

# สื่อกลางส่งข้อมูลและ การมัลติเพล็กซ์

---

(Transmission Media  
and Multiplexing)

# ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเร็วและ ระยะทางบนสื่อกลาง

- แบนด์วิดท์ (Bandwidth)

คือย่านความถี่ของช่องสัญญาณ หากมีช่องสัญญาณ  
ขนาดใหญ่ การจราจรก็จะคล่องตัวมากขึ้น ย่อมส่งผล  
ให้ภายในหนึ่งหน่วยเวลา สามารถเคลื่อนย้ายปริมาณ  
ข้อมูลได้จำนวนมากขึ้น

# ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเร็วและ ระยะทางบนสื่อกลาง

- ความสูญเสียต่อการส่งผ่าน (Transmission Impairments)

หมายถึง การอ่อนตัวของสัญญาณ ซึ่งการอ่อนตัวของสัญญาณจะเกี่ยวข้องกับระยะทางในการส่งผ่านข้อมูล

- การรบกวนของสัญญาณ (Interference)

การถูกรบกวนของสัญญาณที่คาบเกี่ยวกันในย่านความถี่ อาจส่งผลให้เกิดการบิดเบือนของสัญญาณได้

# ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเร็วและ ระยะทางบนสื่อกลาง

- จำนวนโหนดที่เชื่อมต่อ (Number of Receivers)

สื่อกลางส่งข้อมูลแบบใช้สาย สามารถนำมาเชื่อมต่อ  
เครือข่ายในรูปแบบจุดต่อจุด หรือแบบหลายจุดเพื่อ  
แชร์ใช้งาน

# สื่อกลาง ( Media )

หมายถึง สื่อกลางหรือตัวกลางที่ทำหน้าที่ส่งผ่าน  
ของข้อมูลข่าวสารจากฝั่งผู้ส่งไปยังผู้รับ

# ประเภทของสื่อนำสัญญาณ

สามารถแบ่งสื่อกลางได้เป็น 2 ประเภท  
คือ

1. สื่อกลางประเภทเหนี่ยวนำ (**Guided media**)  
หรือระบบใช้สาย (**Wired System**)
2. สื่อกลางที่กำหนดเส้นทางไม่ได้ (**Unaided media**) หรือระบบไร้สาย (**Wireless System**)

# สื่อกลางประเภทเหนี่ยวนำ (Guided media) หรือระบบใช้สาย (Wired System)

## สายคู่บิดเกลียว (Twisted-Pair Cable)

- เป็นสายที่มีราคาถูกที่สุด
- ประกอบด้วยสายทองแดงขนาดบาง (1 มิลลิเมตร)
- มีฉนวนหุ้ม 2 เส้น นำมาพันกันเป็นเกลียว
- ใช้กันแพร่หลายในระบบโทรศัพท์

# สายคู่บิดเกลียว มี 2 ประเภท คือ

## 1. สายคู่บิดเกลียวแบบไม่มีสิ่งห่อหุ้ม (Unshielded Twisted Pair – UTP)



- ใช้เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์สื่อสาร
- มีความยาวไม่เกิน 100 เมตร
- มีจำนวนสายบิดเกลียวภายใน 4 คู่

## 2. สายคู่บิดเกลียวแบบมีสิ่งห่อหุ้ม (Shielded Twisted Pair – STP)



- มีการนำสายคู่พันเกลียวมารวมอยู่
- มีการเพิ่มฉนวนป้องกันสัญญาณรบกวน
- ป้องกันสัญญาณรบกวนต่างๆ
- ใช้ในระยะทางไกลกว่าสาย UTP

# มาตรฐานสายคู่บิดเกลียว

- สมาคม EIA และ สมาคม TIA : Telecommunication Industries เป็นผู้ร่วมตั้งมาตรฐานสาย UTP นี้ขึ้นมา จนกระทั่งปี ค.ศ. 1991 ทาง ANSI ก็ได้เข้าร่วมรับรองมาตรฐานนี้ด้วย โดยใช้ชื่อว่า ANSI/TIA/EIA 568 ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวจะช่วยสร้างความมั่นใจด้านประสิทธิภาพแก่ผลิตภัณฑ์สายสัญญาณรุ่นต่างๆ มาตรฐาน ANSI/TIA/EIA 568 ในปัจจุบันได้ผนวกประเภทของสาย UTP ไว้ 7 ประเภทด้วยกัน โดยใช้คำว่า CAT แล้วตามด้วยหมายเลขที่แสดงถึงระดับคุณภาพของสาย

# มาตรฐานสายคู่บิดเกลียว

## ■ CAT 1

เป็นสาย **UTP** มาตรฐานที่นำมาใช้กับระบบโทรศัพท์ ได้รับการออกแบบมาเพื่อนำส่งข้อมูลเสียงหรือข้อมูลดิจิทัลด้วยความเร็วต่ำ

## ■ CAT 2

เป็นสาย **UTP** ที่มักนำมาใช้กับวงจรโทรศัพท์ ภายในมีสายสัญญาณจำนวน 4 คู่ แต่มีคุณภาพดีกว่าสาย **CAT1**

