

Transmission Channel

อะไรเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือก

- อยากได้ Net เร็ว / แรง / ถูก / ปลอดภัย / เสถียร
 - หาได้มายยยยย
- คำตอบคือ
- เอาทุกอย่างที่ว่ามันะ ไม่มีในโลกนะจ๊ะ
- แล้วมีแบบไหนบ้างล่ะ ที่จะคุ้มค่าแบบสุดดดด
- คำว่าคุ้มค่านั้นมีหลายแบบนะน้อง
 - คุ้มค่าใช้จ่าย
 - คุ้มความเร็วตามที่ต้องการสม่ำเสมอ
 - คุ้มปรับแต่งระบบได้เอง
 - คุ้มที่ความปลอดภัยควบคุมได้

ความคุ้มค่านั้นช่างเลือกยากเสียจริง ?

- มาดูคัมค่าใช้จ่ายก่อน
- ค่าใช้จ่ายน่าจะขึ้นกับอะไรล่ะ
 - เช่าซื้อบริการรายเดือน / รายปี ?
 - ลงทุนสร้างระบบเครือข่ายเอง ?
- แล้วแบบไหนล่ะ จะคัมค่า
- งั้นมาดูทีละแบบละกัน

ความคัมค่านั้นช่างเลือกยากเสียจริง ?

- ค่าใช้จ่ายเอาแบบ
 - เช่าซื้อบริการรายเดือน / รายปี ก่อนละกัน
- ค่ามีบริการอะไรให้เลือกใช้บ้างละ
 - ก็อยากได้บริการแบบมีสาย (wired) หรือ ไร้สาย (wireless) ดีละ
- มีสายก็ใช่ ไร้สายก็ชอบ แล้วมันจะต่างกันยังไงอะ
- งั้นมาดูทีละแบบละกัน

ความคุ้มค่ามันช่างเลือกยากเสียจริง ?

- ค่าใช้จ่ายเอาแบบ
 - เช่าบริการรายเดือน
 - แบบมีสายระนอง

- เออ แล้วจะเอาสายอะไรดีล่ะ

- เค้าก็มีสาย 3 แบบไง
 - สาย Twisted pair cable (Unshielded: UTP, Shielded: STP)
 - ที่มันพันเป็นเกลียวเป็นคู่ๆ เพื่อลดกระทบของ noise ง่าย มี 4 คู่ 8 เส้นนะ นับอย่าให้ขาด เพื่อช่างโกง 55
 - สาย Coaxial cable อีกอันนึง
 - ที่มันเป็นแท่งกลมๆ มีแกนแท่งทองแดงข้างใน แล้วมีฟรอยด์ทำกับข้าว เอ้ย ฟรอยด์กัน noise หุ้มกัน noise แล้วก็เป็น GND ไปในตัวไง
 - สาย Fiber Optic อันสุดท้าย
 - ที่มันเป็นสายใยแก้วนำแสงไง มีแท่งแก้วตรงกลางเอาไว้ส่งสัญญาณ

ความคุ้มค่ามันช่างเลือกยากเสียจริง ?

Unshielded twisted pair (UTP)



Shielded twisted pair (STP)



