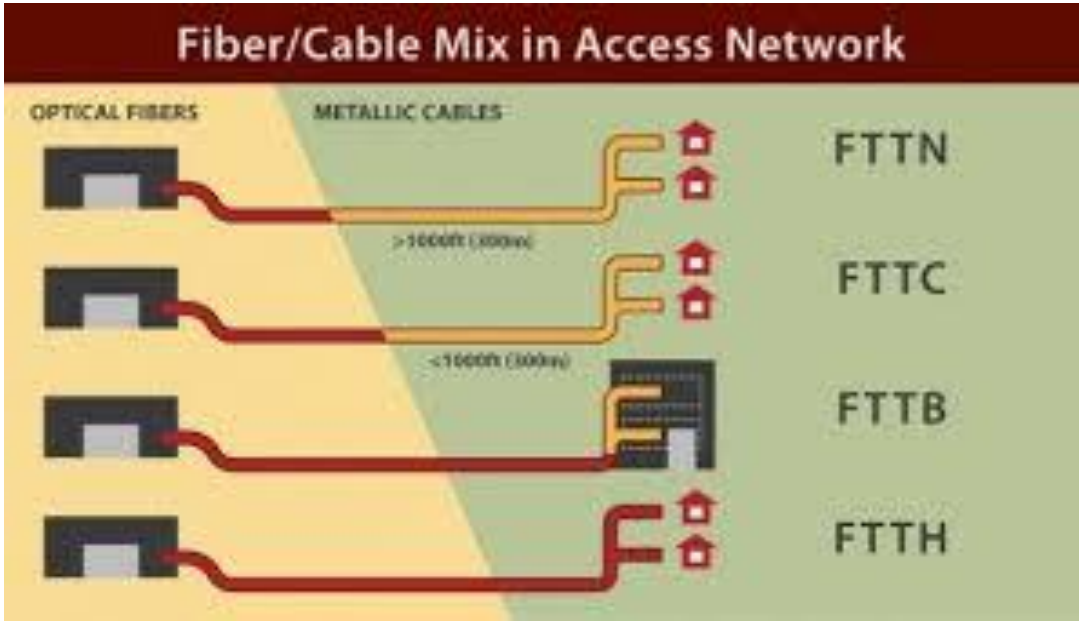
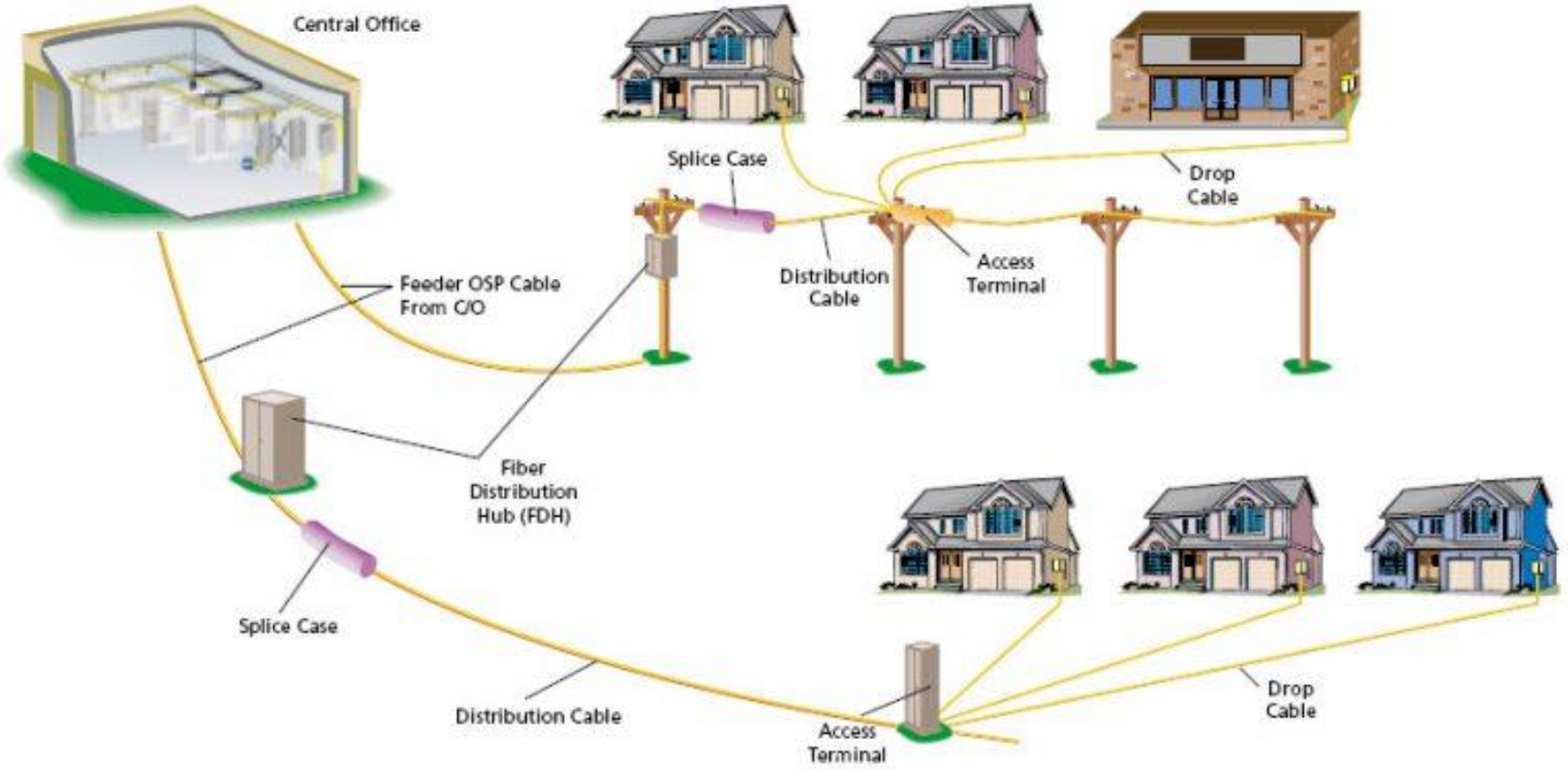
FTTX

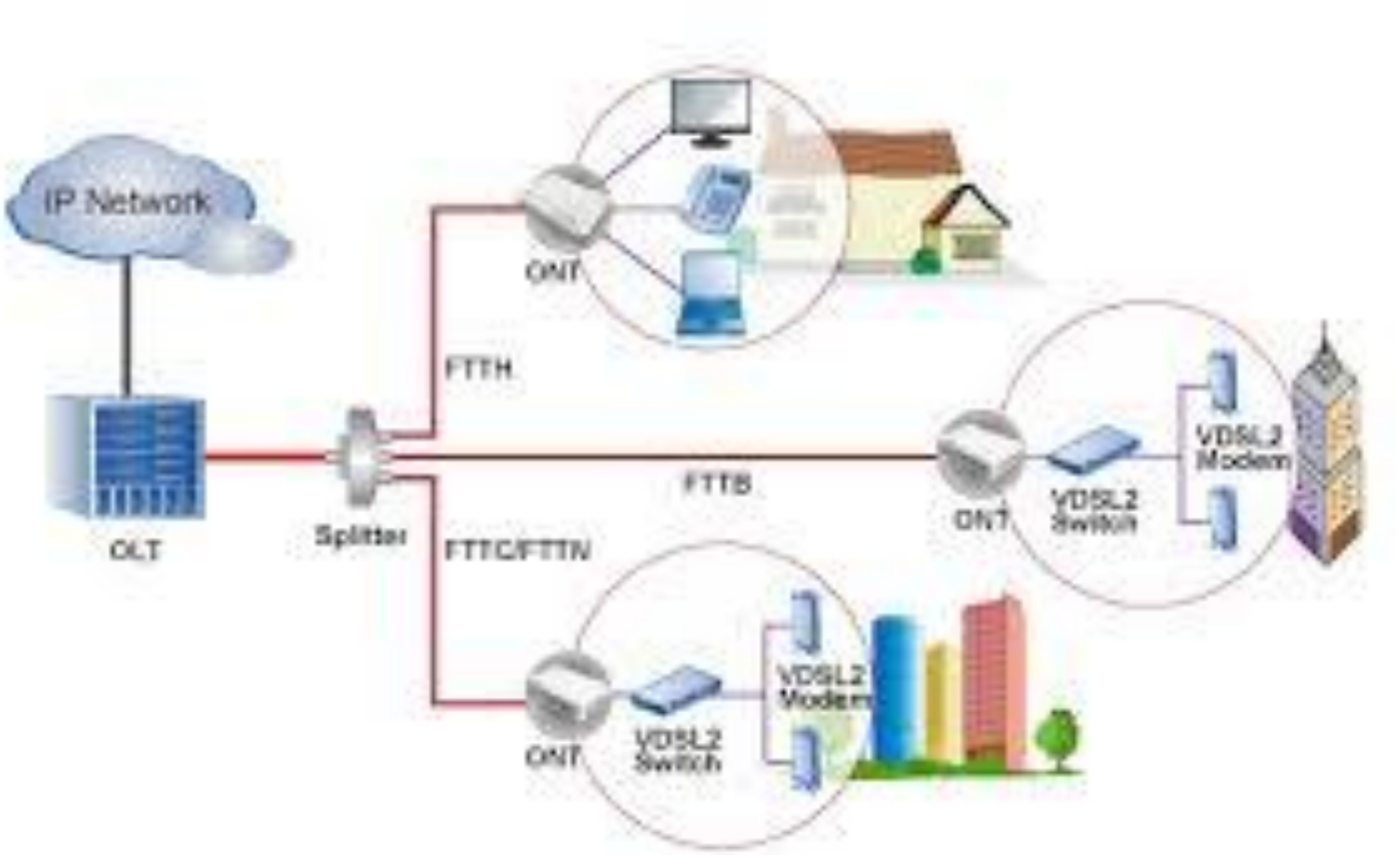
FTTx

- FTTH : Fiber optic to Home
- FTTB : Fiber optic to Building
- FTTO : Fiber optic to Office
- FTTC : Fiber optic to Curb
- FTTN : Fiber optic to Node



FTTX Fiber Architecture



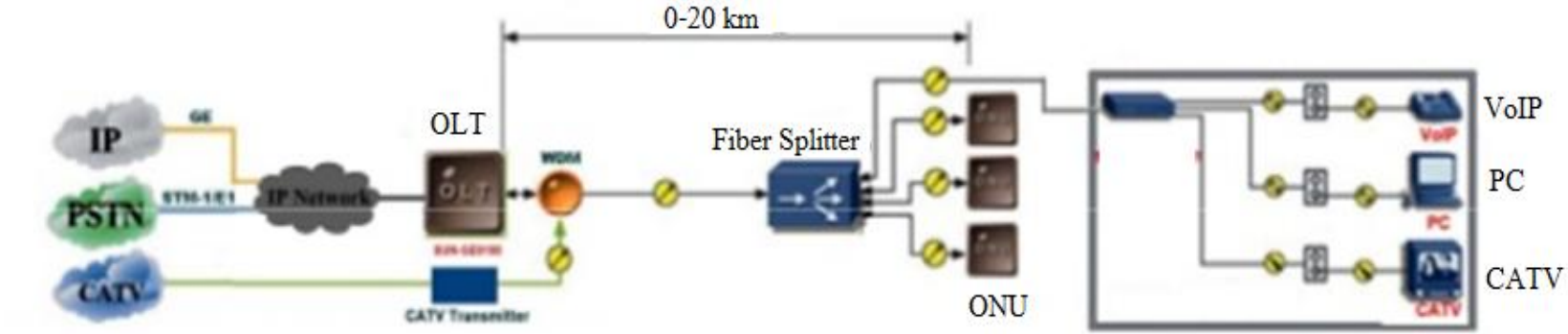

IP Network
OLT
Splitter
FTTH
FTTB
FTTC/FTTN
ONT
ONT
ONT
VDSL2 Modem
VDSL2 Switch
VDSL2 Modem
VDSL2 Switch

