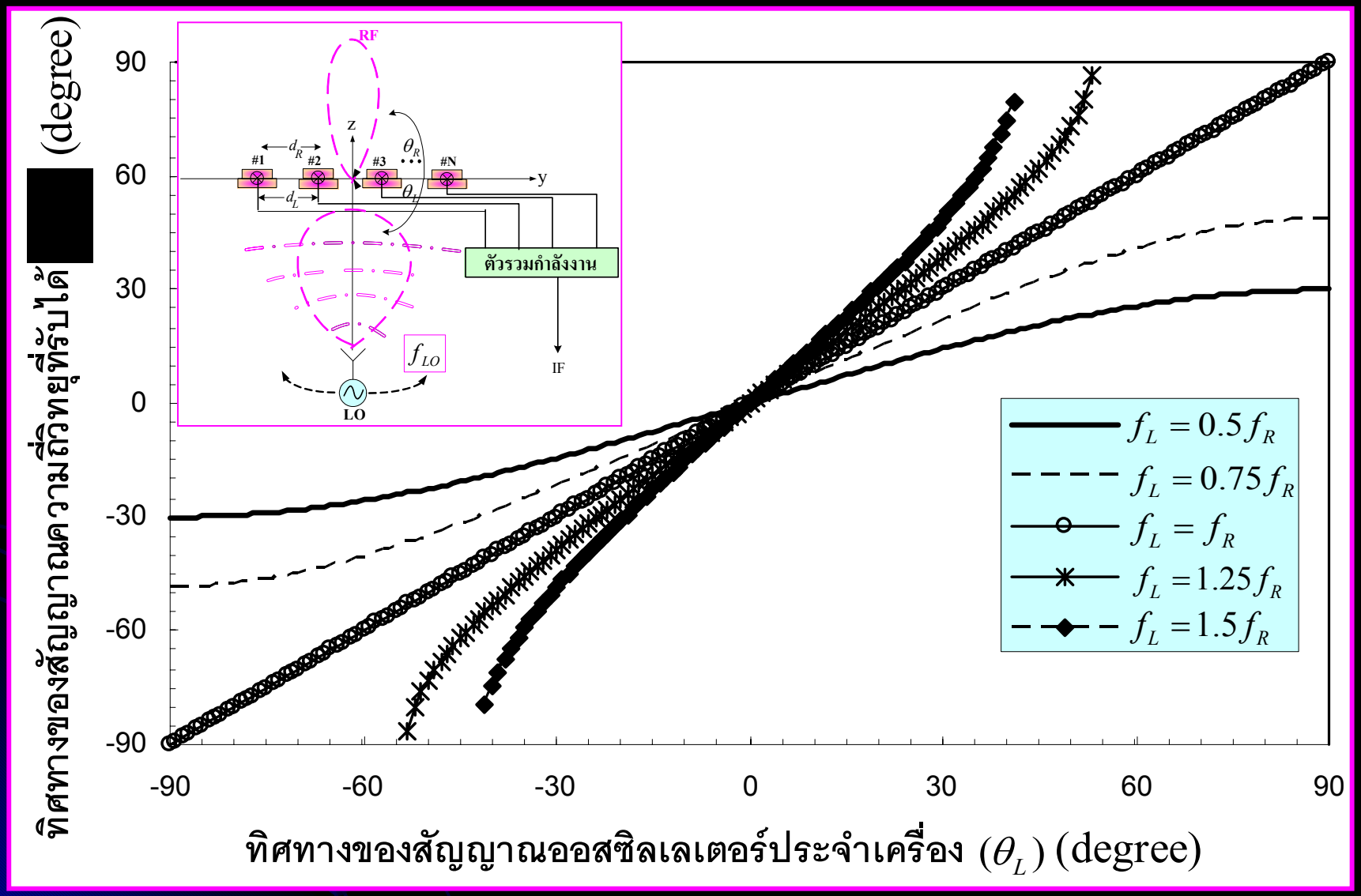
ข้อดี

frequency ↑ = No conduction loss ✗

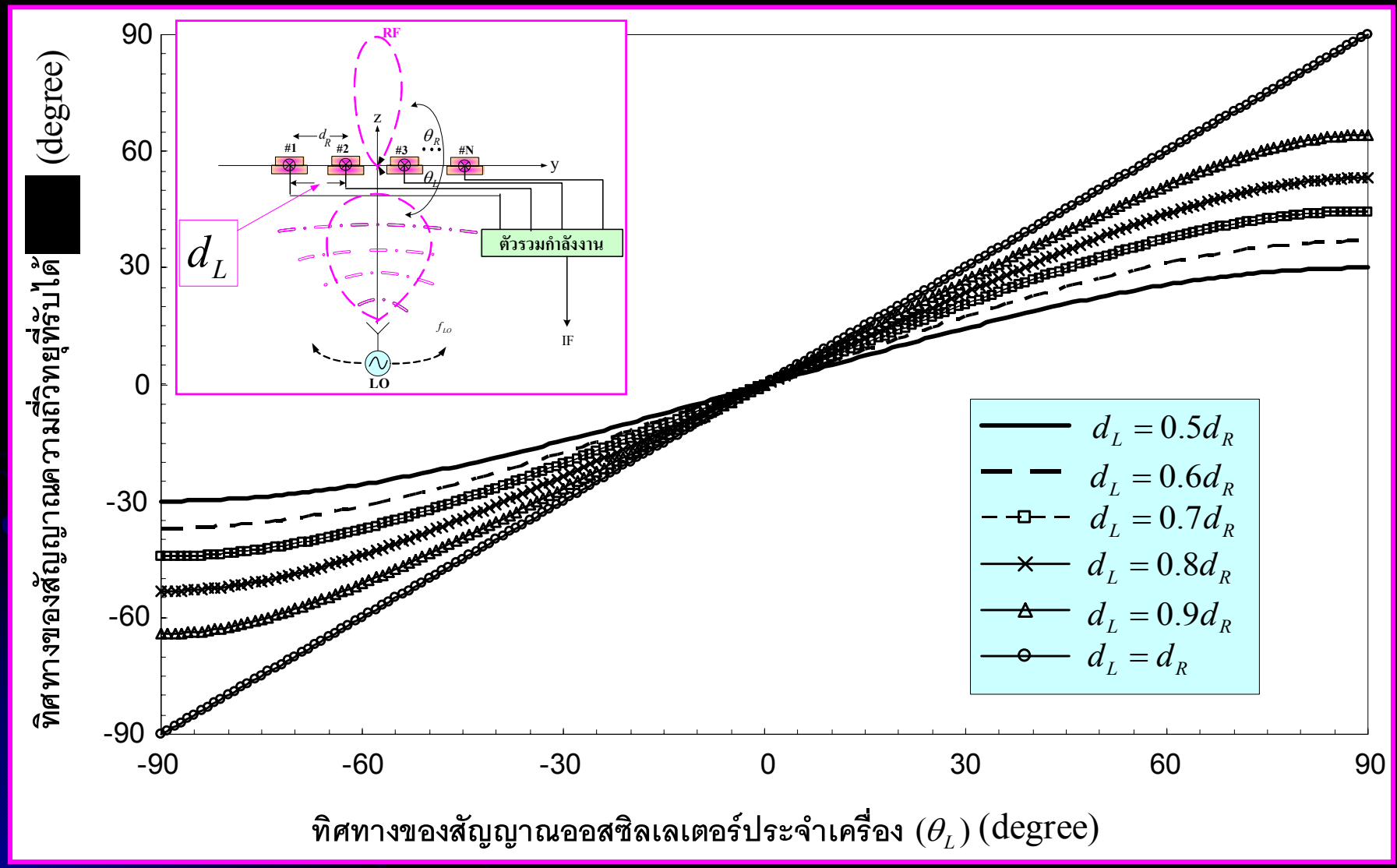


ระบบการกวาดลำคลื่นแบบใหม่โดยใช้แถวลำดับสายอากาศกึ่งแสง