RG CABLE



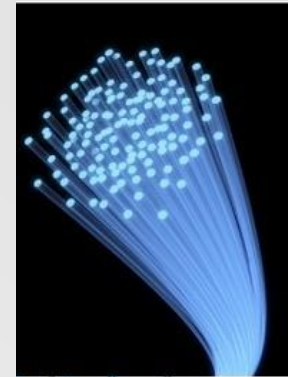
RG-58 C/U

RG-59 B/U

RG-62 A/U

RG-6/U

RG-11/U



Wired Transmission Media

รายละเอียด	Twisted pair	Coaxial	Fiber
Bandwidth เท่าไหร่	~5MHz (100Hz – 5MHz)	~500MHz (100kHz – 500MHz)	150THz (180-330 THz)
บริการรับส่งข้อมูลรายเดือนมีแบบไหนบ้าง	xDSL (ADSL, VDSL, SDSL)	Cable TV, DOCSIS	FTTx
มีใครให้บริการบ้าง	3BB, True, ToT	True	3BB, True, AIS, ToT
เค้าต้องมีอุปกรณ์อะไรบ้าง	1) สาย UTP CAT3 ขึ้นไป ถ้าให้หรุ เดินสายไกล เอา CAT 5e ไปโลด 2) Connector (RJ-45) 3) xDSL Modem	1) สาย Coaxial แบบ thick (เส้นทองแดงใหญ่ พรอยด์หนา) RG 11, 6, 59 แบบ thin (เส้นทองแดงเล็ก พรอยด์บาง) RG58 2) Connector (BNC) 3) Cable Modem	1) สาย Fiber แบบ single mode คุณภาพดีสุดๆ แต่ core เล็กมาก Multimode graded index & stepped index รองลงไป 2) Connector (ST,SC,FC, MT-RJ) 3) FTTx Modem 4) Transceiver (Optional)
ความเร็ว	10Mbps / 512Kbps 50Mbps/ 20Mbps	10Mbps/ 1Mbps 200Mbps/ 15Mbps	30Mbps/ 3Mbps 200Mbps/ 25Mbps
ราคา	ตามความเร็วเลยน้อง เช็คราคาแต่ละเจ้าเอาเลย		
บริการซัอมูบแบบไหนบ้าง	Internet	Internet, Cable TV, Digital TV	Internet, Cable TV, Digital TV

- คราวนี้เอาคุณสมบัติที่ Engineer ควรรู้นะ เวลาไปสัมภาษณ์งานโดนทดสอบ จะได้ไม่อาย

รายละเอียด	Twisted pair	Coaxial	Fiber
Signal Conversion	ADSL: DMT (FDM (Channel Allocation) + QAM Modulation	Cable TV: FDM (Channel Allocation) + QPSK or QAM Modulation)	FTTx: WDM + QPSK or QAM or OFDM
ส่งได้ไกลแค่ไหน	100 m	RG11: 1000m RG6: 400-700m RG59: 200-500m RG58: 185m	Single Mode: 20-100 km Multimode: 200-500m

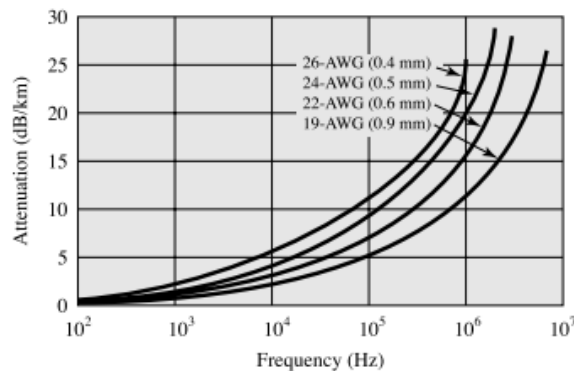
Wired Transmission Media

- คราวนี้เอาคุณสมบัติที่ Engineer ควรรู้นะ เวลาไปสัมภาษณ์งานโดนทดสอบ จะได้ไม่อาย

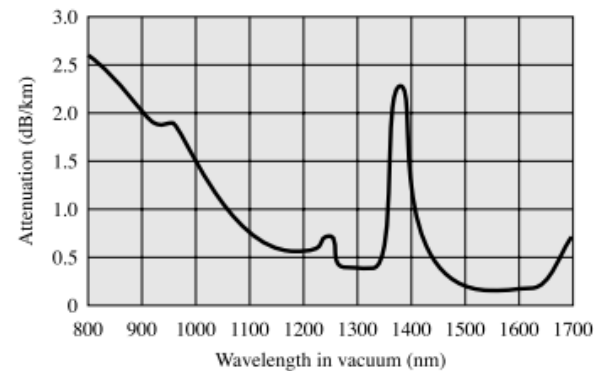
รายละเอียด	Twisted pair	Coaxial	Fiber
Signal Conversion	ADSL: DMT (FDM (Channel Allocation) + QAM Modulation	Cable TV: FDM (Channel Allocation) + QPSK or QAM Modulation)	FTTx: WDM + QPSK or QAM or OFDM
ส่งได้ไกลแค่ไหน	100 m	RG11: 1000m RG6: 400-700m RG59: 200-500m RG58: 185m	Single Mode: 20-100 km Multimode: 200-500m