FTTH: Fiber to the Home เป็นเทคโนโลยีอินเตอร์บอร์ดแบนร์ความเร็วสูงไปยังบ้านพักอาศัย ผ่านสายเคเบิ้ลใยแก้วนำแสง

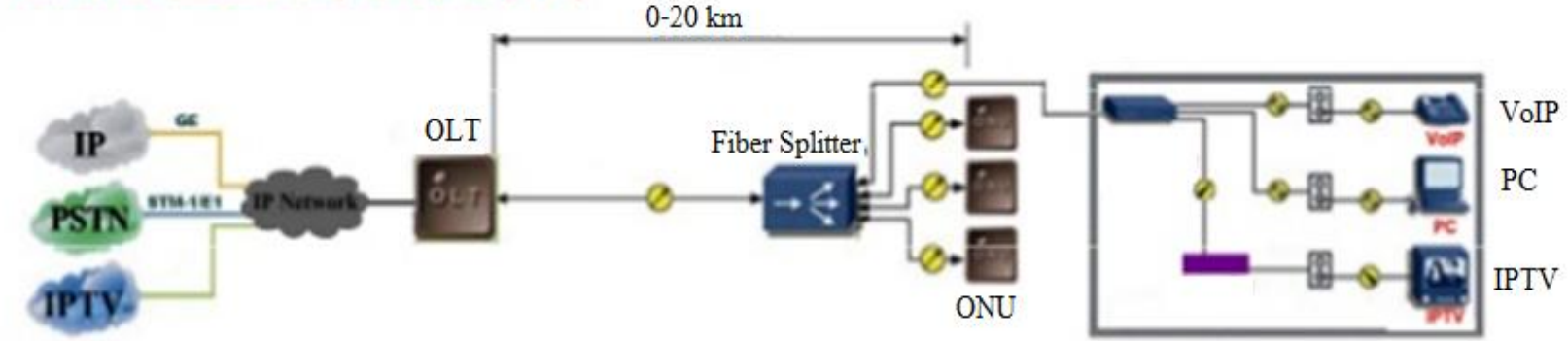
ADSL ซึ่งสายโทรศัพท์เป็นทองแดง ได้ความเร็วเต็มที่แค่ 9-10 Mbps แต่ถ้าหากเราเปลี่ยนมาใช้ FTTH โดยเปลี่ยนจากสายทองแดงเป็นสาย Fiber Optical (เคเบิ้ลใยแก้วนำแสง) จะได้อินเตอร์เน็ตความเร็วสูงมากขึ้น ด้วยความเร็วสูงระดับ 100 Mbps หรือระดับ Gbps

FTTH topology

Fiber to the home solution (Internet, VoIP, CATV)



Fiber to the home solution (Internet, VoIP, IPTV)



OLT = Optical Line Terminal เป็นอุปกรณ์ควบคุมเครือข่าย

Splitter = เป็นตัวที่จะแตกสาย Fiber ออกเป็นหลายๆเส้นเพื่อเดินทางไปยังแต่ละบ้าน

ONU = Optical Network Unit จะถูกติดตั้งเป็น Router อยู่ตามบ้านเพื่อทำหน้าที่รับข้อมูลจาก OLT

โปรโมชั่น ผู้ให้บริการ

แพ็คเกจประเภทบุคคล Customer Package	ความเร็ว Download/Upload	ค่าบริการรายเดือน (ไม่รวม VAT) Monthly Fee (VAT Excluded)	
		Home Use*	Business Use
3BB FTTx	30Mbps/3Mbps	1,200	6,300
	50Mbps/10Mbps	2,500	10,490
	100Mbps/30Mbps	5,900	48,300
	200Mbps/50Mbps	9,900	-

โปรโมชั่น ผู้ให้บริการ

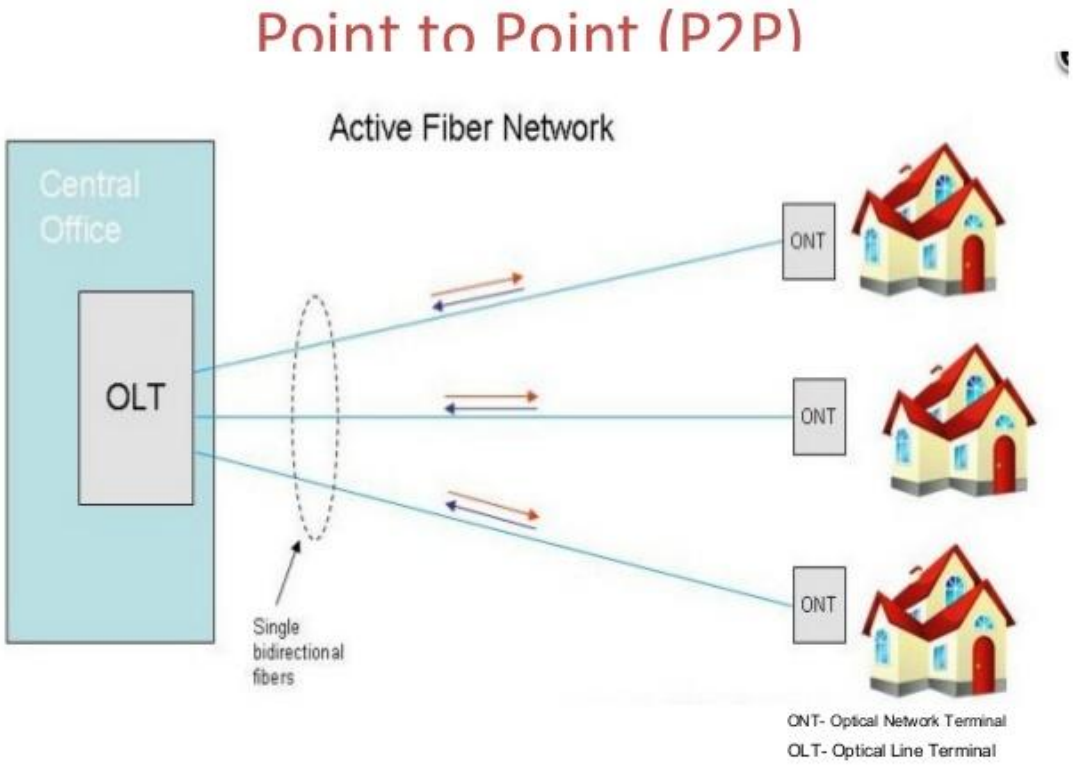
ความเร็วสูงสุด ดาวน์โหลด/อัพโหลด	ค่าบริการรายเดือน (บาท)	รับฟรี AIS PLAYBOX	
		HOOQ	TV
15/5 Mbps*	590	ฟรี 1 เดือน	สนุกกับรายการทีวีสด คมชัดไม่กระตุก มีให้คุณมากกว่า 100 ช่อง ทั้งรายการสด และย้อนหลัง กว่า 168 ชั่วโมง
20/7 Mbps	750		
30/10 Mbps	1,190	ฟรี 6 เดือน	
50/20 Mbps	1,990		
100/40 Mbps	3,990		
200/60 Mbps	6,990		
500/100 Mbps	13,990		
1Gbps/200 Mbps	19,990		

*แพ็กเกจพิเศษเฉพาะ คอนโดมิเนียมเท่านั้น

หมายเหตุ : อัตราค่าบริการและค่าติดตั้งเป็นอัตราที่ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