การจำลองและการวิเคราะห์การกวาดลำคลื่นโดยการปรับความถี่



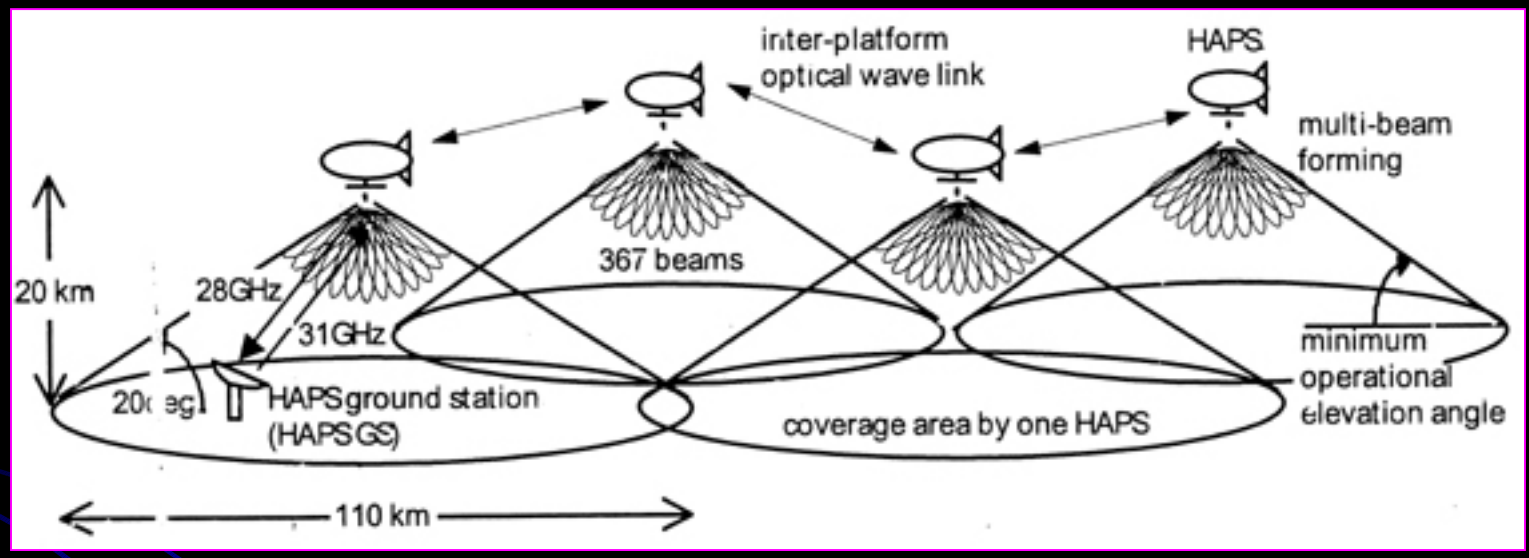
การจำลองและการวิเคราะห์การกวาดลำคลื่นโดยการปรับระยะห่างระหว่างสายอากาศองค์ประกอบ