Wired Transmission Media

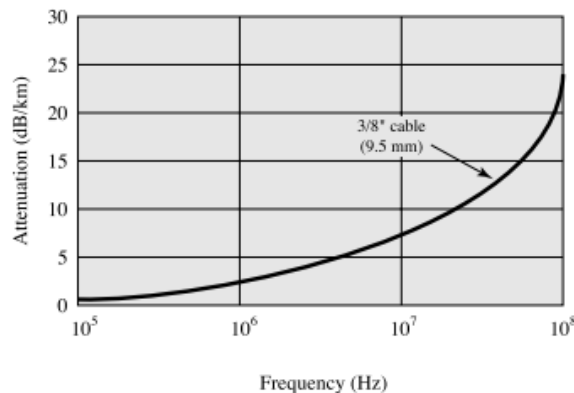
- จะส่งได้ไกลหรือใกล้ ขึ้นกับอะไร
 - หนึ่งในปัจจัยสำคัญคือ **Distortion, Attenuation**



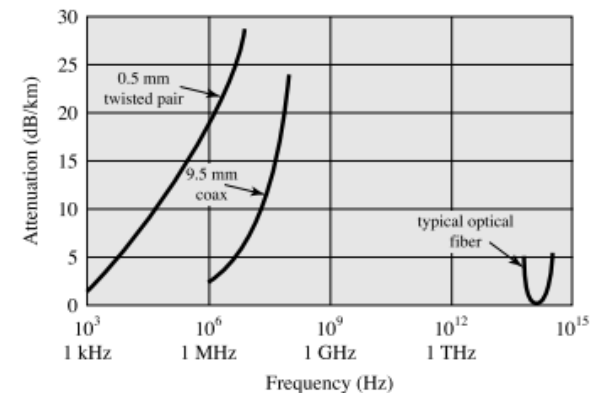
(a) Twisted pair (based on [REEV95])



(c) Optical fiber (based on [FREE02])



(b) Coaxial cable (based on [BELL90])



(d) Composite graph

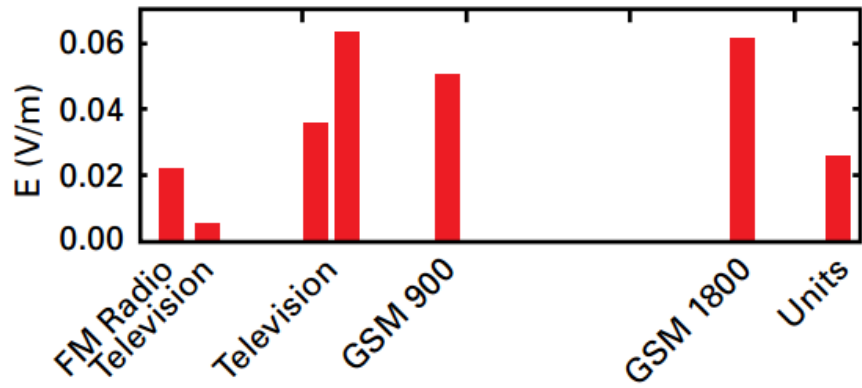
Transmission Distance Limitation

- ค่าใช้จ่ายเอาแบบ
 - ติดตั้งระบบเครือข่ายเองทั้งหมดบ้าง
 - เอาแบบมีสายนะ
- จะออกแบบและจัดสร้างระบบเครือข่ายเอง ต้องทำไง
 - เช็คความเร็วที่ต้องการ
 - ระยะทางในแต่ละจุดติดตั้ง
 - เลือกสายที่ตรงกัน
 - เลือก connector
 - คำนวณราคาอุปกรณ์ ค่าติดตั้ง
 - ดูค่าดูแลระบบเผื่อด้วย ตอนเลือกบริษัทที่มาติดตั้งให้
 - ถ้าคิดว่าเจ๋ง เดินเองเลย ประหยัดกว่าเยอะ
- แล้วถ้าระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ไกลกว่าที่สายจะส่งไหวล่ะ ทำไงดี
 - ก็ต้องเพิ่มตัวขยายสัญญาณ ที่เรียกว่า repeater ไง

ความคุ้มค่ามันช่างเลือกยากเสียจริง ?