FTTx สามารถแบ่งได้เป็นสองลักษณะ คือ

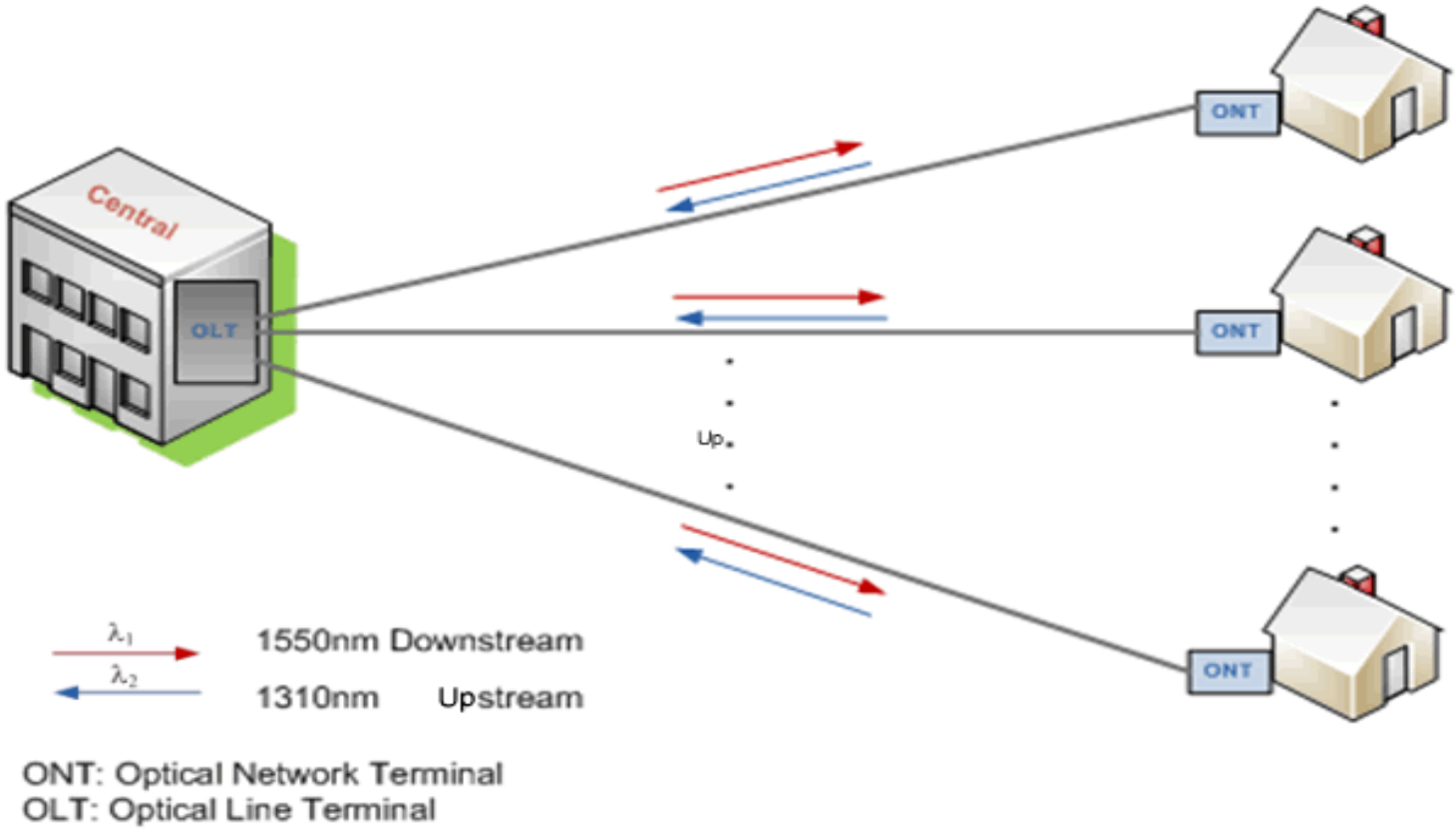
1) Point-to-Point



OLT = Optical Line Terminal เป็นอุปกรณ์ควบคุมเครือข่าย

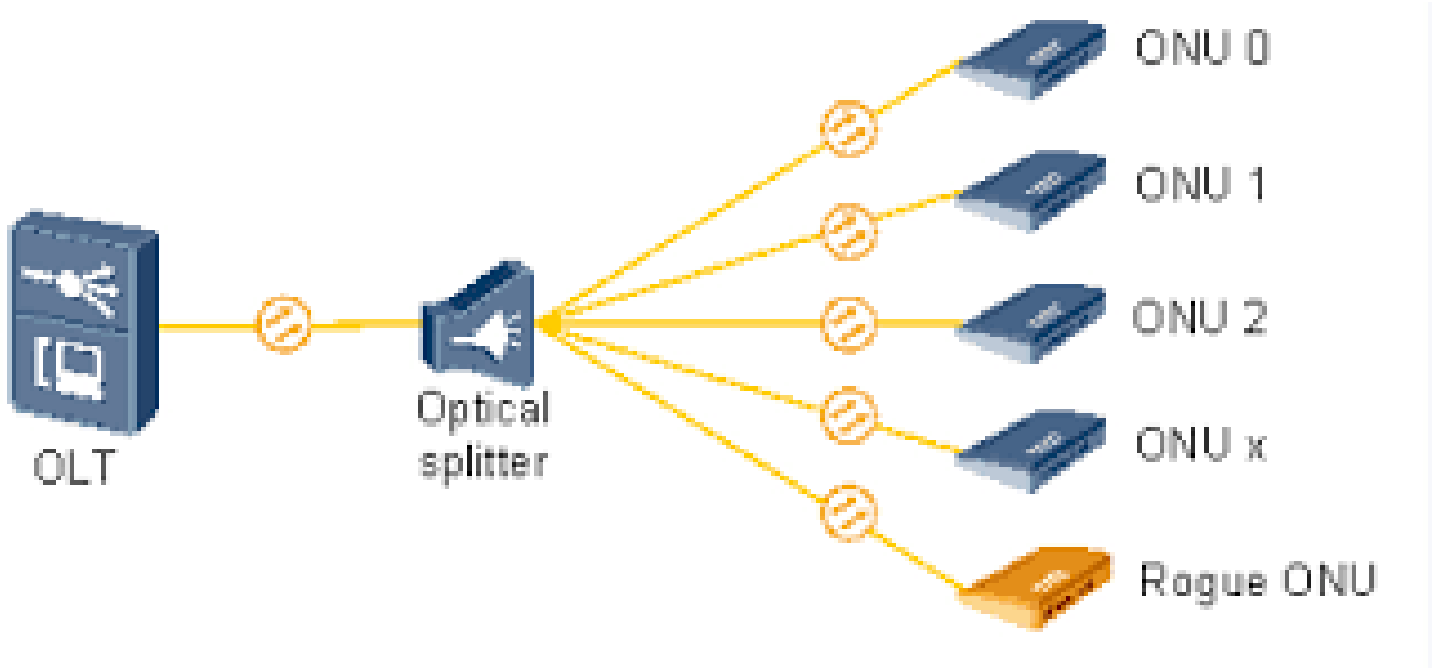
ONU = Optical Network Unit จะถูกติดตั้งเป็น Router อยู่ตามบ้านเพื่อทำหน้าที่รับข้อมูลจาก OLT

Figure 12 Point-to-point network architecture

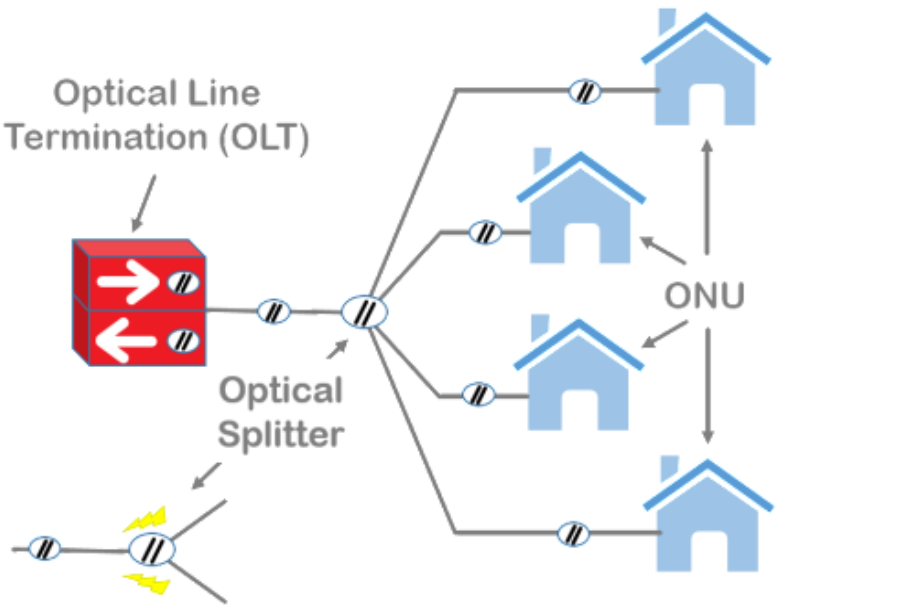


Source: ICP-ANACOM

2) Point-to-Multipoint ซึ่ง ลักษณะนี้เอง ที่ใช้เทคโนโลยีเส้นใยแก้วนำแสงแบบแพสซีฟ (Passive Optical Network: PON)