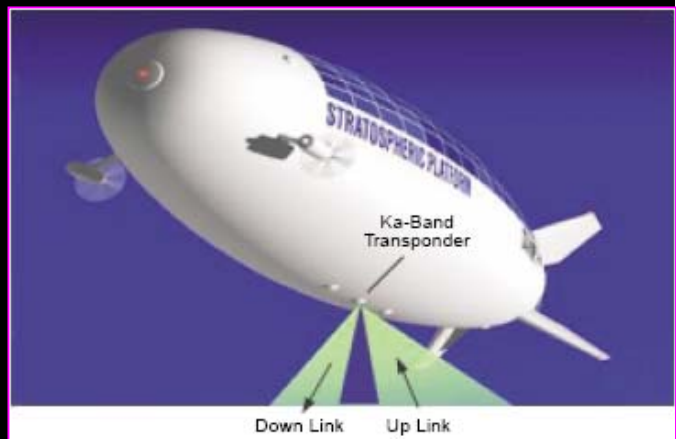
การประยุกต์ใช้งาน

ระบบโครงข่ายการเชื่อมต่อสัญญาณแบบไร้สาย โดยใช้สถานีลอยฟ้า

(High Altitude Platform Stations: HAPS)

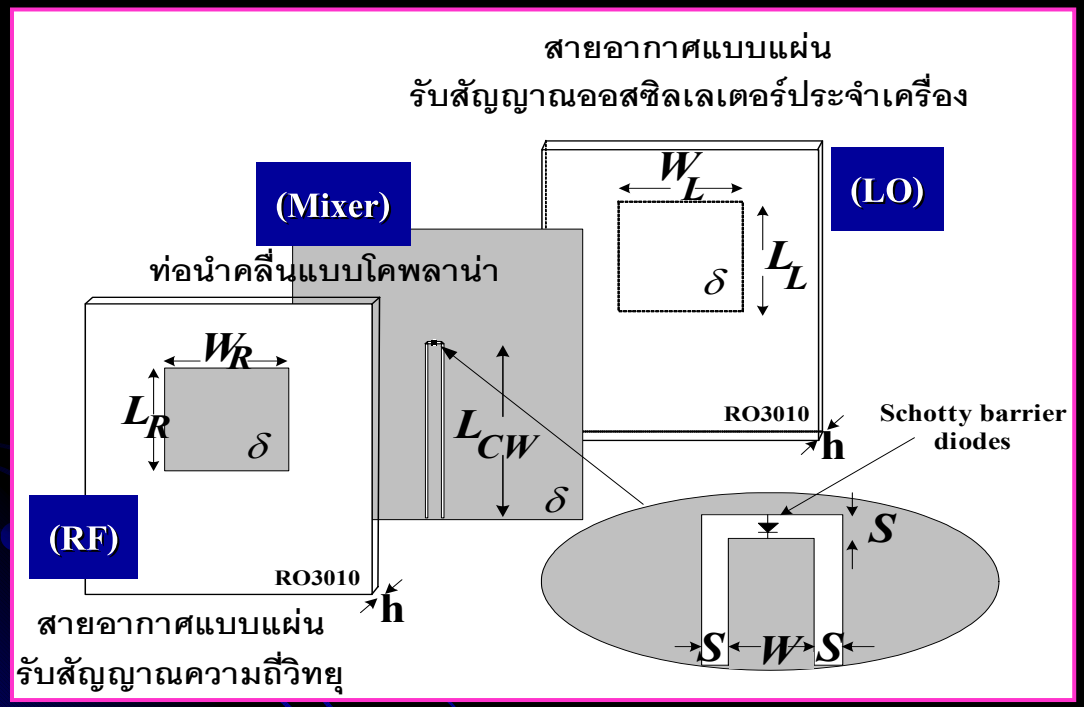


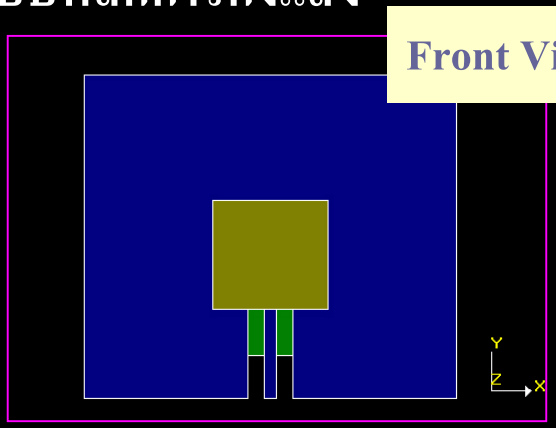
BW= 31 to 31.3GHz
HPBW = 13°
Covering Area = 120°
Antenna Gain>15.7dBi