- คราวนี้เอาเงื่อนไข wireless บ้างนะ
- ความถี่ใช้ได้ช่วงไหนล่ะ
 - กว้างเป็นทะเลเลย (kHz -> THz)
 - ตั้งแต่คลื่นวิทยุ walkie talkie
 - คลื่นวิทยุ AM-FM
 - Mobile WiFi Bluetooth
 - ไปจนถึง Infrared เลย
- แล้วใครกำหนดล่ะว่าการทำงานแต่ละแบบให้ใช้ที่ความถี่ไหน
 - FCC ไง เรียนไปตอนต้นเทอม ลืมซะแล้ว
 - Federal Communications Commission

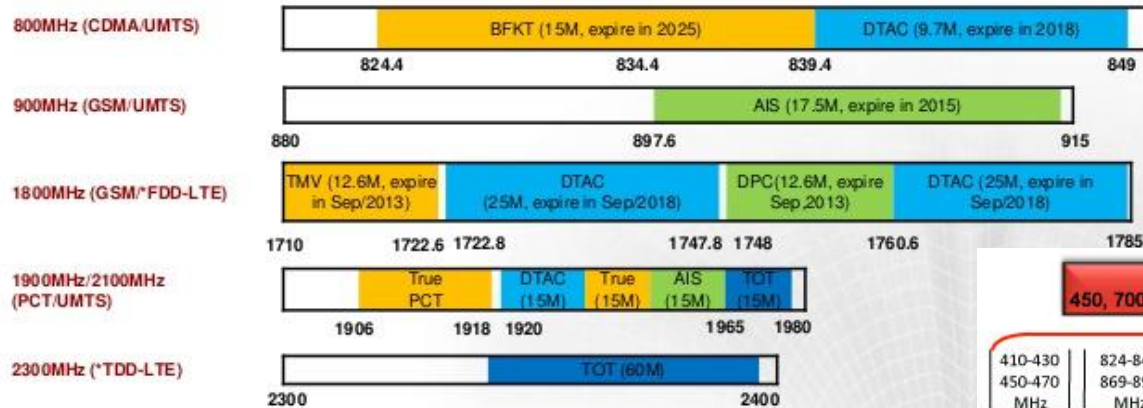
Wireless Channel



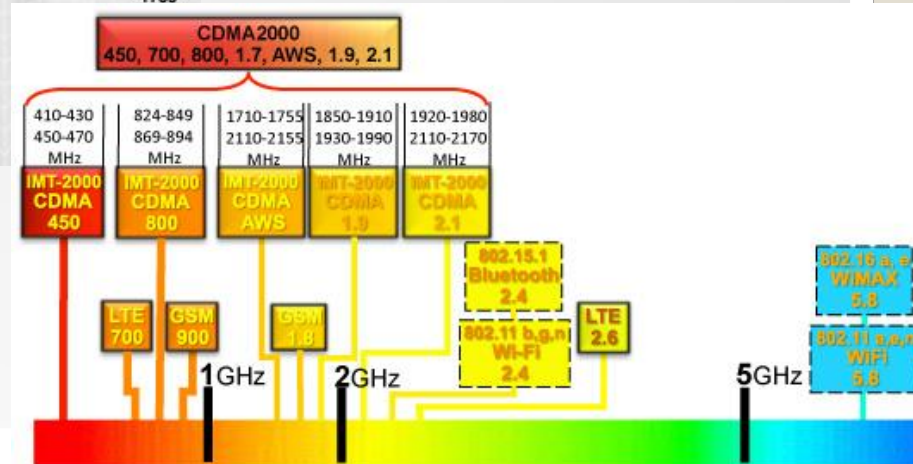
L-band (1.4 – 1.6 GHz)	Mobile Satellite Service (MSS) - Narrowband Voice and Data
S-band (2.2 – 2.6 GHz)	Digital Audio Radio Service (DARS)
C-band (4 - 7 GHz)	Fixed Satellite Service (FSS) - Shared with Terrestrial
X-band (8 - 10 GHz)	FSS - Government Exclusive Use
Ku-band (11.7 – 14.5 GHz)	FSS - Broadband Services, Not Shared with Terrestrial
Ku-band (12.2 – 18.8 GHz)	Broadcasting Satellite Service (BSS) DTH Television
Ka-band (20 - 30 GHz)	FSS - Broadband Services. Not Shared with