## ■ CAT 3

ภายในจะมีสายสัญญาณจำนวน 4 คู่ สายแต่ละคู่จะต้องนำมาบิดเกลียวอย่างน้อย 3 รอบต่อ 1 ฟุต รองรับความเร็วในการส่งข้อมูลที่ **10 Mbps**

# มาตรฐานสายคู่บิดเกลียว

- CAT 4

ภายในจะมีสายสัญญาณจำนวน 4 คู่ รองรับความเร็วสูงสุดที่ 20 Mbps

- CAT 5

ภายในจะมีสายสัญญาณจำนวน 4 คู่ รองรับความเร็วได้สูงถึง 100 Mbps

- CAT 5e

สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนแบบครอสทอล์กได้เป็นอย่างดี รองรับความเร็วสูงสุดที่ 100 Mbps หรือสูงกว่า

- CAT 6

รองรับอัตราความเร็วที่ 250 MHz

# มาตรฐานสายคู่บิดเกลียว

- CAT 6e

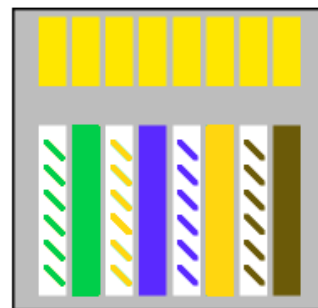
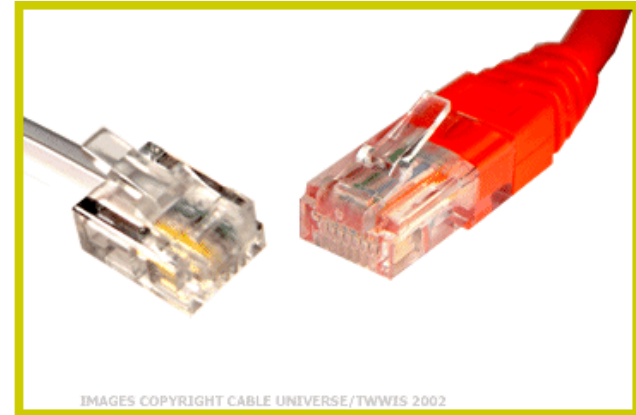
รองรับอัตราความเร็วที่ 550 MHz

- CAT 7

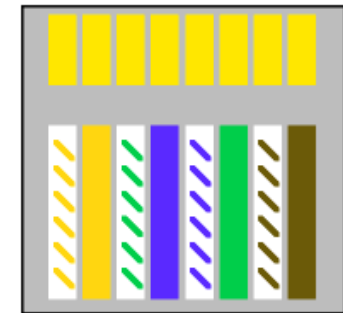
รองรับความเร็วสูงสุดที่ 1 GHz

# หัวเชื่อมต่อสายคู่บิดเกลียว

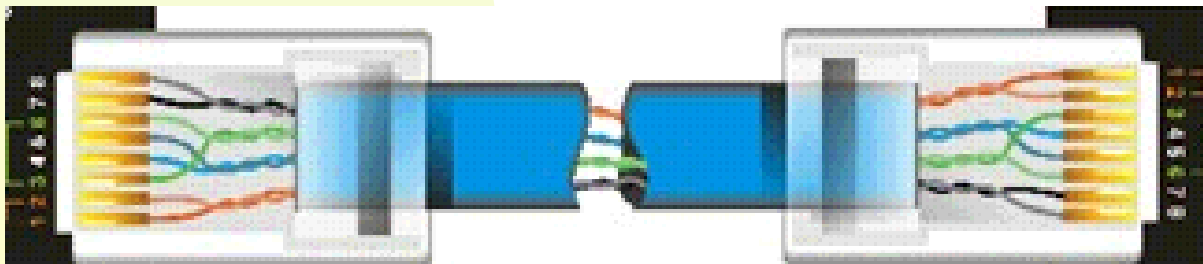
- ที่ปลายสาย UTP ใช้หัวเชื่อมต่อแบบ RJ-45 คล้ายหัวเชื่อมต่อโทรศัพท์ RJ-11 แต่ RJ-45 มีขนาดใหญ่กว่า