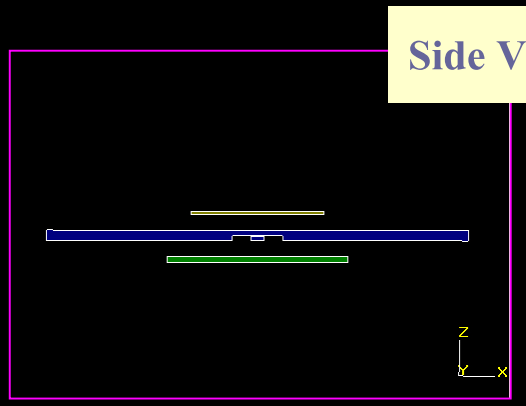


การออกแบบสายอากาศ

การออกแบบสายอากาศแถวลำดับที่มีตัวผสมสัญญาณแบบหลักการกึ่งแสง

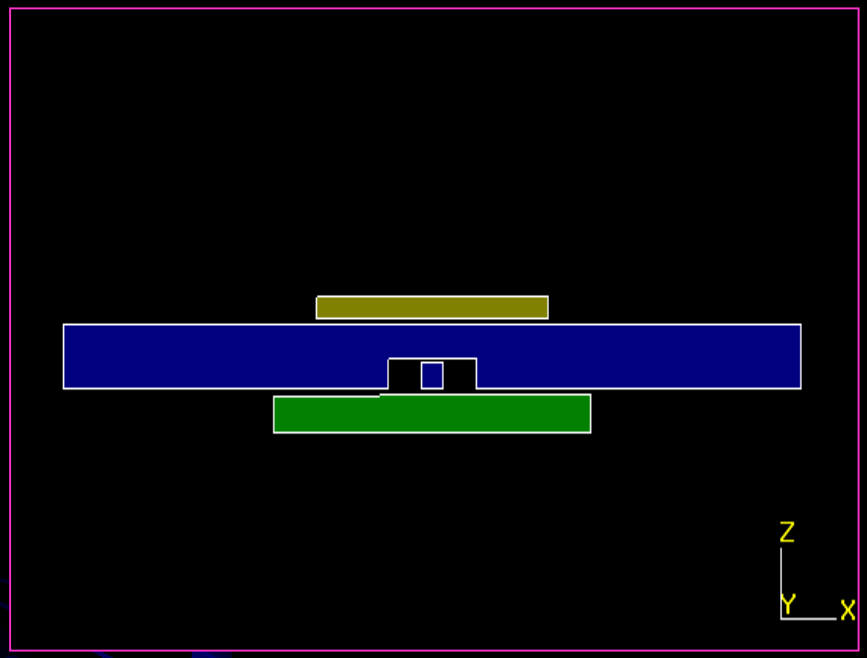




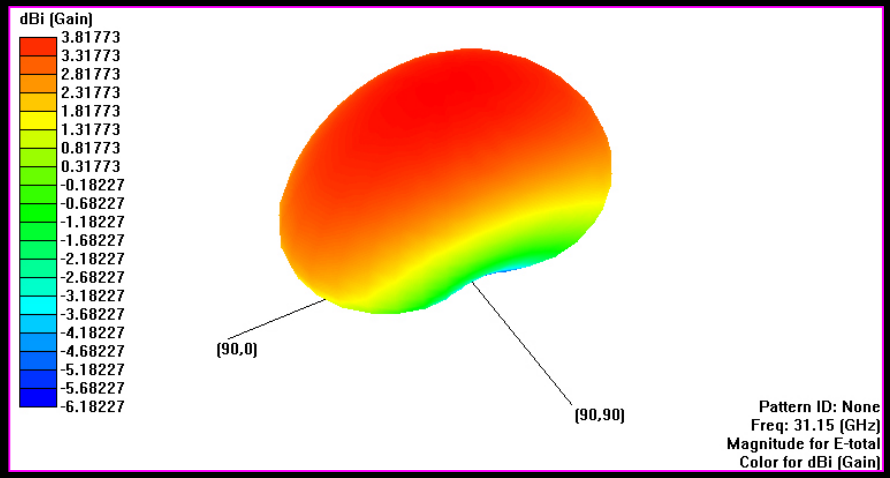


สายอากาศองค์ประกอบต้นแบบ

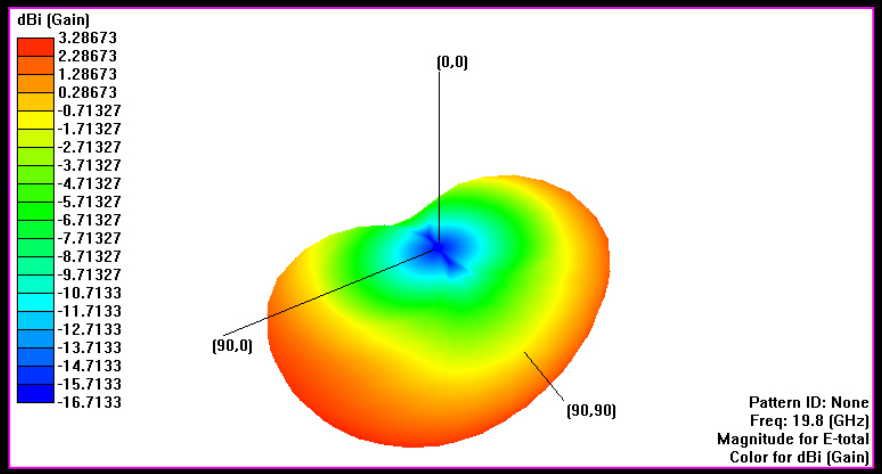
การวิเคราะห์แบบรูปการแผ่กำลังงานของสายอากาศที่มีตัวผสมสัญญาณแบบหลักการกึ่งแสง