Frequency, GHz

Thailand Spectrum Allocation



- Digital TV (UHF)
 - Freq. 470-698MHz
- Infrared
 - 100GHz – 1,000 THz



Frequency Utilization Allocation

- Wireless เนี่ย คำส่งสัญญาณผ่านอะไรล่ะ
 - ก็ออกไปในอากาศไง
- นั่นแหละรู้แล้ว แล้วมันส่งยังไงล่ะ
 - ก็ส่งผ่านเสาอากาศไง เาภาษาอังกฤษบ้างนะ พูดแล้วมันดูดีลใจ
 - Antenna
- แล้วมันมีเสาแบบไหนบ้างล่ะ
 - ก็แบบส่งออกรอบตัว (Omnidirectional Antenna)
 - อีกอันเป็นส่งออกทิศทางเดียว (Unidirectional Antenna)
 - อันนี้ก็มีหน้าตาหลายแบบนะลองดูสิ

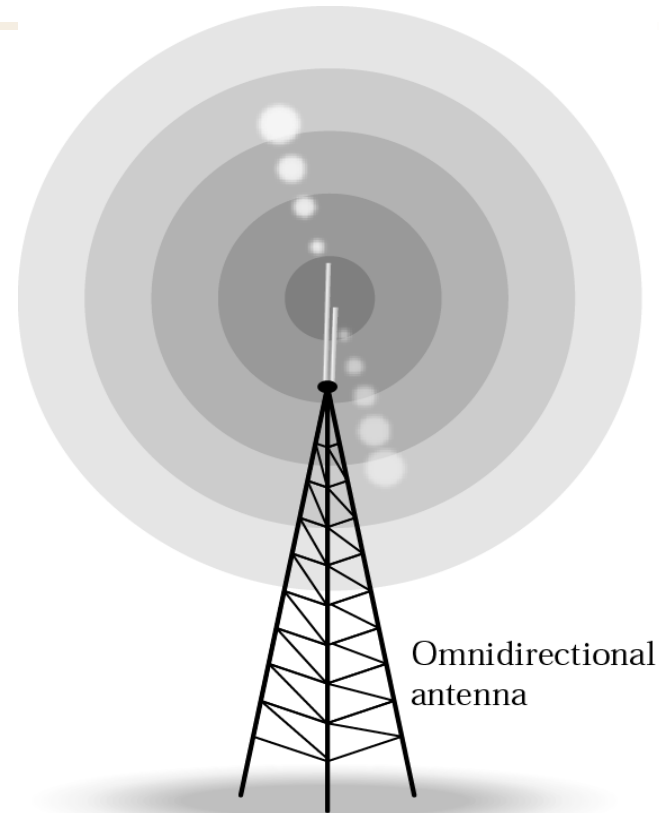
Wireless Channel



Radio & Microwave communication

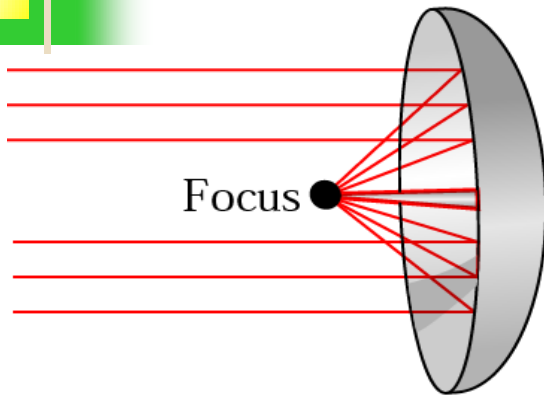
(ANTENNA: Omnidirection vs Unidirection)