**EIA/TIA 568A**

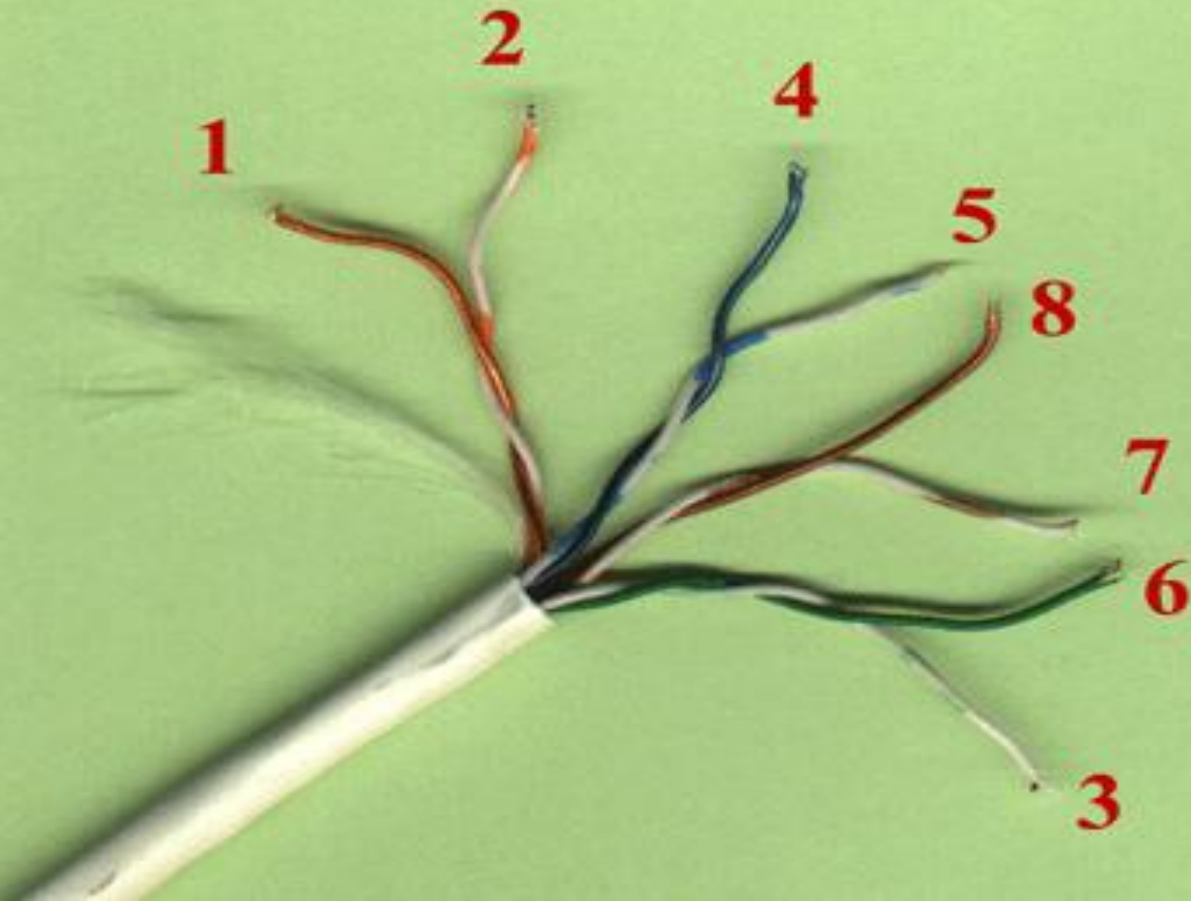


**EIA/TIA 568B**



# สายเคเบิลคู่แบบไม่มีชีลด์ (Unshielded Twisted Pair)

สาย UTP CAT-5



# สายเกลียวคู่แบบไม่มีชีลด์ (Unshielded Twisted Pair)

## การกำหนดหน้าที่ของสายย่อยภายในสายแบบ UTP

หมายเลขสาย	หน้าที่ของสายสัญญาณ
1	Output Transmit Data +
2	Output Transmit Data -
3	Input Receive Data +
6	Input Receive Data -
4, 5, 7, 8	Reserved for other use