โครงสร้างของสายอากาศ

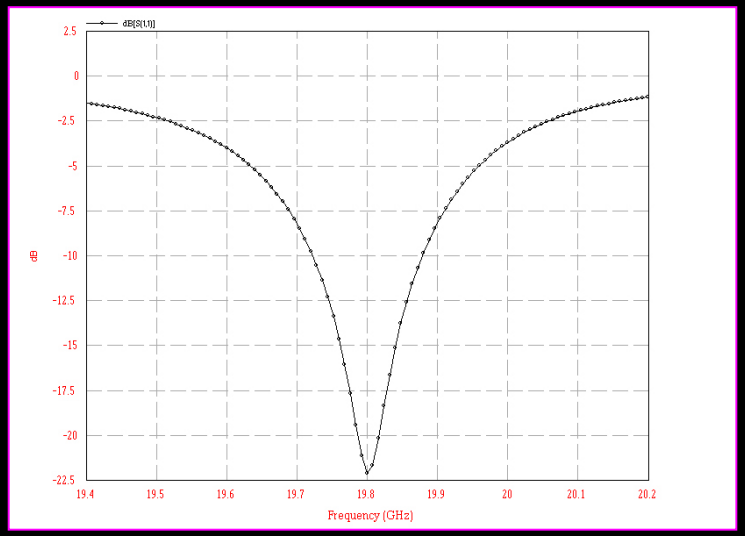


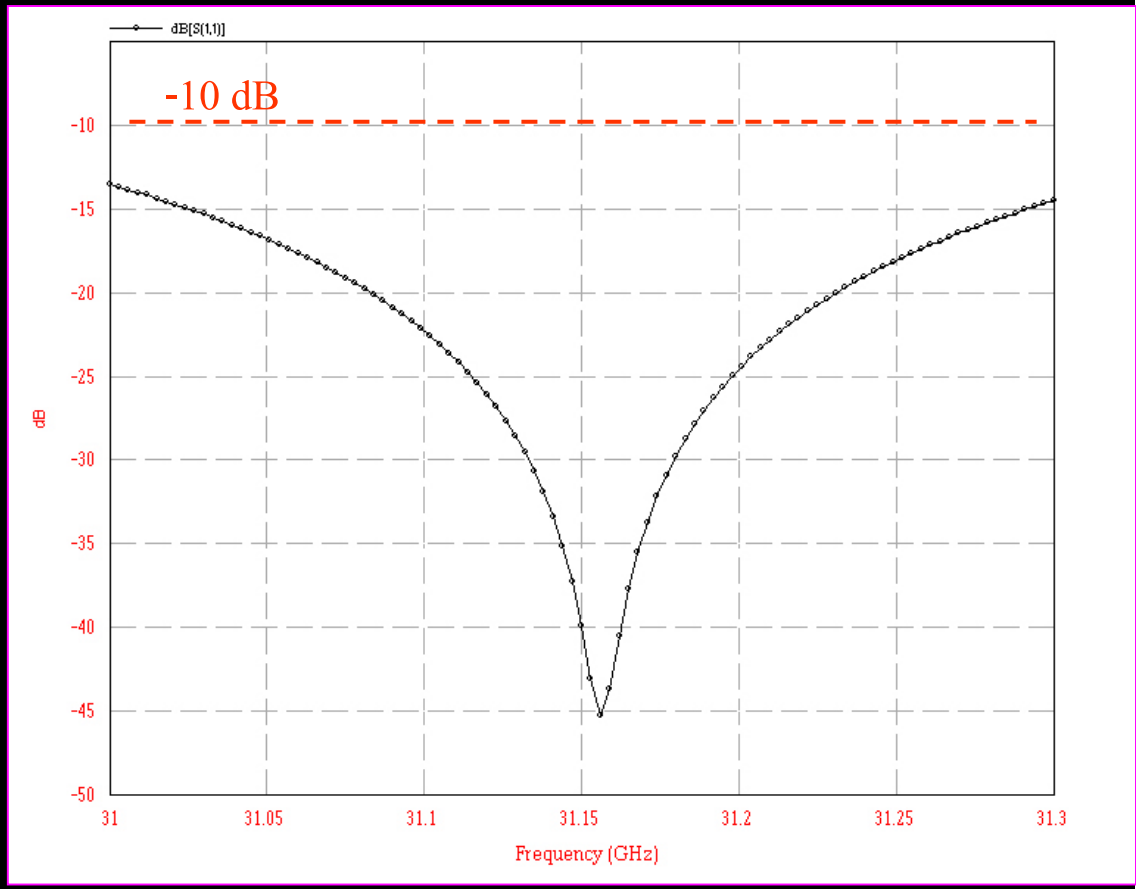
แบบรูปการแผ่กำลังงานที่ความถี่ 31.15GHz



แบบรูปการแผ่กำลังงานที่ความถี่ 19.8GHz

การวิเคราะห์ค่าการสูญเสียย้อนกลับสายอากาศแถวลำดับที่มีตัวผสมสัญญาณแบบหลักการกึ่งแสง





~~ย่านความถี่ใช้งาน (31ถึง31.3GHz)~~

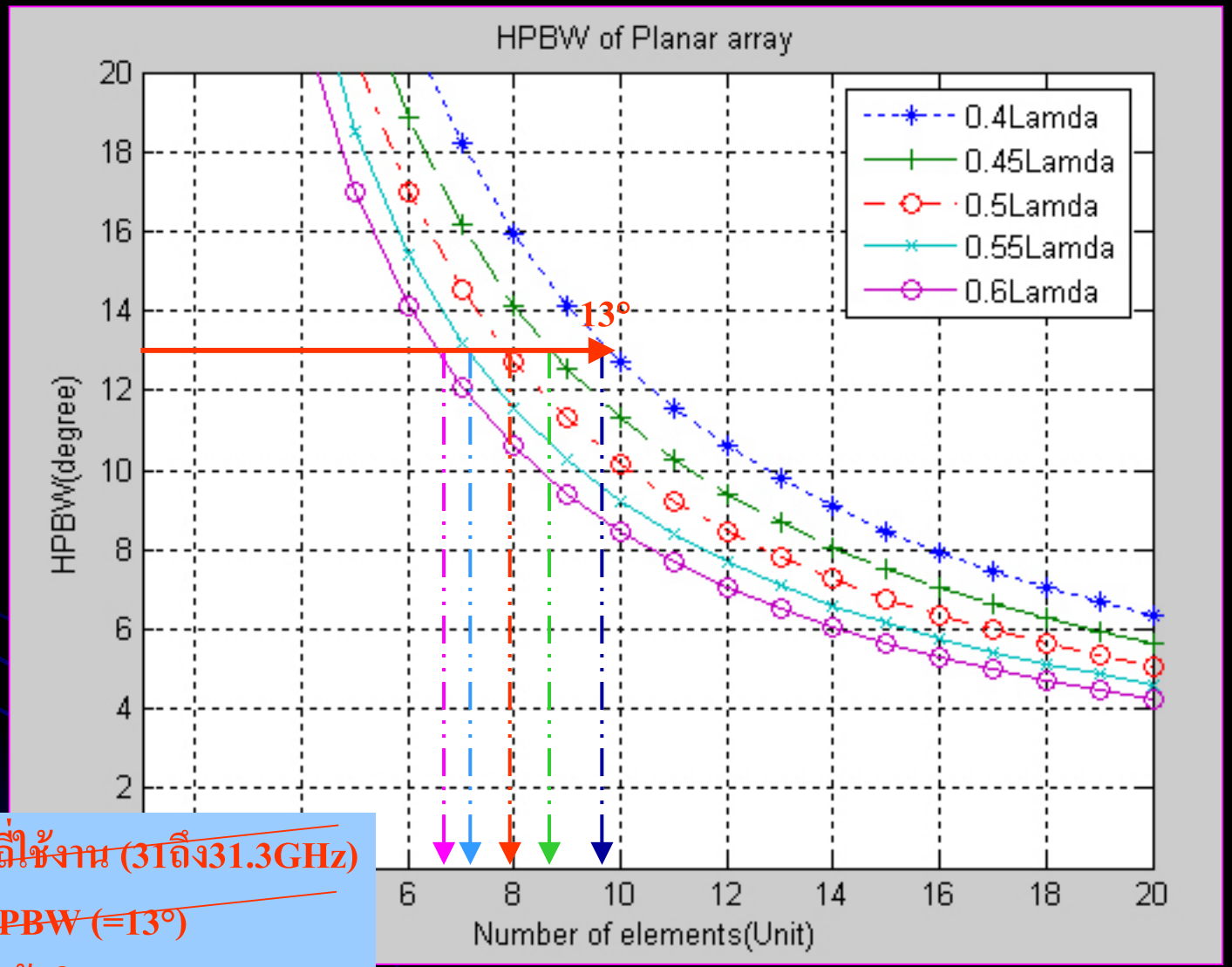
HPBW (=13°)