Figure 7.20 *Omnidirectional antennas*

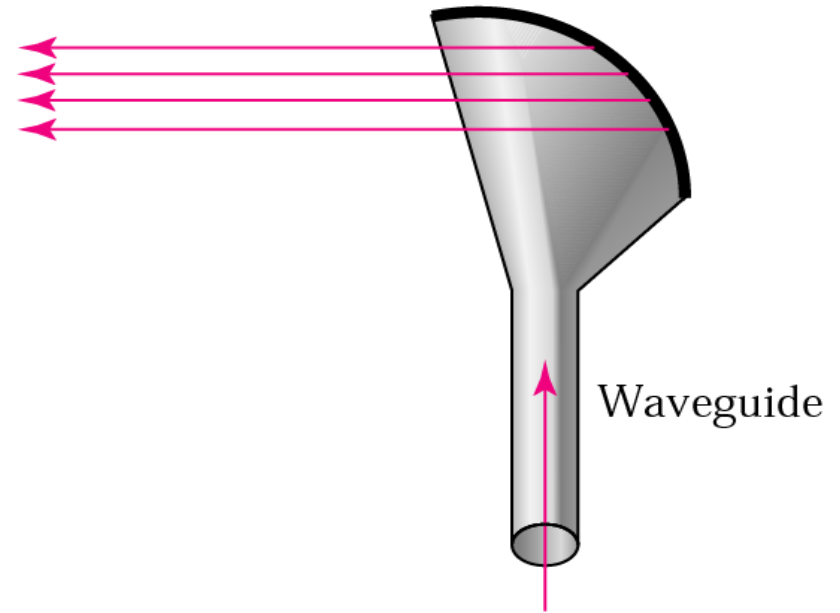


*Radio waves are used for **multicast** communications, such as radio and television, and paging systems.*

Figure 7.21 *Unidirectional antennas*



a. Dish antenna

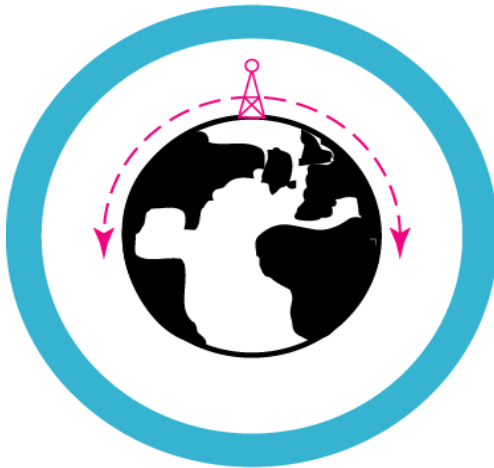


b. Horn antenna

*Microwaves are used for **unicast** communication such as cellular telephones, satellite networks, and wireless LANs.*

สัญญาณที่ส่งเดินทางไปแบบไหนได้บ้างละ

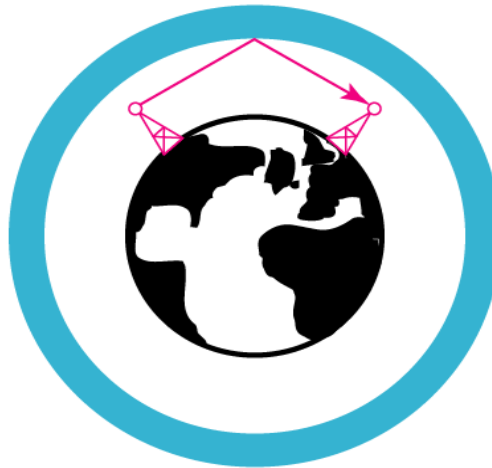
Ionosphere



Ground propagation
(below 2 MHz)

Walkie Talkie

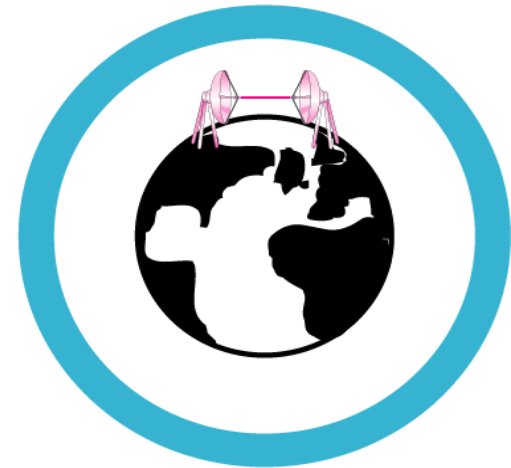
Ionosphere



Sky propagation
(2 - 30 MHz)