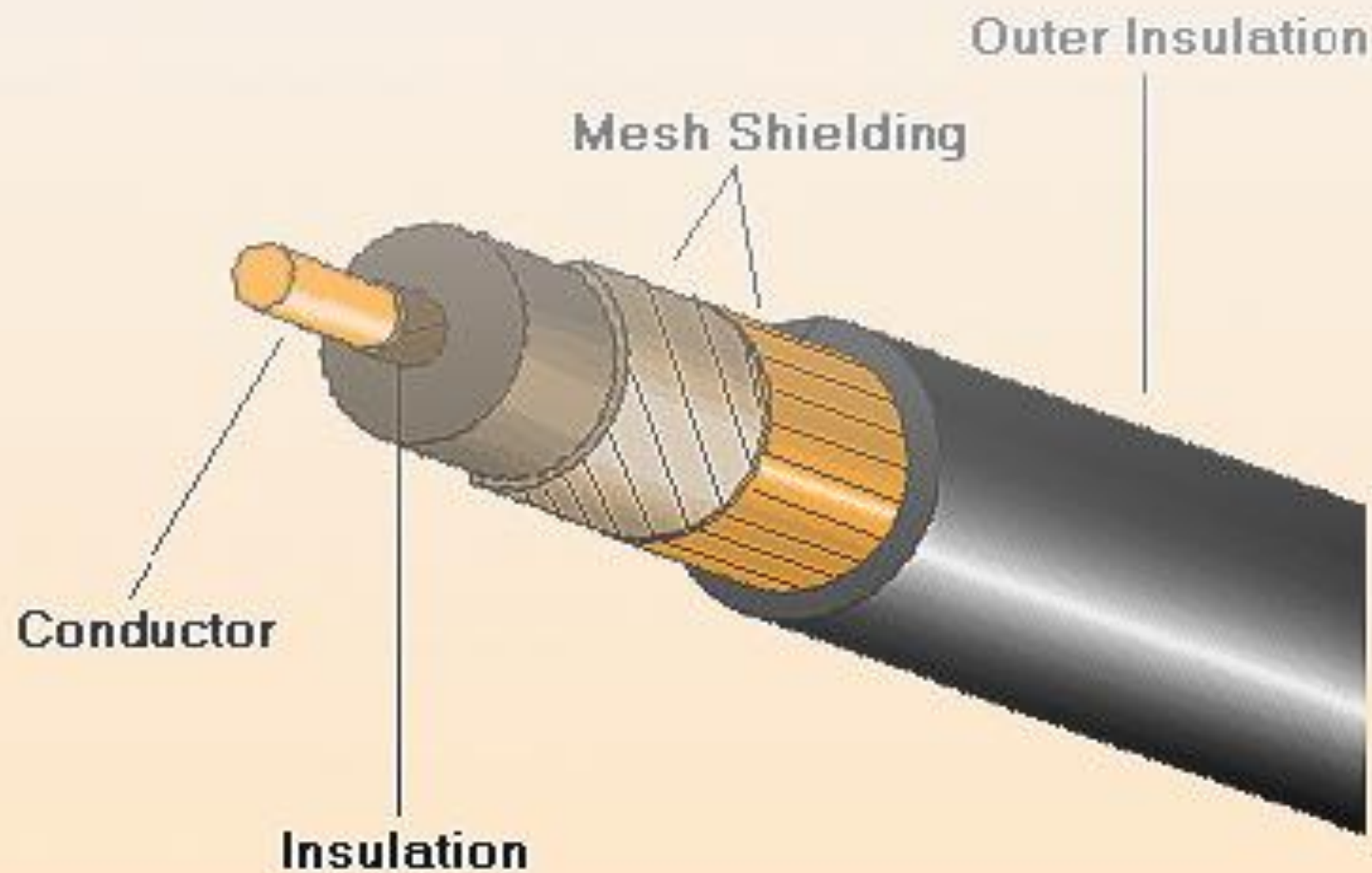
## สาย UTP แบบต่อกับ Hub

Comp	สาย	HUB
White/Orange	1	White/Orange
Orange	2	Orange
White/Green	3	White/Green
Blue	4	Blue
White/Blue	5	White/Blue
Green	6	Green
White/Brown	7	White/Brown
Brown	8	Brown

# สาย UTP แบบต่อระหว่างคอมพิวเตอร์สองเครื่อง

Computer 1	สายที่	Computer 2
White/Orange	1	White/Green
Orange	2	Green
White/Green	3	White/Orange
Blue	4	Blue
White/Blue	5	White/Blue
Green	6	Orange
White/Brown	7	White/Brown
Brown	8	Brown

# Coaxial Cable



# สายโคแอกเซียล ( Coaxial Cable)

- เป็นสายชนิดที่หุ้มส่วนของตัวนำไว้
- มีภูมิต้านทานต่อสัญญาณรบกวน
- เหมาะที่จะใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม  
ที่มีสัญญาณรบกวนมาก

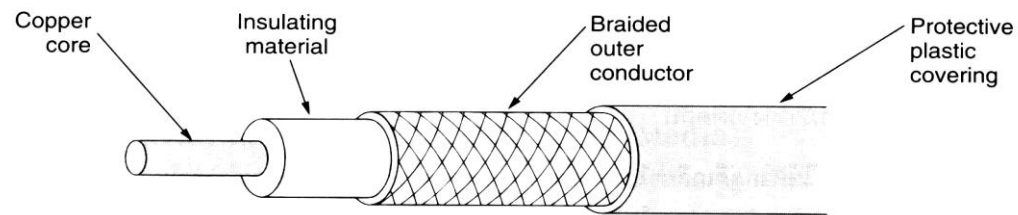


สายที่รู้จักกันดีที่สุดคือสายเคเบิลที่ใช้สำหรับระบบเครือข่าย

Thin Ethernet และ Thick Ethernet

# สายโคแอกเชียล (Coaxial cable)

เป็นตัวกลางเชื่อมโยงที่มีลักษณะเช่นเดียวกับสายทีวี มีใช้งานหลายลักษณะงาน ไม่ว่าจะในระบบเครือข่ายเฉพาะที่ ในการส่งข้อมูลระยะไกล ระหว่างชุมสายโทรศัพท์ หรือการส่งข้อมูลสัญญาณวีดิทัศน์



ที่ใช้ทั่วไปมี 2 ชนิด คือ 50 โอห์ม ซึ่งใช้ส่งข้อมูลแบบดิจิทัล และชนิด 75 โอห์ม ซึ่งใช้ส่งข้อมูลสัญญาณแอนะล็อก สายโคแอกเชียลจะมีฉนวนหุ้มป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสัญญาณรบกวนจากภายนอก สายแบบนี้มีช่วงความถี่ที่สัญญาณไฟฟ้าสามารถผ่านได้กว้างถึง 500 MHz

## สายโคแอกเชียล (ต่อ)

สายโคแอกเชียลที่ใช้กับการส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ มี 2 แบบ