พื้นที่ให้บริการ(120°)

Gain(>15.7 dBi)

ค่าการสูญเสียย้อนกลับ Return Loss

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ HPBW กับระยะห่างและจำนวนสายอากาศ



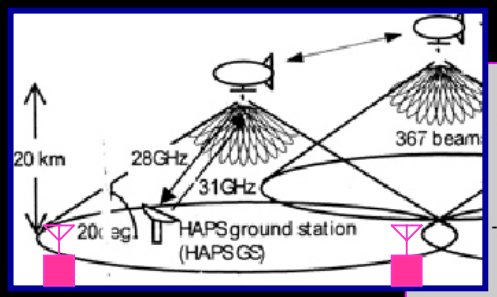
ย่านความถี่ใช้งาน (31ถึง31.3GHz)

HPBW (=13°)

พื้นที่ให้บริการ(120°)

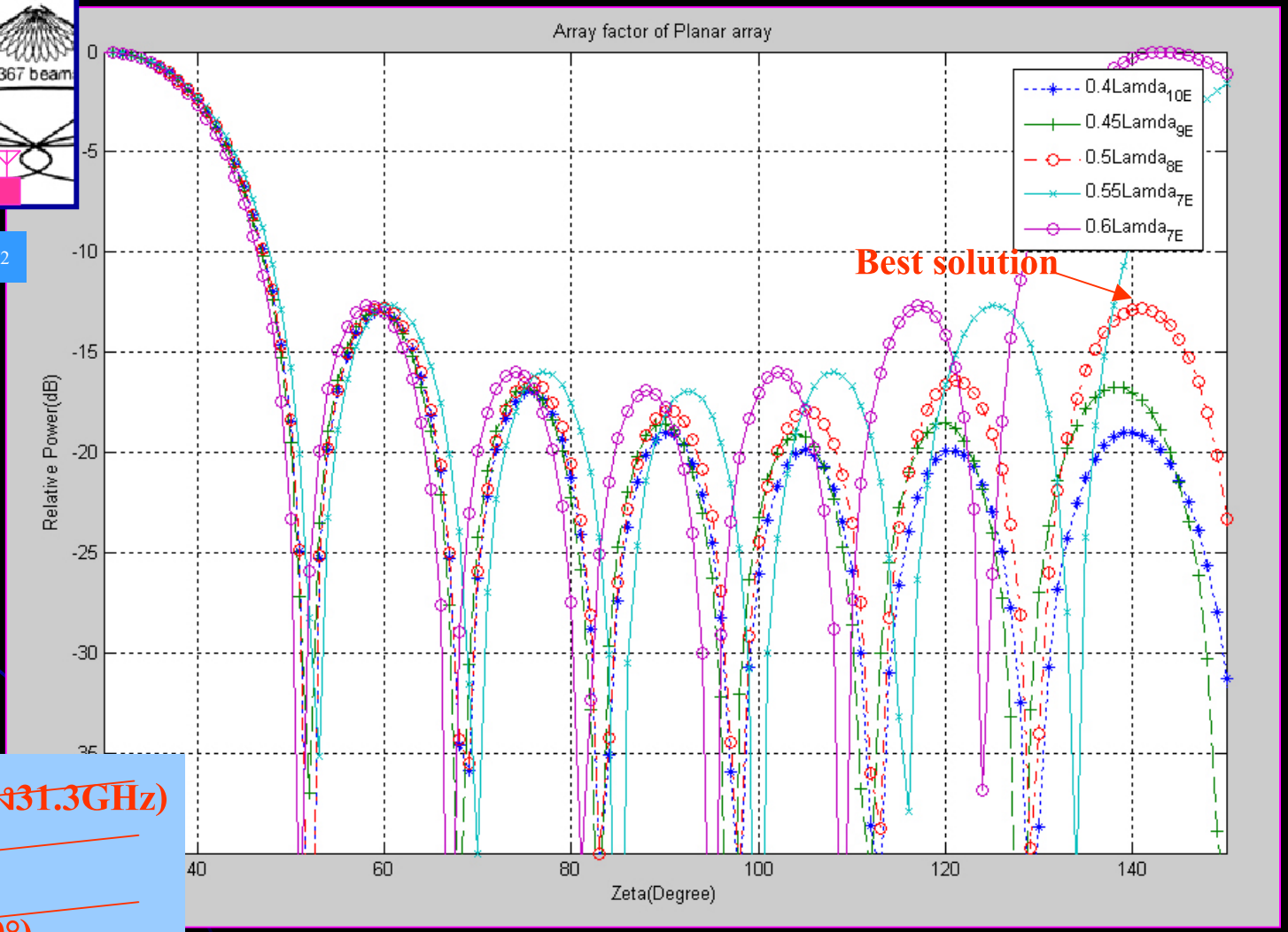
Gain(>15.7 dBi)