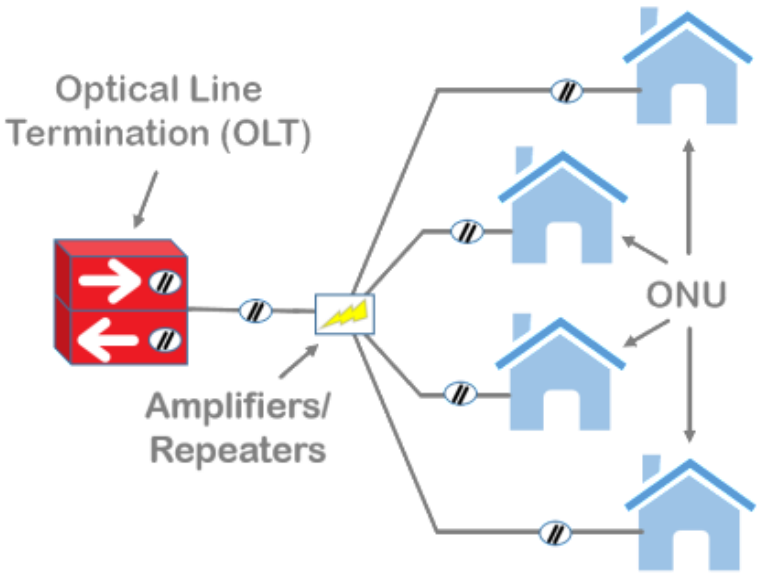


Passive Optical Network | PON



ONU = Optical Network Unit

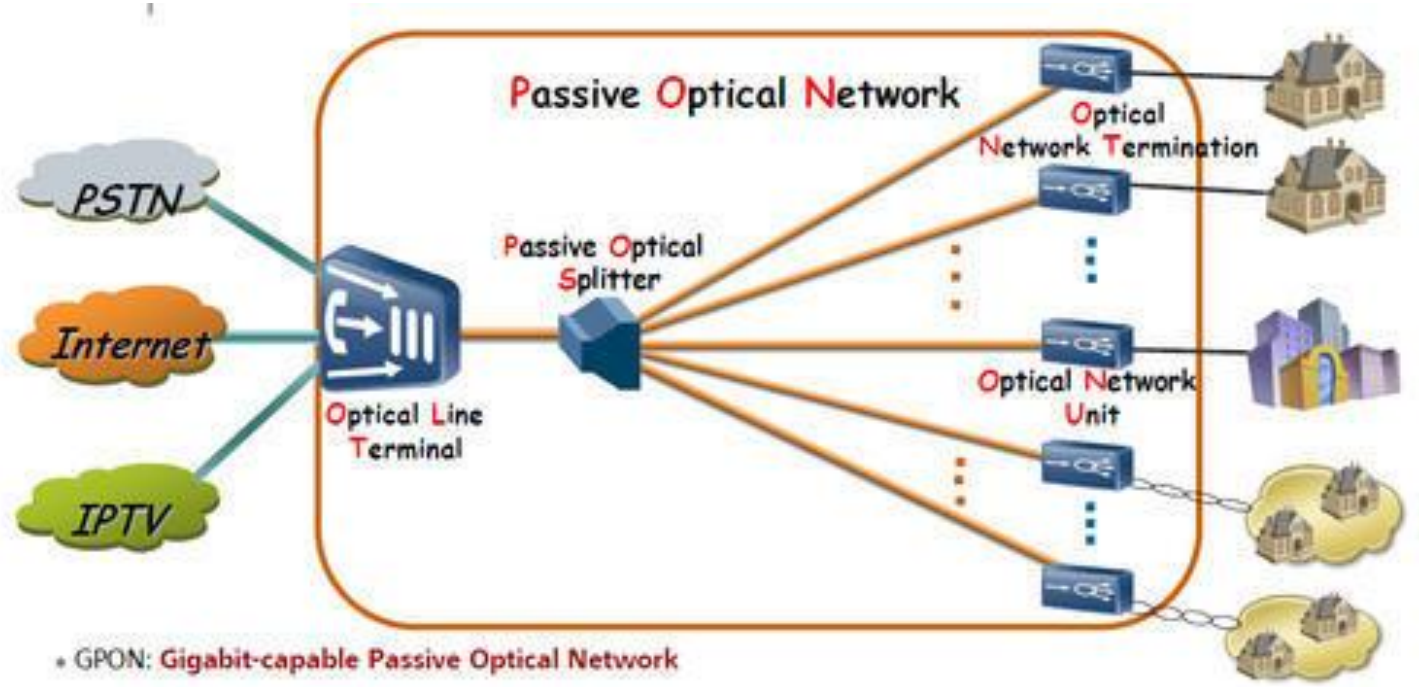
Active Optical Network | AON



ONU = Optical Network Unit

PON

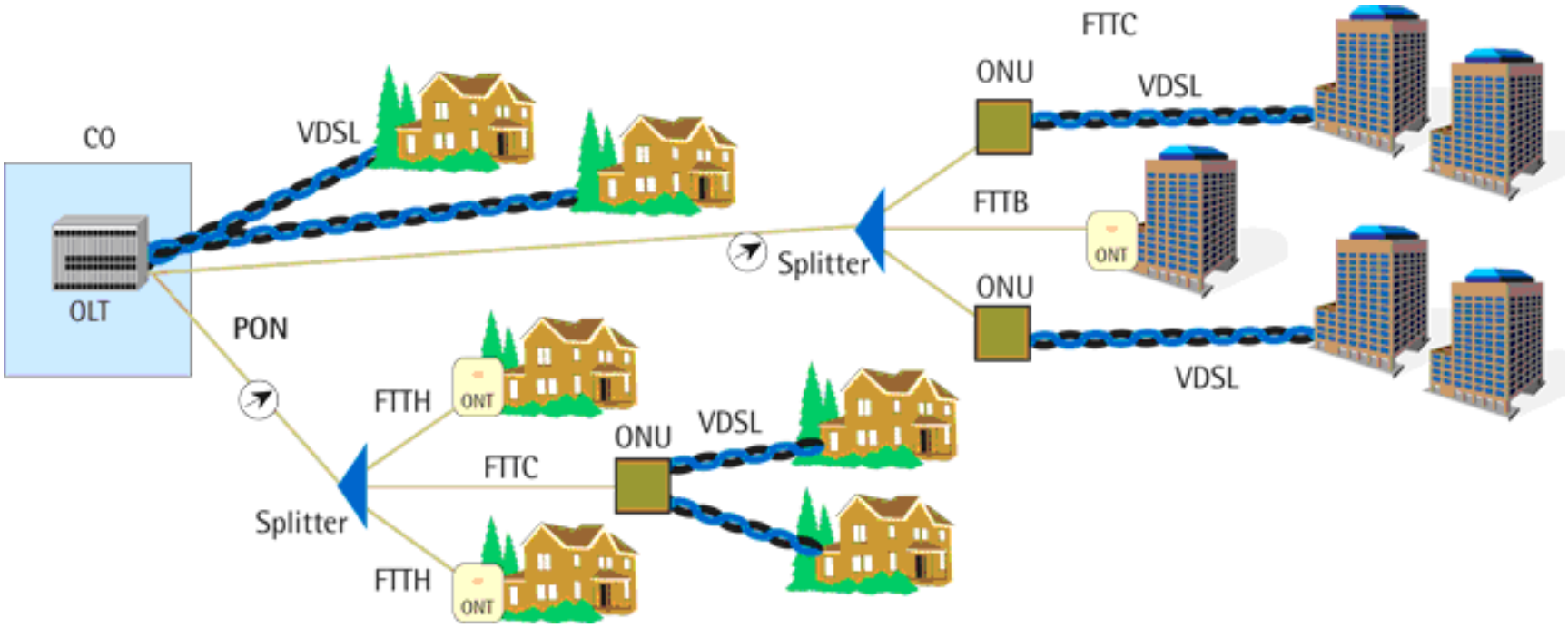
(Passive Optical Network)



เคเบิลเส้นใยแก้วเป็นระบบที่สามารถทำงานได้ (รับส่งสัญญาณได้) โดยไม่จำเป็นต้องมีการป้อนกำลังงานจากภายนอก จึงมักเรียกระบบเชื่อมโยงเส้นใยแก้วว่า PON หรือ Passive Optical Network

What is Passive Optical Network (PON)?

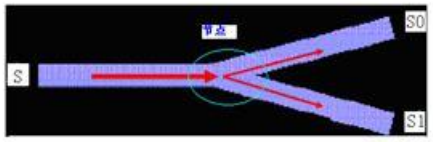
- Passive Optical Network is the leading technology being used in FTTx (like FTTH) deployments.
- It has a different topology from other network technologies, It uses a Point to Multi-Point (P2MP) topology.
- A single strand of fiber goes out to a passive optical splitter where its signal is multiplied to 32 different lines.
- It's up to the customer's system to determine what packets are for that customer, all other packets are discarded.
- It has downstream data rates up to 2.5Gbps.



ส่วนประกอบของ PON จะประกอบไปด้วย

1) หน่วยกระจายเส้นใยแก้วนำแสง (Optical Line Terminal: OLT) ติดตั้งที่หน่วยงานกลาง (Central Office: CO),
2) ตัวแยกสัญญาณแสง (Splitter)
3) จุดรับเส้นใยแก้วนำแสงแปลงสัญญาณ (Optical Network Unit: ONU)

Splitter



แต่เดิม การรับส่งข้อมูลด้าน access network ทำได้ผ่านสวิทช์ level 3 หรือ ADSL ส่งข้อมูลด้วยตัวกลางใยแก้วนำแสงหรือสายทองแดงไปให้ผู้ใช้ปลายทาง (point to point) สายทองแดงมีข้อจำกัดมากเนื่องจากใช้มานาน ไม่เสถียร ใยแก้วนำแสงต้องใช้ 2 core ต่อ 1 ผู้ใช้ปลายทาง และ สวิทช์ level 3 อีก 1 port ต่อ 1 ผู้ใช้ปลายทาง

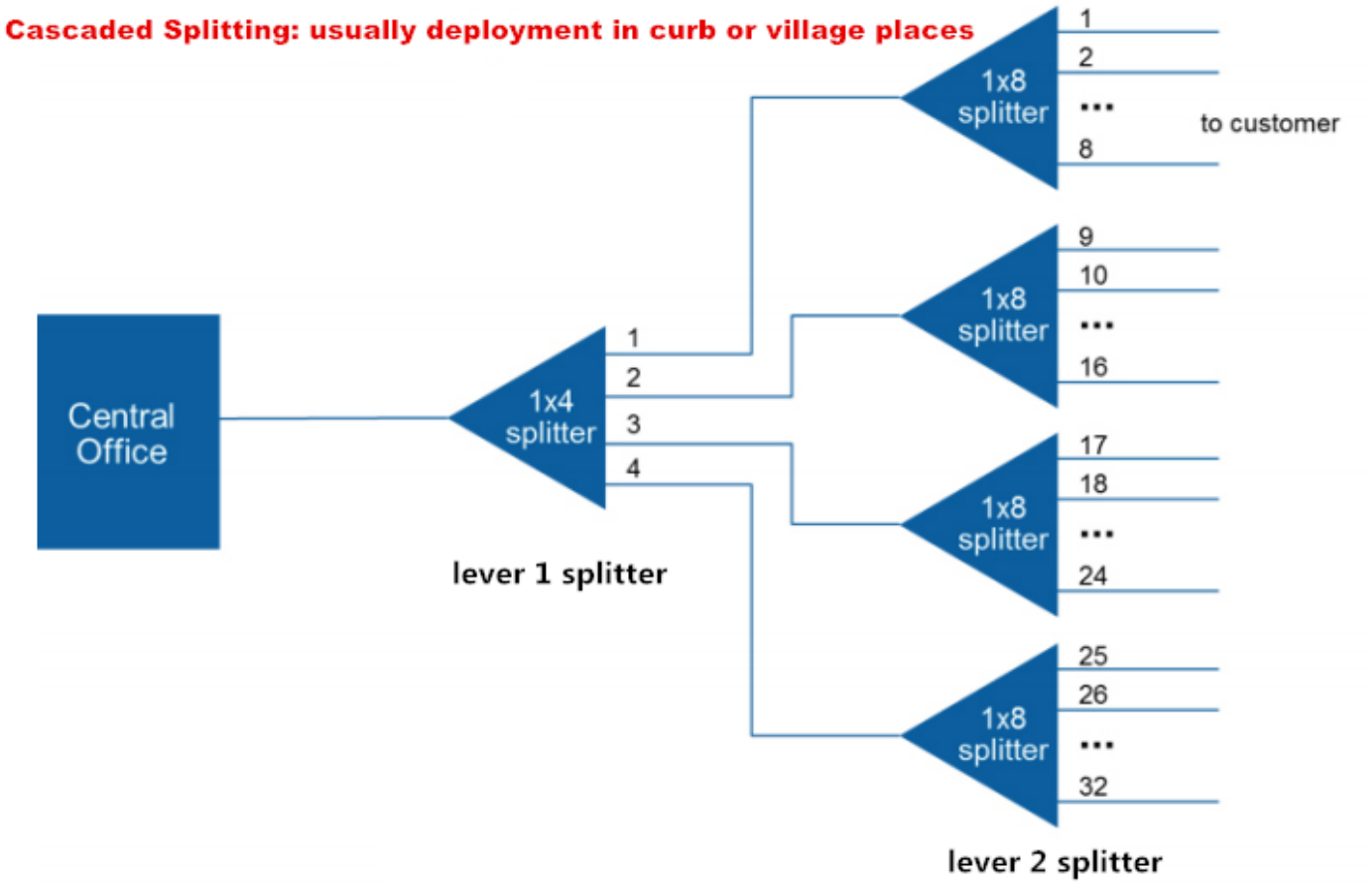
ถ้ามีผู้ใช้ปลายทางเพิ่มในบริเวณเดียวกัน ก็ต้องใช้สวิทช์เพิ่ม ต้องวางใยแก้วนำแสงเพิ่ม ไม่สามารถจะแบ่งปันทรัพยากรกันได้

วิศวกรจึงออกแบบใหม่เป็นแบบ point to multipoint โดยใช้ประโยชน์ของคลื่นแสงที่มีหลายความยาวคลื่น เช่น ใยแก้วนำแสงแบบมัลติโหมด (MMF) ใช้ความยาวคลื่น 850 นาโนเมตร แบบซิงเกิ้ลโหมด (SMF) ใช้ 1300 นาโนเมตร

หลักการคือในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปปลายทางผ่านตัวกลางใยแก้วนำแสง ให้ใช้ความยาวคลื่น 1490 นาโนเมตร แต่รับข้อมูลกลับมาจากปลายทางมายังต้นทางใช้ความยาวคลื่น 1310 นาโนเมตร ทั้งนี้ใช้ ใยแก้วนำแสงเพียง core เดียว แต่ส่งและรับต่างเวลากัน โดยความจริงที่ว่า การส่งจากต้นทางหรือที่เรียกว่า ดาวน์โหลด (download) มีข้อมูลมากกว่า การรับจากปลายทาง หรืออัปโหลด (upload) ดังนั้น การส่งจะจองเวลาในการใช้ตัวกลางมากกว่าการรับ ตัวควบคุม (controller) ในการรับส่งจะกำหนดเวลาให้ปลายทาง โดยให้ส่งกลับมาในช่วงเวลาเดียว คือแบบ burst mode ถ้าปลายทาง มีผู้ใช้เพิ่มขึ้น ก็เพียงติดอุปกรณ์แยกแสง หรือที่เรียกว่า สปริทเทอร์ (splitter) เท่านั้น