- ◆ สายโคแอกเชียลแบบอ่อน (Thinwire coaxial cable)  
หุ้มด้วยฉนวนแบบบางมีขนาดเล็กโค้งงอได้ง่าย สำหรับติดตั้งในอาคารหรือห้อง
- ◆ สายโคแอกเชียลแบบแข็ง (Thickwire coaxial cable)  
มีฉนวนภายนอกที่หนา ทำให้สายมีขนาดใหญ่ สามารถทนต่อสภาพอากาศภายนอกอาคาร

# มาตรฐานของสายโคแอกเชียล

มีการกำหนดมาตรฐาน โดยองค์กร Radio Government (RG) ดังนั้นประเภทของสายโคแอกเชียลจึงใช้รหัส RG นำหน้าแล้วตามด้วยหมายเลข

เบอร์สาย	อิมพีแดนซ์(โอห์ม)	การใช้งาน
RG-59	75.0	Cable TV
RG-58	50.0	Thin Ethernet
RG-8/RG11	50.0	Thick Ethernet

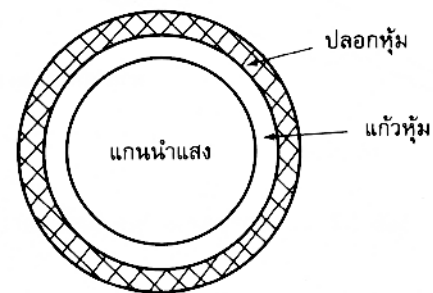
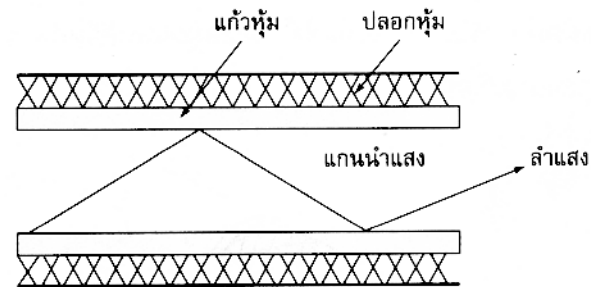
# เส้นใยนำแสง (Optical Fiber)

อาจเรียกว่าเส้นใยแก้วนำแสงหรือไฟเบอร์ออปติก เป็นตัวกลางของสัญญาณแสง ทำมาจากวัสดุประเภทแก้วที่มีความบริสุทธิ์มาก เส้นใยนำแสงมีลักษณะเป็นเส้นยาวขนาดเล็ก

ขนาดประมาณ เส้นผมของมนุษย์ อาศัยหลักการสะท้อน และหักเหของแสงในการส่งแสงลงไปในสาย

ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก

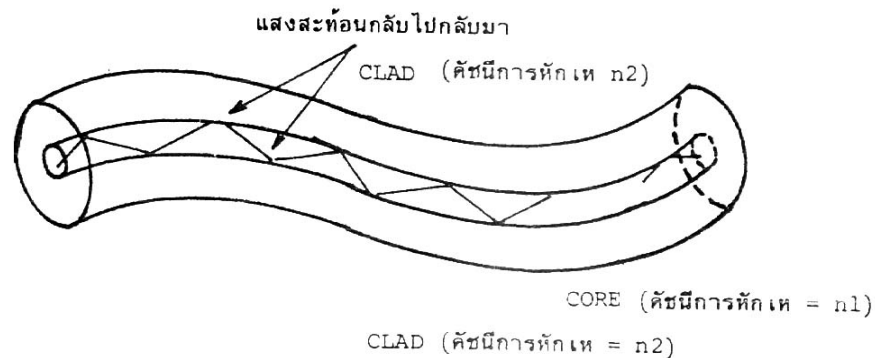
- แกน (CORE)
- แก้วหุ้ม (CLAD)
- ปลอกหุ้มหรือฉนวนภายนอก



# โหมดของเส้นใยนำแสง

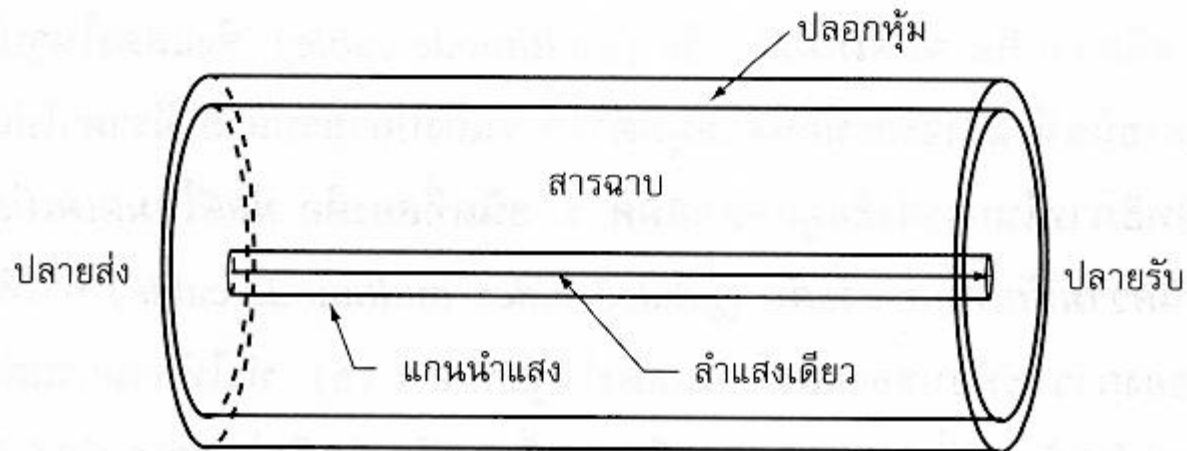
คุณสมบัติการนำแสงของเส้นใยนำแสง แบ่งตามลักษณะการให้แสงส่องทะลุหรือไม่ เป็นคุณสมบัติเฉพาะของเนื้อแก้ว แบ่งเป็น 2 แบบ