ผลการวิเคราะห์แบบรูปการแผ่กำลังงานเมื่อปรับลำคลื่นไปที่ขอบของพื้นที่ให้บริการ



M1

M2



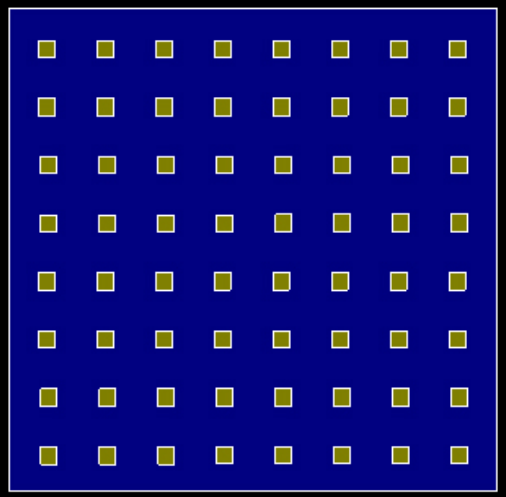
ย่านความถี่ใช้งาน (31ถึง31.3GHz)

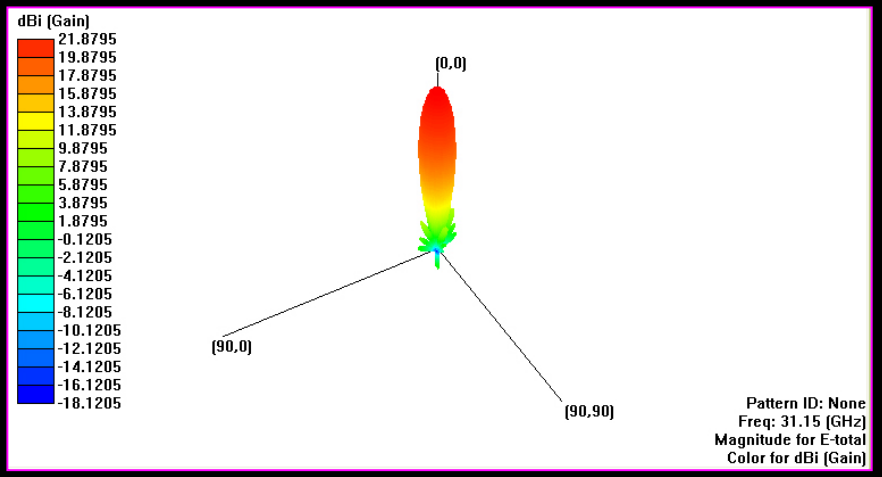
HPBW (=13°)

พื้นที่ให้บริการ(120°)

Gain(>15.7 dBi)