Splitter 1:8

splitter เป็นอุปกรณ์พาสซีฟ ทำหน้าที่แยกแสงออกเป็น 2, 4, 8, 16, 32, 64 ส่วน เขียนเป็นสัญลักษณ์ว่า 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32. 1:64



ถ้าเลือกการออกแบบเป็นระบบการกระจายสายส่ง จะใช้ Optical Splitter ชนิด 1:4 (เข้า 1 ออก 4) เพียงตัวเดียวร่วมกับ Optical Splitter ชนิด 1:8 อีก 4 ตัว

สำหรับ splitter 1:2 power ของแสงที่ออกมาแต่ละขา

power loss= 10xlog(1/2)

= 10x(log1-log2)

= 10xlog1-10xlog2

= 0-10x0.30

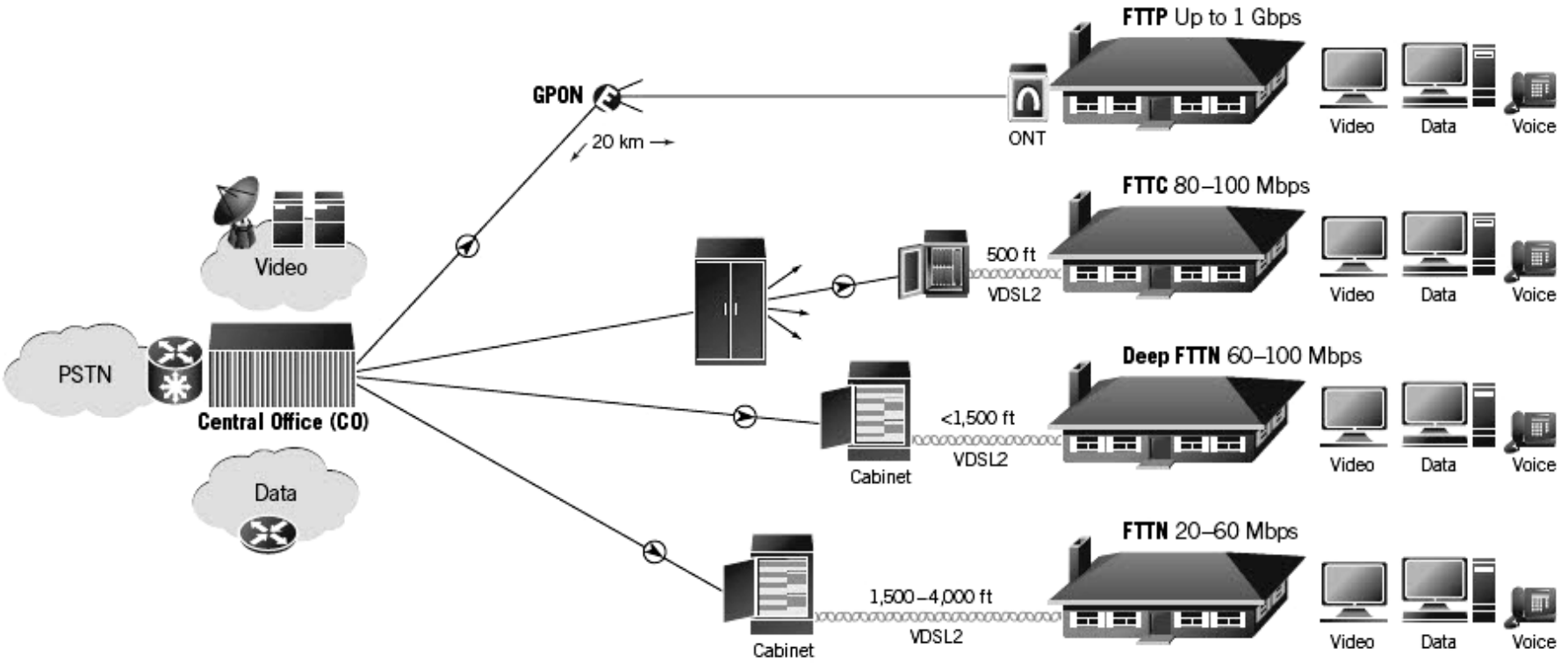
= -3 dB

หมายความว่า ถ้า พลังงานของแสงที่ขาเข้าของ splitter เป็น 0 dB, ขาออกแต่ละขา จะมีพลังงานแสง = -3 dB

Splitting Ratio	Attenuation Loss (dB)
1:2	3.6
1:4	7.3
1:8	10.4
1:16	13.6
1:32	16.8
1:64	20.3

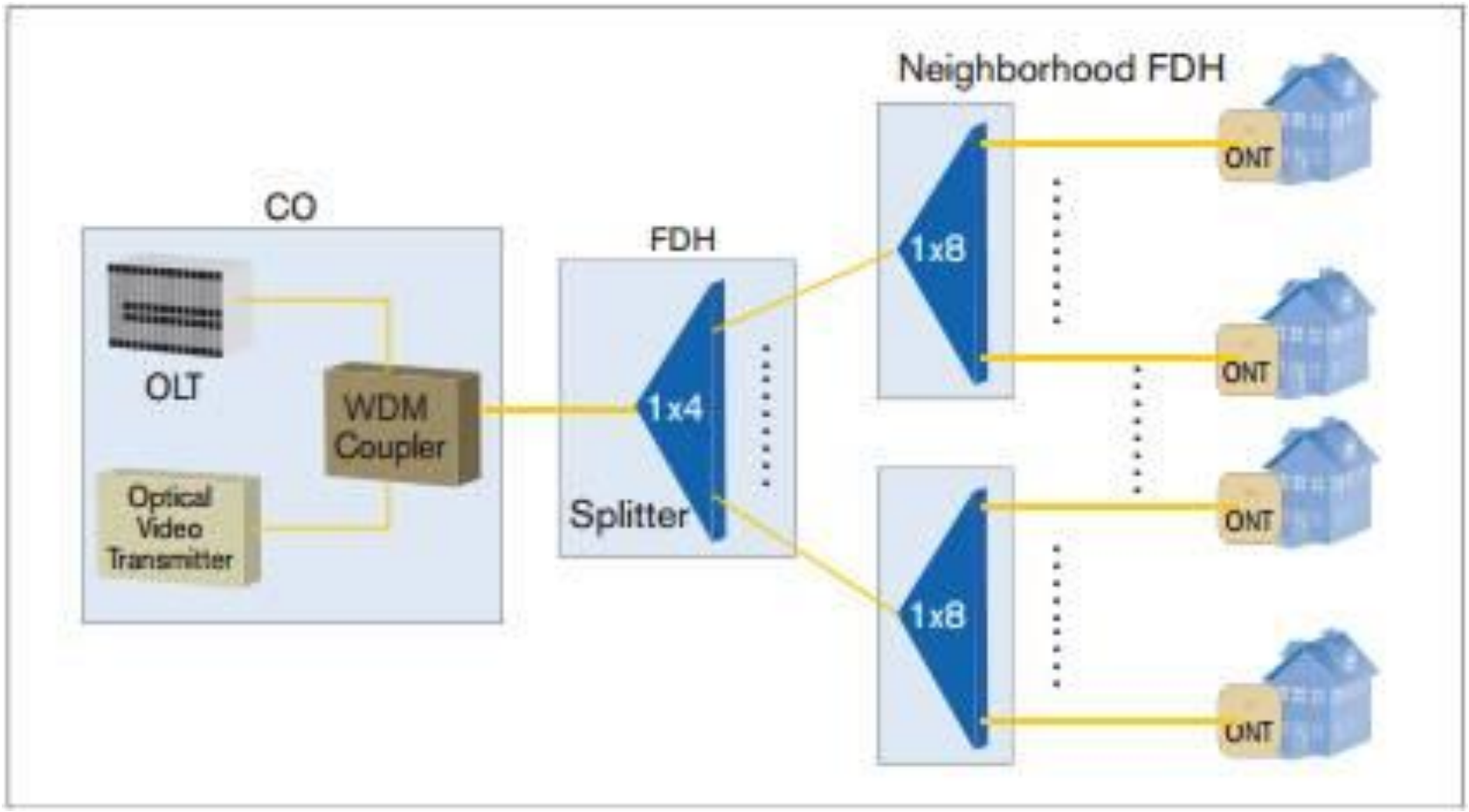
สมมติว่า ใช้ splitter 1:8 ถ้า input power=0 dB,
output แต่ละขา จะมี power -10.4 dB

https://th.wikipedia.org/wiki/เครือข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ


FTTP Up to 1 Gbps
GPON
20 km
ONT
Video
Data
Voice
FTTC 80–100 Mbps
500 ft
VDSL2
Video
Data
Voice
Deep FTTN 60–100 Mbps
<1,500 ft
VDSL2
Cabinet
Video
Data
Voice
FTTN 20–60 Mbps
1,500–4,000 ft
VDSL2
Cabinet
Video
Data
Voice
Video
PSTN
Central Office (CO)
Data

OLT

(Optical Line Terminal)