- Single Mode optic fiber
- Multi Mode optic fiber



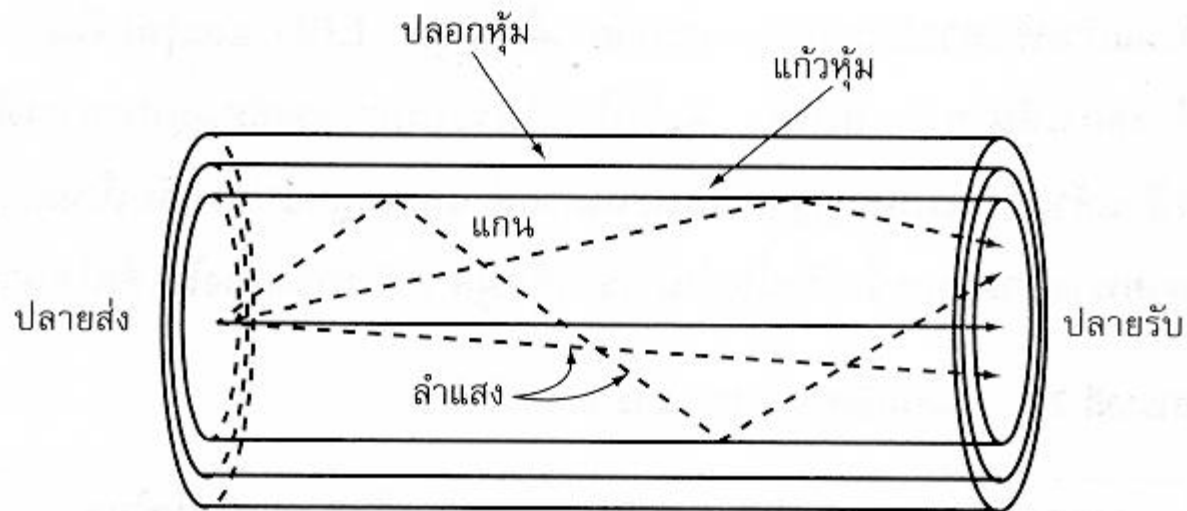
# เส้นใยนำแสงแบบซิงเกิลโหมด

เป็นการใช้ตัวนำแสงที่บีบลำแสงให้พุ่งตรงไปตามท่อใยนำแสง โดยมีการกระจายออกด้านข้างน้อยที่สุด เป็นแบบสายที่มีกำลังการสูญเสียทางแสงน้อยที่สุด เหมาะสำหรับการใช้กับระยะทางไกลๆ เช่นเส้นใยนำแสงระหว่างประเทศ



# เส้นใยนำแสงแบบมัลติโหมด

เป็นเส้นใยนำแสงที่มีลักษณะการกระจายแสงออกด้านข้างได้ โดยมีค่าดัชนีการหักเหของแสงของ CORE กับ CLAD ต่างกัน เพื่อให้เกิดการสะท้อนของแสงเมื่อตกกระทบพื้นที่ระหว่าง CORE กับ CLAD

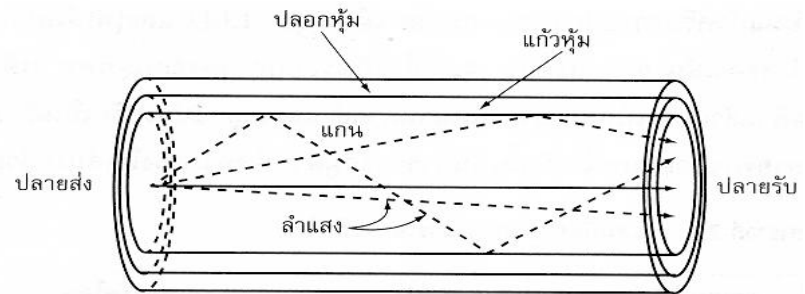


# ดัชนีการหักเหแสงของ CORE

ลักษณะการเคลือบ CORE ด้วย CLAD ที่ต่างกันจะทำให้เกิดการหักเหและสะท้อนของแสงในสายที่ต่างกัน แบ่งเป็น 2 แบบ