AM-FM Radio
VHF TV

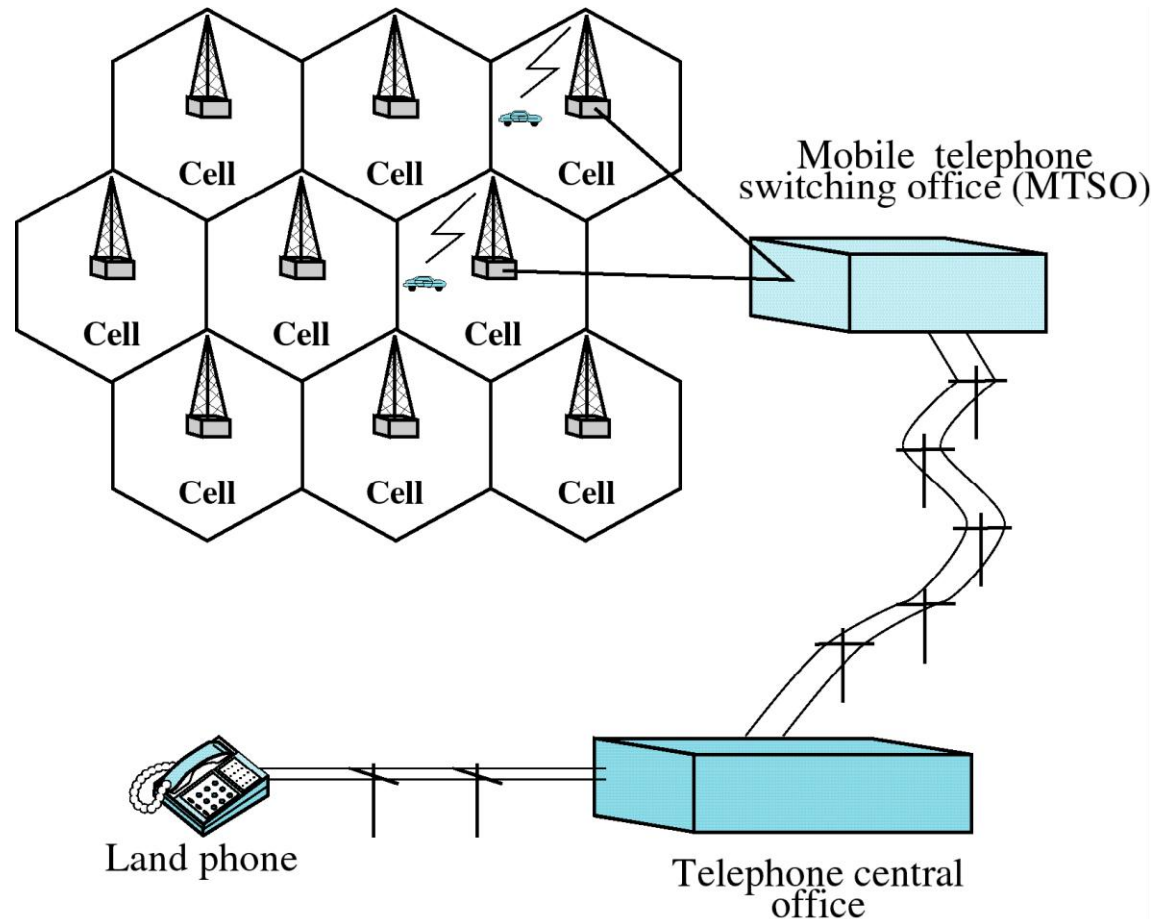
Ionosphere



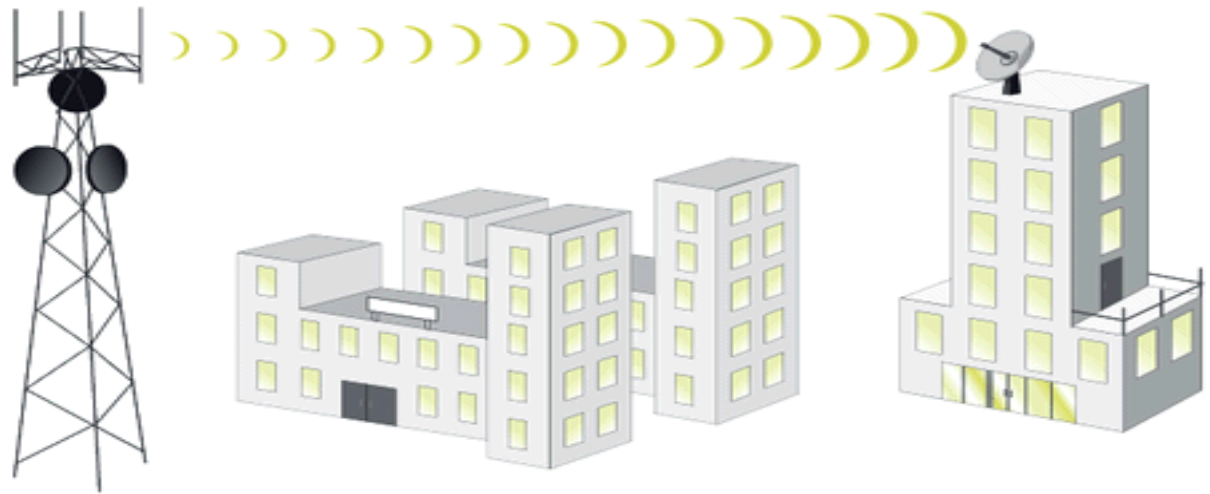
Line-of-sight propagation
(above 30 MHz)

UHF TV
Cellular phone
Satellite
Radar

Cellular System



Often the microwave antennas are on towers and buildings



- Wireless นี้มีบริการแบบไหนบ้างล่ะ
 - 3G/4G
 - WiFi
- รูปแบบการเช่าบริการล่ะ
 - ก็แล้วแต่ package ที่เลือกเลยนะ
 - รายเดือน / ตามปริมาณข้อมูล / จำกัดเวลา
 - ติดตาม package ตามค่ายได้เลย
 - DTAC / AIS / True

Wireless Channel

- ให้ออกแบบและคำนวณค่าใช้จ่ายในการจัดสร้างเครือข่าย
- เงื่อนไขคือ
- เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ 3 แผนก แผนกละ 10 เครื่อง
- ระยะทางระหว่างแผนกที่ 1&2 80m
- ระยะทางระหว่างแผนกที่ 1&3 160 m
- ระยะทางระหว่างแผนกที่ 2&3 180 m
- เงื่อนไขสายส่งสัญญาณที่ใช้
 - 1. ใช้สาย utp
 - 2. ใช้สาย coaxial
 - 3. ใช้สาย fiber

ทดลองออกแบบระบบเครือข่ายแบบเดินสาย และ แบบเช่าบริการ