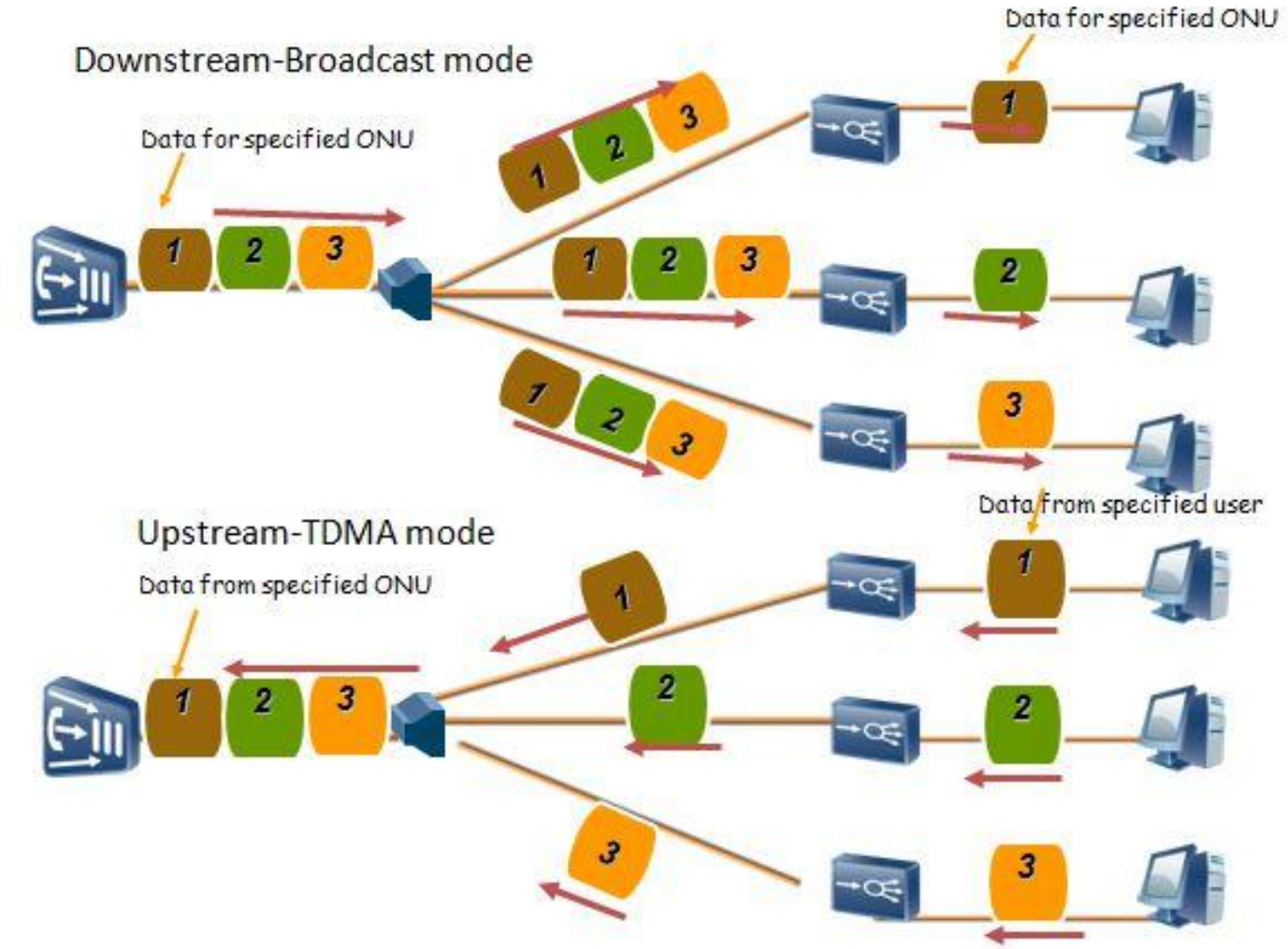
OLT

เป็นตัวควบคุมหลัก ปกติจะติดตั้งที่ชุมสายคู่กับสวิทช์ ปกติจะมี **PON port** จำนวนมาก แต่ละ **port** มี **Downstream Bandwidth** ประมาณ 2,400 **Mbps** และมี **Upstream Bandwidth** ประมาณ 1,200 **Mbps**

การรับส่งข้อมูลระหว่าง OLT และ ONU

- ขั้นแรก OLT จะ scan ในโครงข่ายทั้งหมดว่ามี ONU กี่ตัว ลงทะเบียน กำหนดเลขหมายประจำตัว และจัดสรรช่วงเวลาต่างๆให้เรียบร้อย
- จากนั้นจึงเริ่มขบวนการ Downstream OLT จะส่งข้อมูลไปให้ ONU แบบ Broadcast คือทุก ONU เห็นข้อมูลเหมือนกันหมด แต่ข้อมูลนั้นมีเลขหมายประจำตัวอยู่ ถ้า ONU เห็นเลขหมายของตัวเอง ก็รับข้อมูลนั้น ถ้าไม่เห็น ก็ไม่รับ
- Upstream OLT ทำงานแบบ TDMA (Time Division Multiplex Access) คือจะจัดสรรเวลาให้แต่ละ ONU เมื่อถึงเวลาที่ถูกกำหนดให้ของ ONU ตัวไหน ตัวนั้นก็ส่ง ข้อมูลของแต่ละ ONU ก็จะทยอยกันเข้ามาที่ OLT

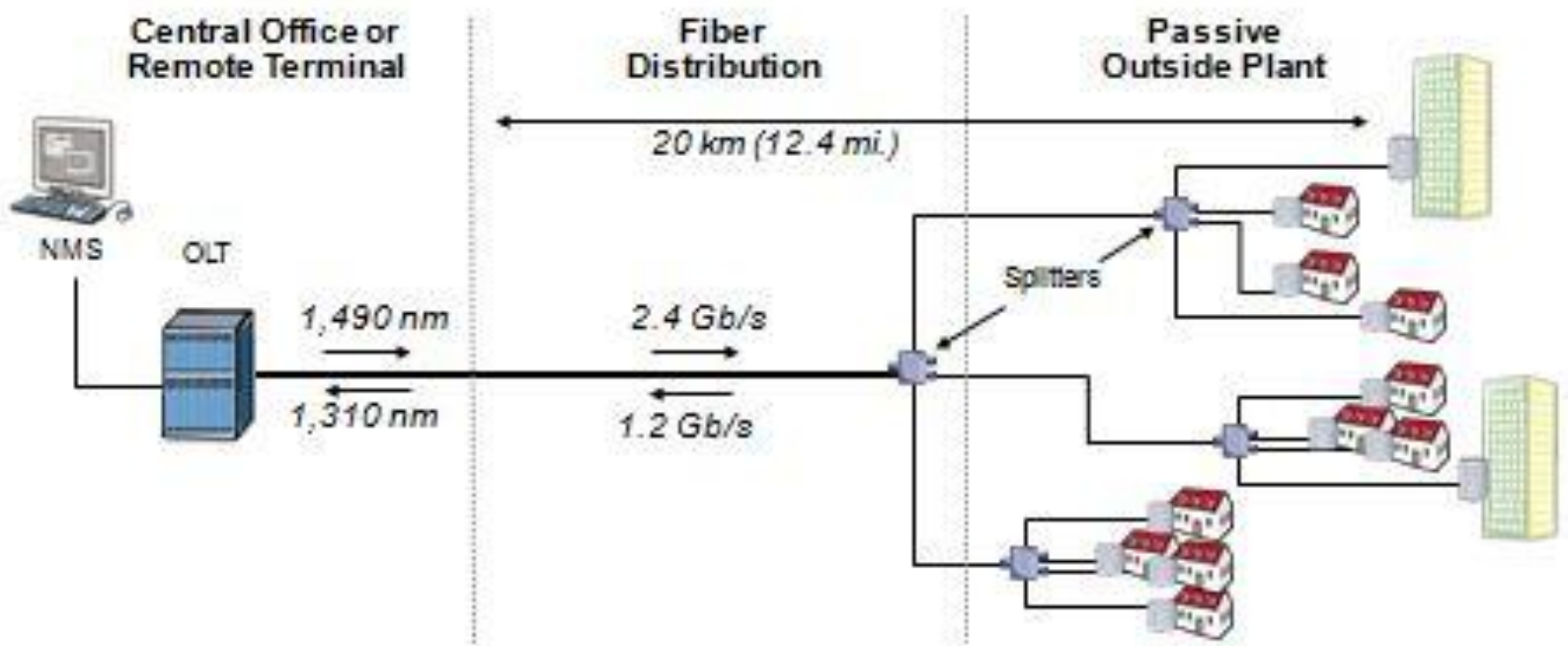
การรับส่งข้อมูลระหว่าง OLT และ ONU



ข้อมูลจำเพาะขั้นต่ำของ PON

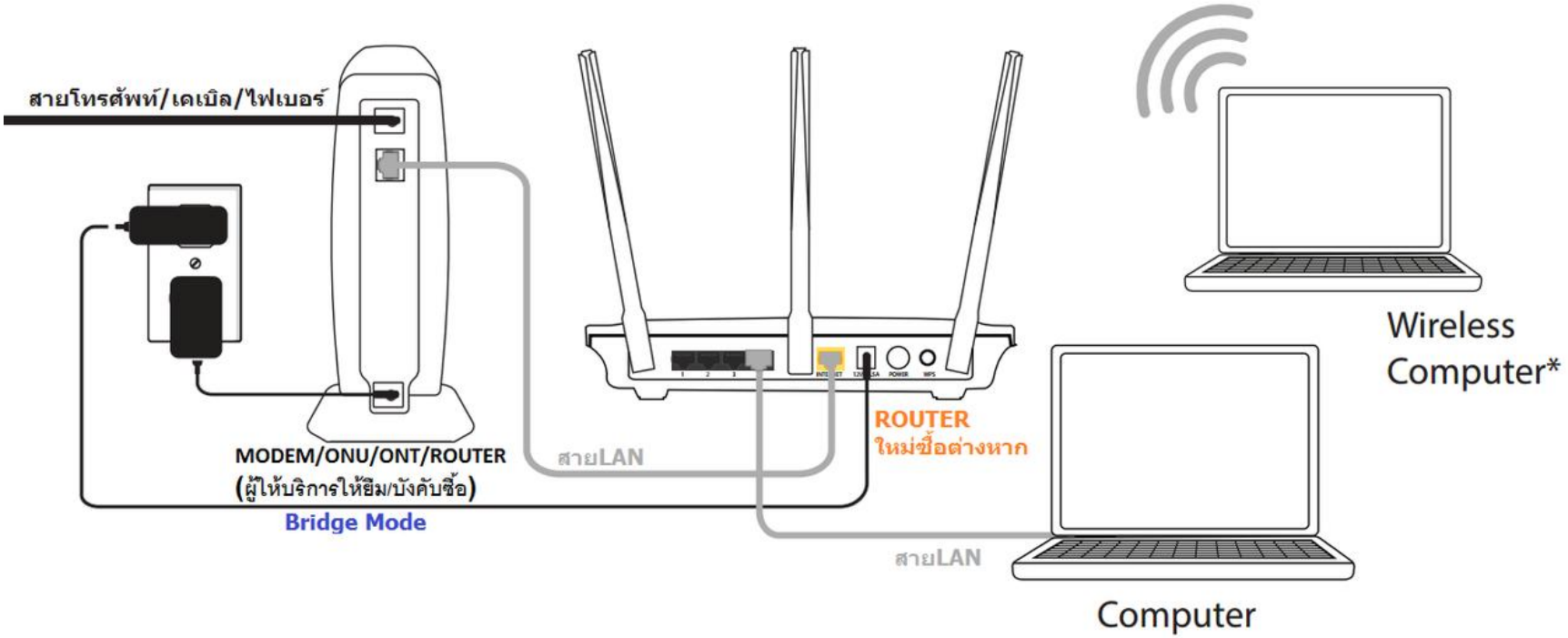
- ระยะความยาวของใยแก้วนำแสงจาก OLT ไป ONU โดยมี splitter กั้นกลาง จะต้องไม่เกิน 20 km (ผู้ผลิตบางรายอาจมากกว่านี้)
- splitter ratio ต้องไม่เกิน 1:64 (ผู้ผลิตบางรายอาจมากกว่านี้)
- Downstream/Upstream Bandwidth ของ ONU ทั้งหมดในแต่ละ PON port ต้องไม่เกิน 2488/1244 Mbps ตามลำดับ (เฉพาะ GPON (Gigabit-capable PON)
- โครงข่ายใยแก้วนำแสงจาก OLT ไป ONU ในแต่ละ PON port ต้องมีค่าลดทอนไม่เกินกว่าข้อกำหนดในการรับพลังงานแสงของ ONU (Receive Sensitivity) บางผู้ผลิตทำได้สูงถึง -30 dB
- ถ้าไม่ใช้ splitter เลย ระยะความยาวใยแก้วนำแสงสูงสุดเท่ากับ 60 km
- ใน PON port เดียวกัน ระยะห่างของ ONU ที่ไกลที่สุด ต้องไม่เกิน 20 km (นับความยาวของใยแก้วนำแสง)