การออกแบบสายอากาศแถวลำดับที่มีตัวผสมสัญญาณแบบหลักการกึ่งแสง





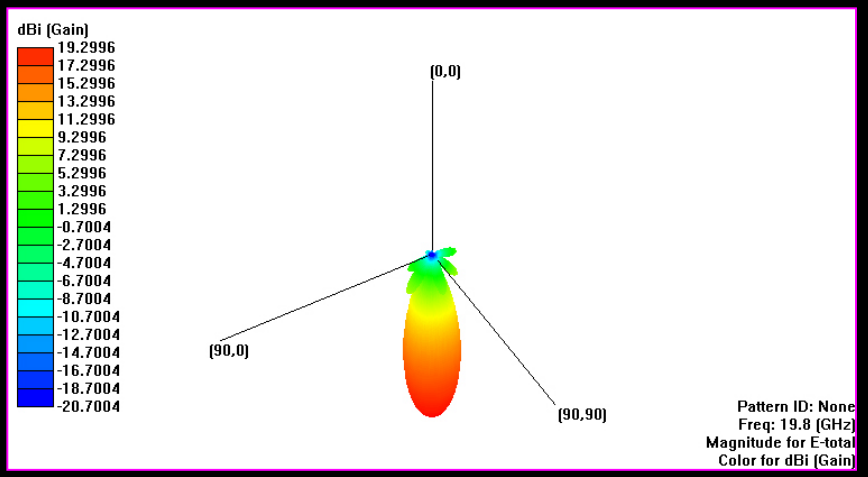
แบบรูปการแผ่กำลังงานที่ 31.15GHz

ระยะห่าง 0.5 Lamda จำนวน 8 ×8 องค์ประกอบ

Dimension

40×40 mm

Side View



แบบรูปการแผ่กำลังงานที่ 19.8GHz

~~ย่านความถี่ใช้งาน (31ถึง31.3GHz)~~

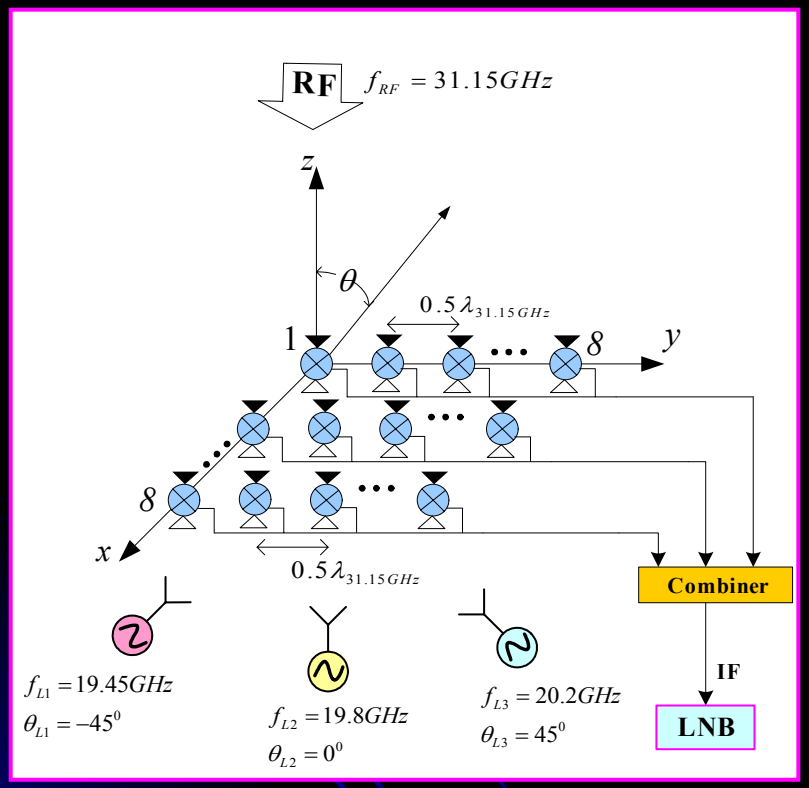
~~HPBW (=13°)~~

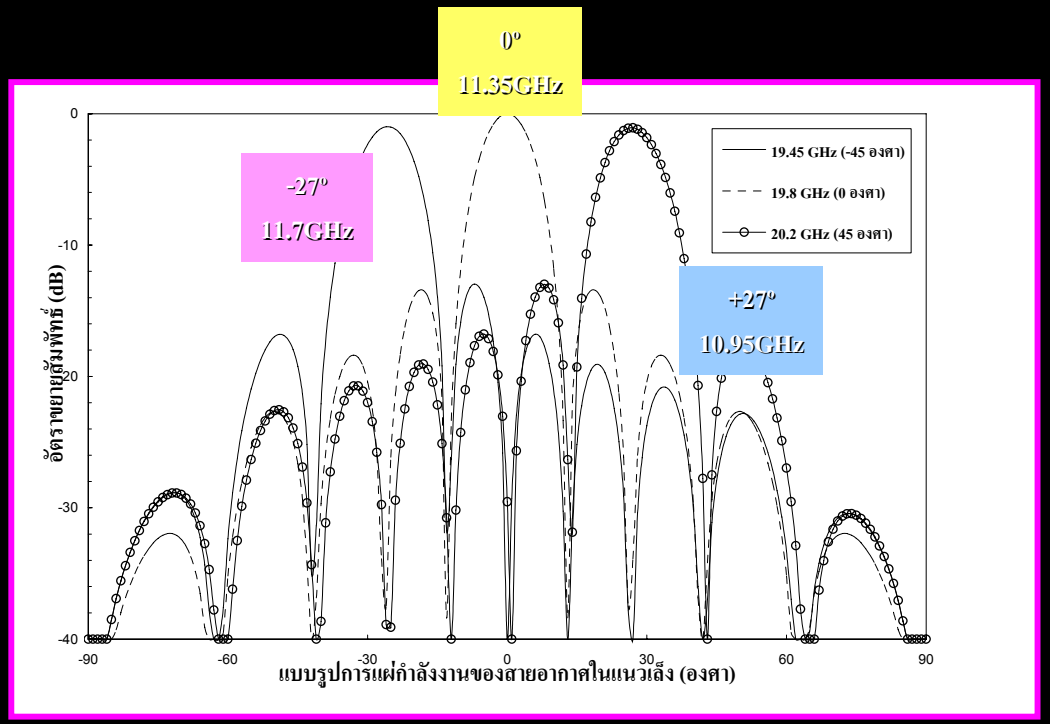
~~พื้นที่ให้บริการ(120°)~~

~~Gain(>15.7 dBi)~~

การวิเคราะห์การทำงานหลายลำคลื่น

การจำลองการทำงานหลายลำคลื่น





<u>กรณีที่ 1</u> กำหนดให้สายอากาศที่ใช้ส่งสัญญาณออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่องวาง ณ ตำแหน่งมุม ทำงานที่ความถี่ 19.45 GHz, ทำงานที่ความถี่ 19.8 GHz และ ทำงานที่ความถี่ 20.2 GHz โดยทั้งหมดทำงานในเวลาเดียวกัน

บทสรุป

- สายอากาศผสมสัญญาณแบบหลักการกึ่งแสงสามารถแก้ปัญหาการทำงานผิดเพี้ยนที่เกิดจากการสูญเสียจากการส่งผ่านของตัวเลื่อนเฟสในระบบการปรับลำคลื่นสายอากาศแถวลำดับปรับเฟสได้

- ทิศทางลำคลื่นของสายอากาศขึ้นอยู่กับความถี่ LO และระยะห่างระหว่างสายอากาศองค์ประกอบซึ่งต้องมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับกับความถี่วิทยุโดยสามารถทำงานได้ถึง $\pm$ 90

- จากผลการวิเคราะห์ได้ค่าที่เหมาะสมคือ
  - ระยะห่างระหว่างสายอากาศเท่ากับ 0.5Lamdaที่ความถี่วิทยุ
  - ใช้สายอากาศทั้งหมด 64 องค์ประกอบ (8x8)

Thank you!