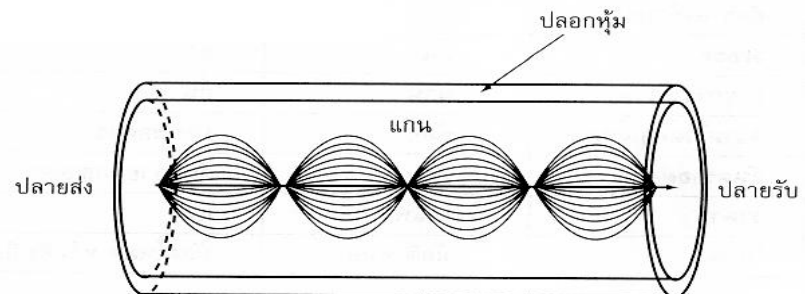
## - Step Index optic fiber

การสะท้อนของแสงเป็นแบบ  
ทันทีทันใด



## - Graded Index optic fiber

การสะท้อนของแสงจะเลี้ยวเบน  
ทีละน้อย



# ข้อดีและข้อเสียของสายไฟเบอร์ออปติก

## ข้อดี

- มีอัตราการลดทอนของสัญญาณต่ำ
- ไม่มีการรบกวนของสัญญาณไฟฟ้า
- มีแบนด์วิธสูงมาก
- มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
- มีความเป็นอิสระทางไฟฟ้า
- มีความปลอดภัยในข้อมูล
- มีความทนทานและมีอายุการใช้งานยาวนาน

## ข้อเสีย

- เส้นใยแก้วมีความเปราะบาง
- การเดินสายจำเป็นต้องระมัดระวังอย่าให้มีความโค้งงอมาก
- มีราคาสูง เมื่อเทียบกับสายเคเบิลทั่วไป
- การติดตั้งจำเป็นต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ

# การแบ่งช่วงความถี่

ย่านความถี่ของสัญญาณไฟฟ้า สามารถแบ่งเป็นช่วง ดังนี้

ย่านความถี่	ชื่อเรียก
3-30 kHz	Very low frequency (VLF)
30-300 kHz	Low frequency (LF)
300kHz-3MHz	Medium frequency (MF)
3-30 MHz	High frequency (HF)
30-300 MHz	Very-high frequency (VHF)
300MHz-3GHz	Ultra-high frequency (UHF)
30 GHz	Super-high frequency (SHF)
30-300 GHz	Extremely-high frequency (EHF)

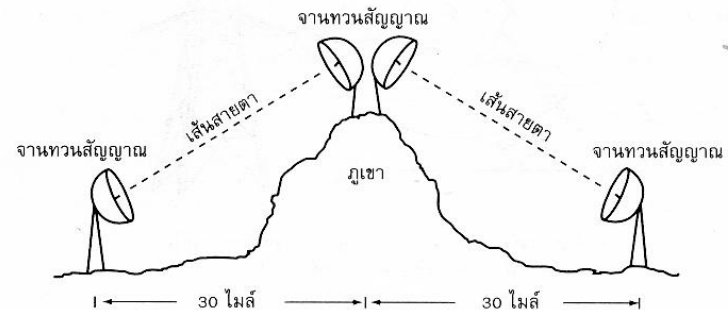
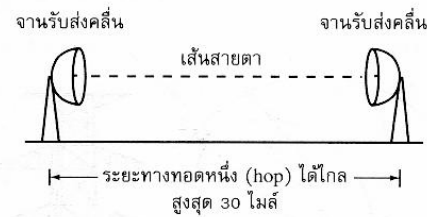
# ประเภทไม่มีสาย

## คลื่นวิทยุ (Radio Frequency :RF)

- ส่งสัญญาณในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- เป็นหลักการเดียวกับระบบวิทยุ โทรทัศน์ และโทรศัพท์มือถือ
- สามารถวิ่งผ่านผนัง และอาคารได้
- สามารถส่งได้ทั้งระยะทางไกล และใกล้
- มีช่วงความถี่อยู่ที่ 3KHz-1GHz

# ไมโครเวฟ (Microwave)

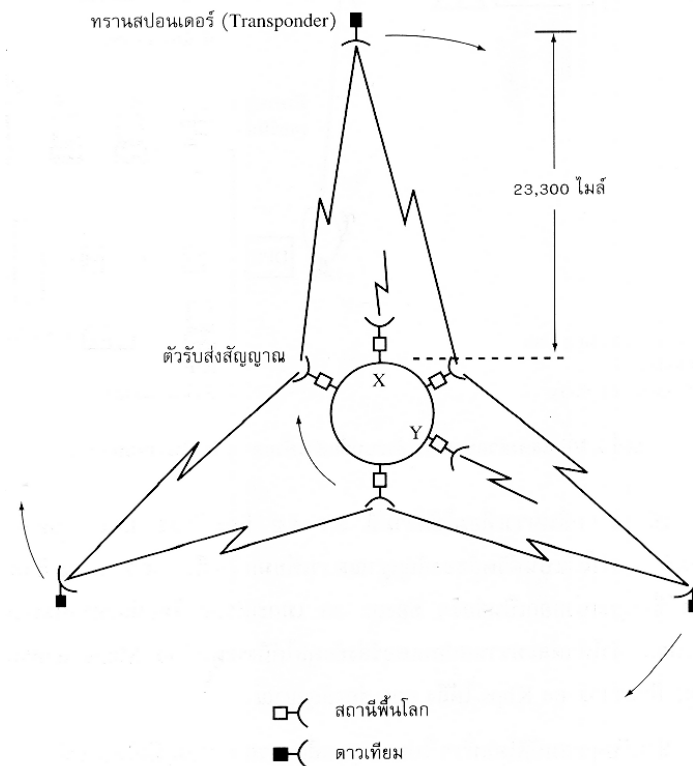
- เป็นการสื่อสารระหว่างสถานีภาคพื้นสองสถานี
- ช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-300 GHz
- ส่งสัญญาณได้ไกลประมาณ 20 ไมล์
- ถูกรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ง่าย
- สภาพภูมิอากาศแปรปรวนจะส่งผลต่อระบบการสื่อสาร