โครงสร้างของระบบ PON

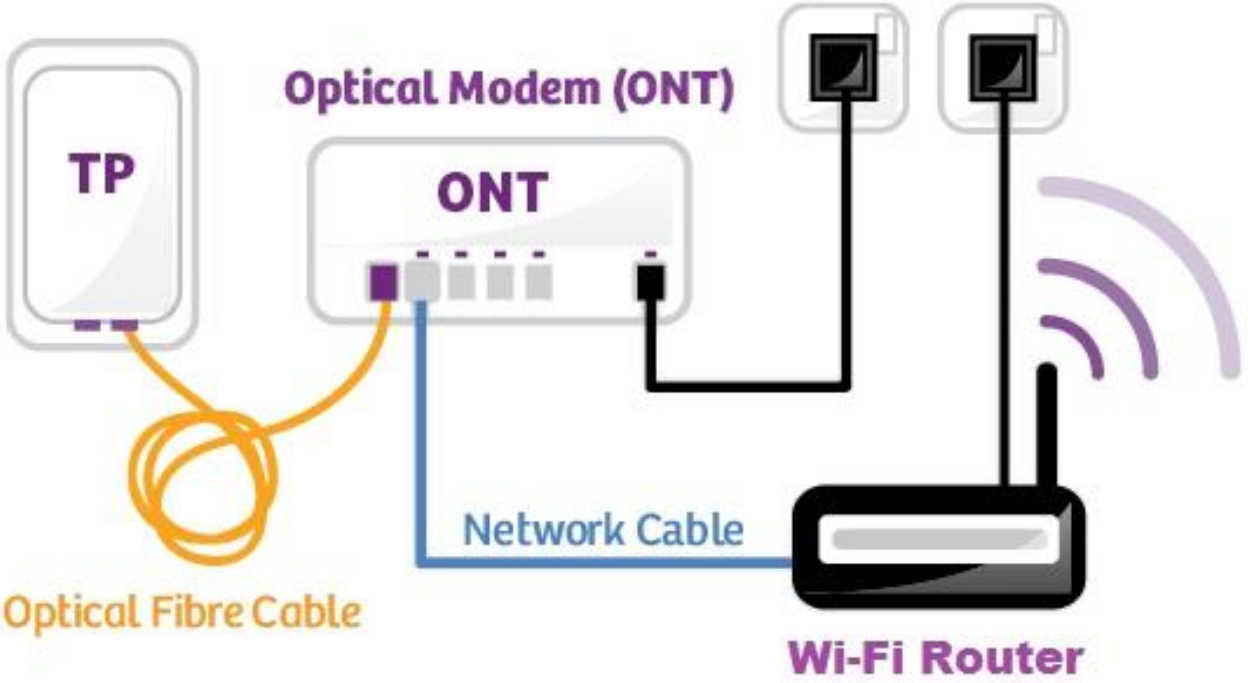


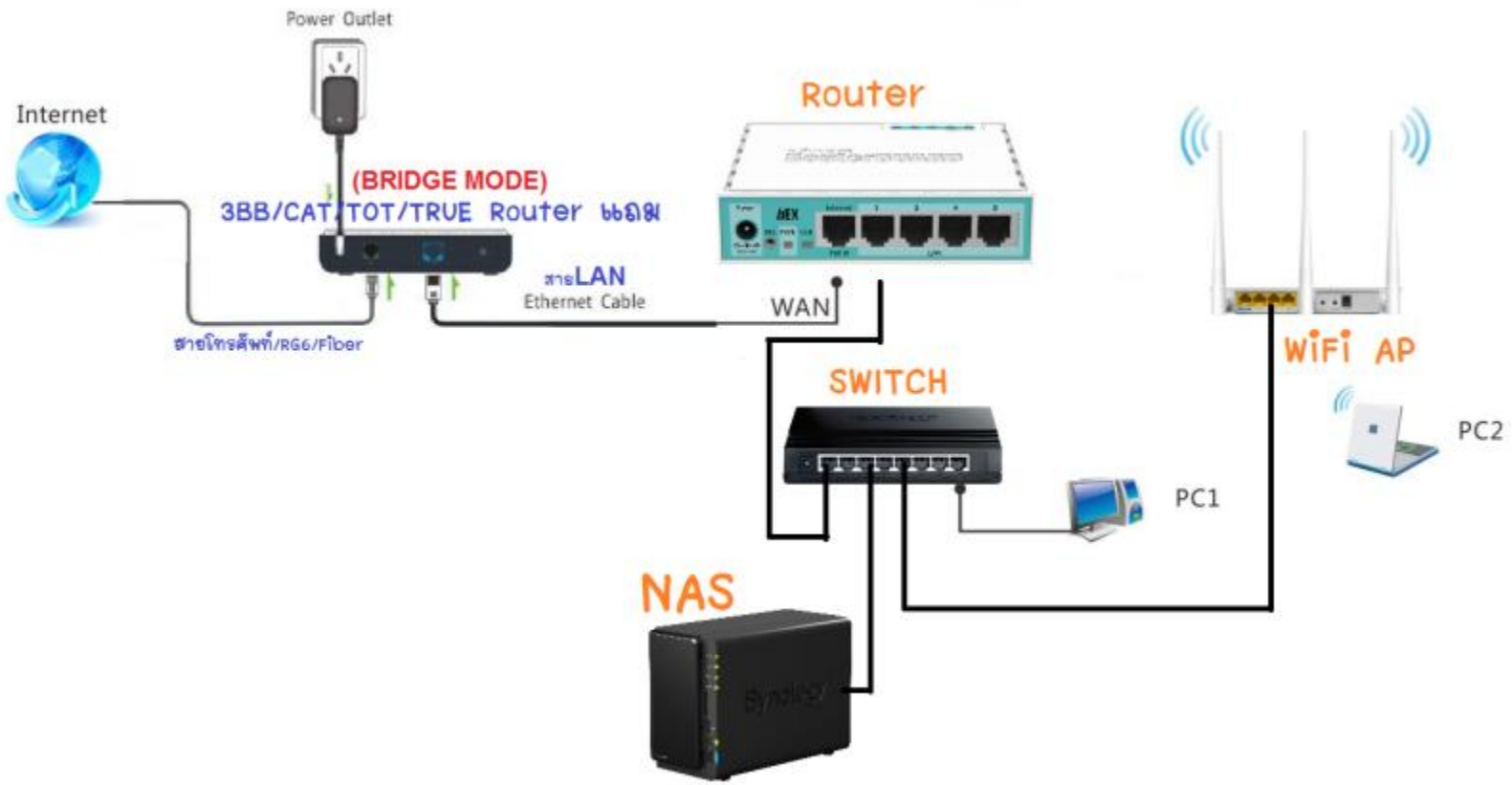
ONU
(Optical Network Unit)

- เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายปลายทาง เช่น คอมพิวเตอร์ ผ่าน สวิทช์ หรือ WiFi


สายโทรศัพท์/เคเบิล/ไฟเบอร์
MODEM/ONU/ONT/ROUTER
(ผู้ให้บริการให้ยืม/บังคับซื้อ)
Bridge Mode
สายLAN
ROUTER
ใหม่ซื้อต่างหาก
Wireless
Computer*
สายLAN
Computer

Termination Point (TP)

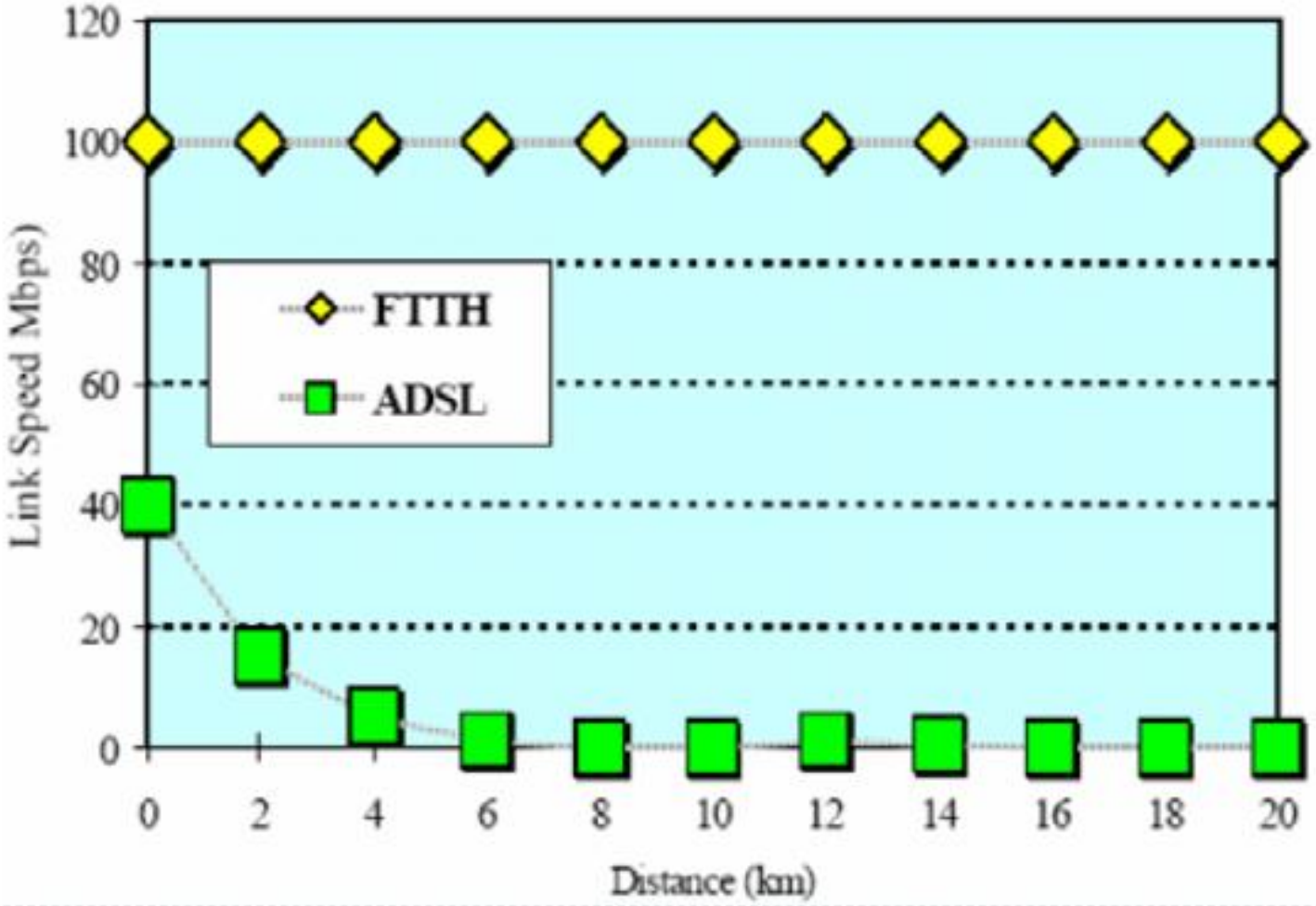



Power Outlet
Internet
(BRIDGE MODE)
3BB/CAT/TOT/TRUE Router แบบใช้
สายLAN
Ethernet Cable
สายโทรศัพท์/RG6/Fiber
Router
WAN
WiFi AP
SWITCH
PC1
PC2
NAS