- สิ่งที่ต้องส่ง
 - 1. ภาพวาดผังและการเชื่อมต่ออุปกรณ์
 - 2. คำอธิบาย topology ที่เลือกต่ออุปกรณ์ พร้อมเหตุผลที่เลือก
 - 3. แสดงตารางรายการอุปกรณ์และค่าบริการใดๆที่ต้องใช้ ราคาต่อชิ้น จำนวนที่ต้องใช้ ราคารวมแต่ละอุปกรณ์ ราคารวมทั้งระบบ แบบเดินสาย
 - 4. คำนวณราคาระบบแบบเช่าบริการ เป็นระยะเวลา 5 ปี

ทดลองออกแบบระบบเครือข่ายแบบเดินสาย และ แบบเช่าบริการ

No	รายการอุปกรณ์	ราคาต่อหน่วย
1	Cisco Router 10/100Mbps 8 ports (RJ-45)	9,600
2	Cisco Router 10/100Mbps 16 ports (RJ-45)	18,000
3	Linksys Switch 8 ports (RJ-45)	4,000
4	Linksys Switch 16 ports (RJ-45)	8,300
5	CAT6 UTP (ราคาต่อเมตร)	8
6	Single mode cable (ราคาต่อเมตร)	35
7	RG59 (ราคาต่อเมตร)	5
8	RJ-45 male connector	10
9	RJ-45 female connector	15
10	SF male connector	90
11	SF female connector	120
12	BNC male connector	18
13	BNC female connector	20
14	Optical Transceiver	3500
15	Optical Router 12 port	29,900
16	RJ-45 / BNC adapter	2800