# ดาวเทียม (Satellite Link)

เป็นการสื่อสารระหว่างดาวเทียมที่ลอยอยู่เหนือโลกกับสถานีภาคพื้น หรือ บ้านพักอาศัย มีลักษณะเฉพาะคือ

- + ใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง
- + ดาวเทียมจะรับข้อมูลจากสถานีภาคพื้น ขยายและสะท้อนสัญญาณกลับมาที่สถานีภาคพื้นอีกที่หนึ่ง
- + ความถี่ของสัญญาณส่งขาขึ้น (Up Link) ประมาณ 4 GHz
- + ความถี่ของสัญญาณส่งขาลง (Down Link) ประมาณ 6 GHz



# โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephones)

## ยุค 1G

- ส่งสัญญาณไร้สายแบบอนาล็อก
- ความถี่ 800 – 900 MHz
- คุณภาพเสียงไม่ดี
- ความเร็วในการส่งต่ำ
- ถูกลักลอบการใช้งานได้ง่าย

## ยุค 2G

- เกิดช่วงปี 1990
- เป็นยุคที่เปลี่ยนจากระบบอนาล็อกมาเป็นดิจิทัล
- ส่งข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

# โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephones)

## ยุค 2.5G

-เทคโนโลยีที่สำคัญคือ  
GPRS,EDGE

## ยุค 3G

-สามารถเชื่อมต่อเข้าระบบ  
เครือข่ายได้ตลอดเวลา เพื่อ  
ดำเนินธุรกรรมบนเครือข่าย รับส่ง  
อีเมล ดาวน์โหลดไฟล์เพลง การ  
ส่งข้อมูลมัลติมีเดีย การชมคลิป  
วิดีโอ

- ความเร็วในการดาวน์โหลด 2.4  
Mbps

# โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephones)

## ยุค 4G

-เป็นระบบสื่อสารแบบบรอด  
แบนด์ความเร็วสูง 75 Mbps

- WIMAX

# อินฟราเรด (Infrared)

- แสงอินฟราเรด ส่งสัญญาณผ่านอากาศ
- ได้ระยะไม่ไกล และไม่ทะลุผ่านผนังได้
- ปัจจุบันเป็นสิ่งพื้นฐานใน *personal digital assistants* (PDAs) และ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา
- อัตราความเร็วปกติในการรับส่งข้อมูลจะไม่สูงกว่า 4 Mbps แต่ปัจจุบันพัฒนาความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้ สูงถึง 16 Mbps

นอกจากนี้ อินฟราเรดสามารถใช้กับฟิล์มถ่ายภาพบางชนิดได้ และใช้เป็นการควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรลกับเครื่องรับโทรทัศน์ได้

# บลูทูธ (Bluetooth)

- สามารถสื่อสารทะลุสิ่งกีดขวางหรือกำแพงได้
- สามารถสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หลายๆ อุปกรณ์ด้วยกัน
- การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดมีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลที่ 722 kbps
- การเชื่อมต่อแบบหลายจุดมีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลที่ 57.6 kbps
- รองรับการใช้งานข้อมูลและเสียงหรือมัลติมีเดีย

# WAP

- เป็นมาตรฐานสากลที่ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย
- ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานบนอุปกรณ์พกพา
- ใช้ภาษา **WML** เพื่อแสดงผล
- ความเร็วในการเชื่อมต่อต่ำ

# การพิจารณาสื่อกลางส่งข้อมูล

## ■ ต้นทุน (Cost)

- อุปกรณ์สนับสนุน
- ต้นทุนการติดตั้ง
- ราคาและประสิทธิภาพ

## ■ ความเร็ว (Speed)

### - ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Data Transmission Speed)

คำนวณได้จากจำนวนบิตต่อวินาที ซึ่งจำนวนบิตต่อวินาทีสูงจะขึ้นอยู่กับแบนด์วิดท์ที่เหมาะสมของสื่อกลางประเภทนั้นๆ

### - ความเร็วในการเดินทางของข้อมูล (Propagation Speed)

เป็นความเร็วของสัญญาณที่มีการเคลื่อนที่ผ่านสื่อกลาง

# การพิจารณาสื่อกลางส่งข้อมูล (ต่อ)

- ระยะทางและการขยาย (Distance and Expandability)
  - สื่อกลางแต่ละชนิดสามารถขยายระยะทางได้
- สภาพแวดล้อม (Environment)
- ความปลอดภัย (Security)
  - การเดินทางของข้อมูลอย่างปลอดภัยในระหว่างการส่งจนกระทั่งถึงจุดหมายปลายทางเป็นสิ่งสำคัญ