Advantages of using Optical Fibers in data transfer

- Optical Fibers permits transmission over longer distances and at higher data rates (bandwidth) than other forms of communications.
- Optical Fibers are less susceptible to outside interference like electrical noise.
- Light can travel from one computer to another over a single fiber.
- Optical Fibers are thinner and lighter compared to other cables.
- Cost beneficial over the long run

เปรียบเทียบความเร็วในการสื่อสัญญาณของระบบ ADSL กับ FTTH เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น



Disadvantages of using Optical Fibers in data transfer

- Installing an Optical Fiber requires special equipment
- If a fiber breaks inside the plastic jacket finding the location of the problem is difficult
- Repairing a broken Fiber is difficult

https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%83%E0%B8%A2%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%B3%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%87

Fiber Optic

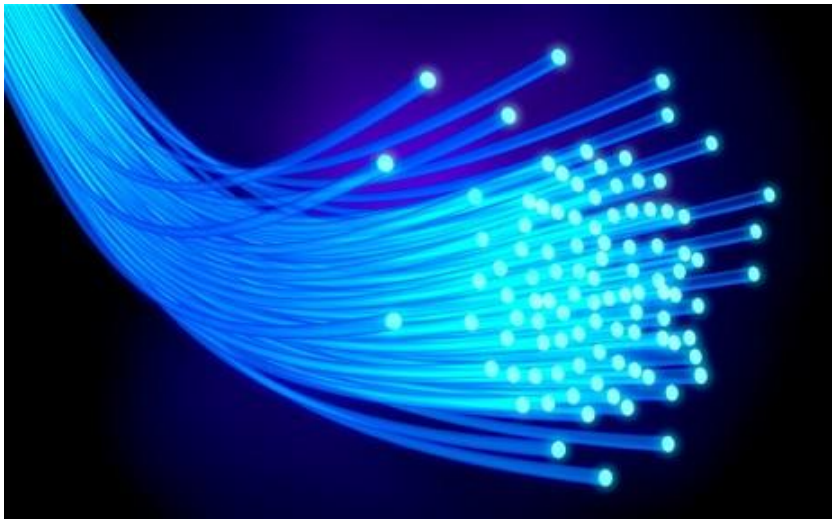
ใยแก้วนำแสง

Fiber Optic

ผลิตด้วยแก้วหรือพลาสติกคุณภาพสูง ที่สามารถยืดหยุ่นโค้งงอได้

มีคุณสมบัติหลักในกานำส่งลำแสงจากต้นทางไปยังปลายทาง

มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 8-10 ไมครอน (10 ไมครอน = 10 ในล้านส่วนของเมตร $=10x10^{-6}=0.00001$ เมตร $= 0.01$ มม.) ซึ่งเล็กกว่าเส้นผมที่มีขนาด 40-120 ไมครอน, กระดาษ 100 ไมครอน



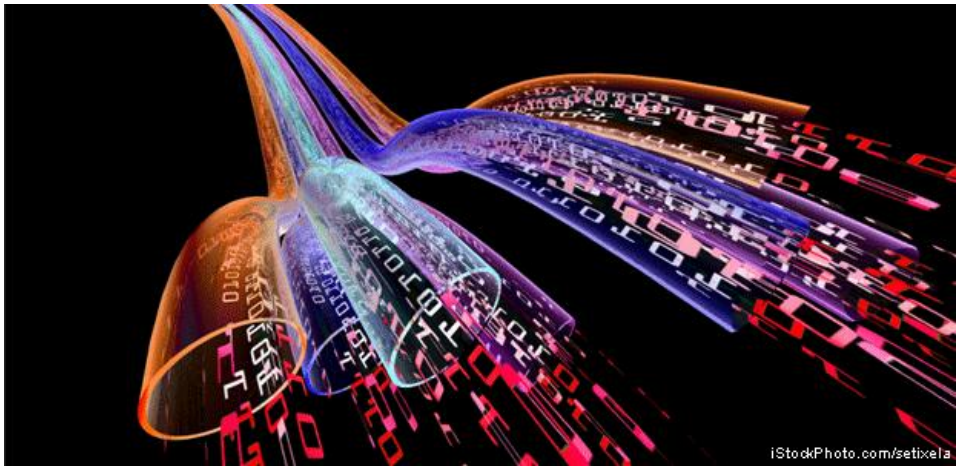
Fiber Optic

ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งแสงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง

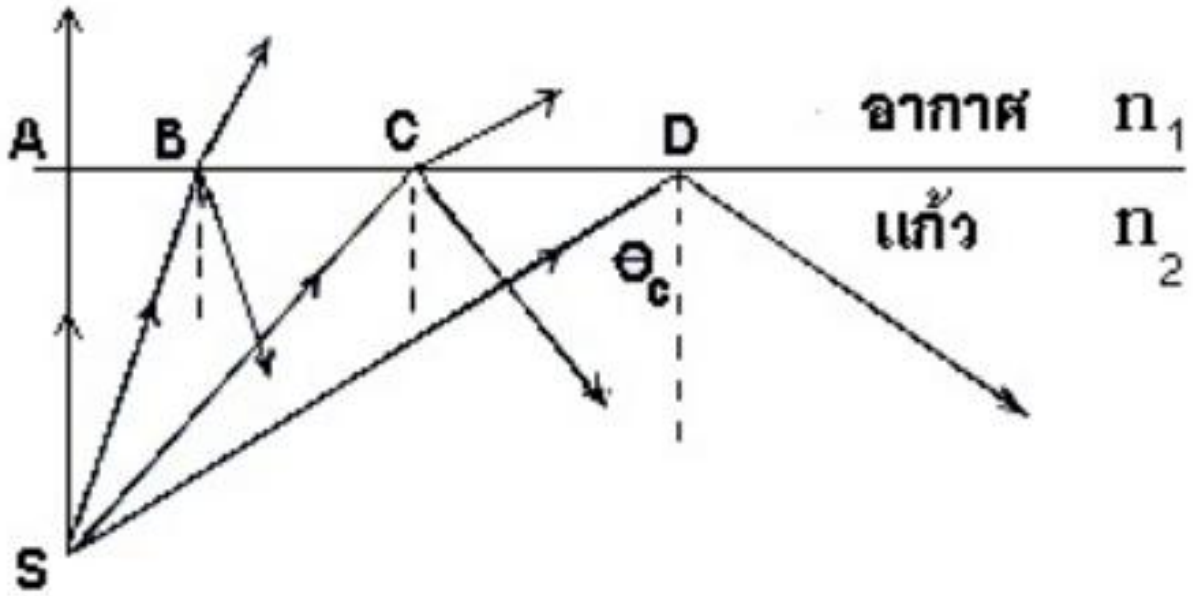
สามารถนำส่งได้ในระยะทางที่ไม่จำกัด

และสามาถส่งข้อมูลได้ในขนาดมากๆ(Bandwidth) ระดับ Gbps

และไม่มีผลกระทบกับคลื่นสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า



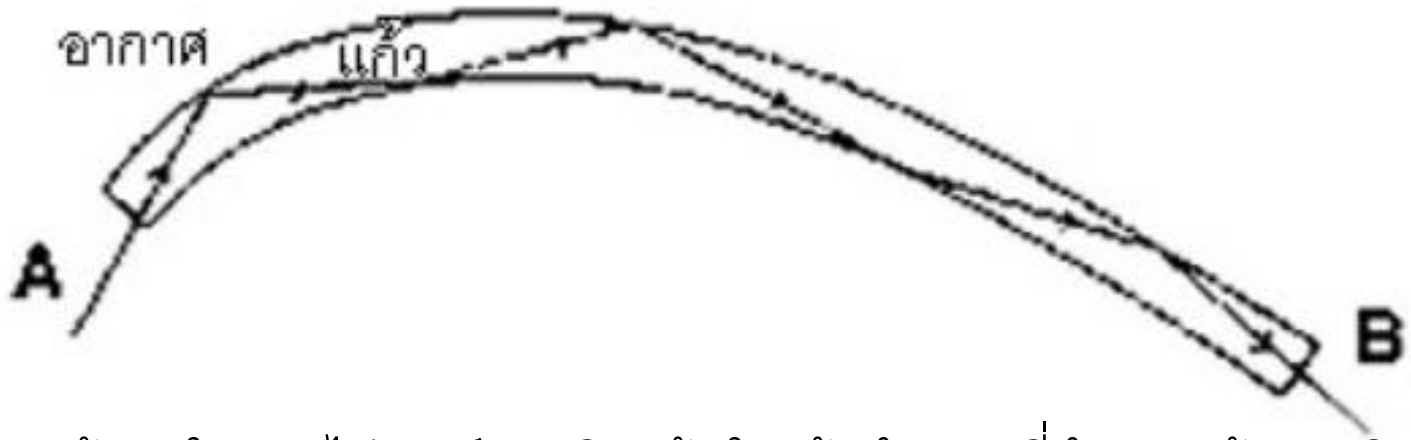
หลักการของการสะท้อนแสง



จุดกำเนิดแสงอยู่ที่ S จะมีแสงออกจากจุด S นี้ไปยังจุดต่าง ๆ ของผิวแก้ว

ที่จุด D จะไม่มีการหักเห แสงจากจุด S ทั้งหมดจะสะท้อนกลับมาในแก้ว ณ. จุดนี้จะเรียกมุมว่า มุมวิกฤต (Critical angle) ทำให้เกิดปรากฏการณ์ การสะท้อนกลับหมด (Total reflection)

เส้นทางของแสงในสายไฟเบอร์ออพติก



เมื่อแสงผ่านเข้ามาในสายไฟเบอร์ออพติก(เส้นใยแก้วนำแสง)ที่ทำจากแก้ว จะเกิดการสะท้อนกลับหมดที่ผิวแก้ว

สามารถนำแสงจากจุด A ไปยังจุด B ได้ โดยเส้นทางของ AB เป็นเส้นโค้ง

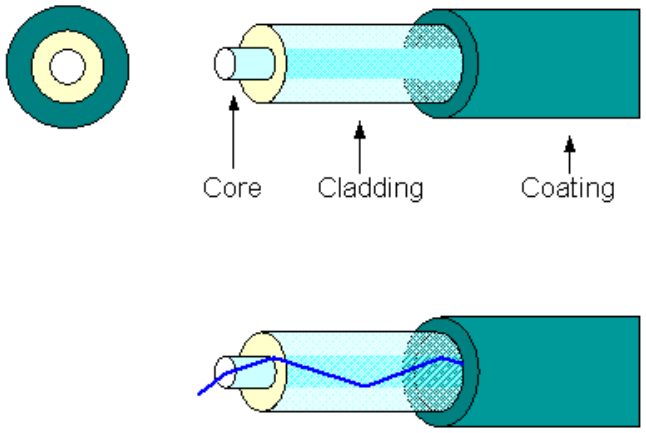
โครงสร้าง

โครงสร้างของเส้นใยแสงประกอบด้วยส่วนที่แสงเดินทางผ่านเรียกว่า CORE

ส่วนที่หุ้มCORE อยู่เรียกว่า CLAD

ทั้ง CORE และ CLAD เป็นDIELECTRIC ใส 2 ชนิด

(DIELECTRIC หมายถึงสารที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เช่น แก้ว พลาสติก)



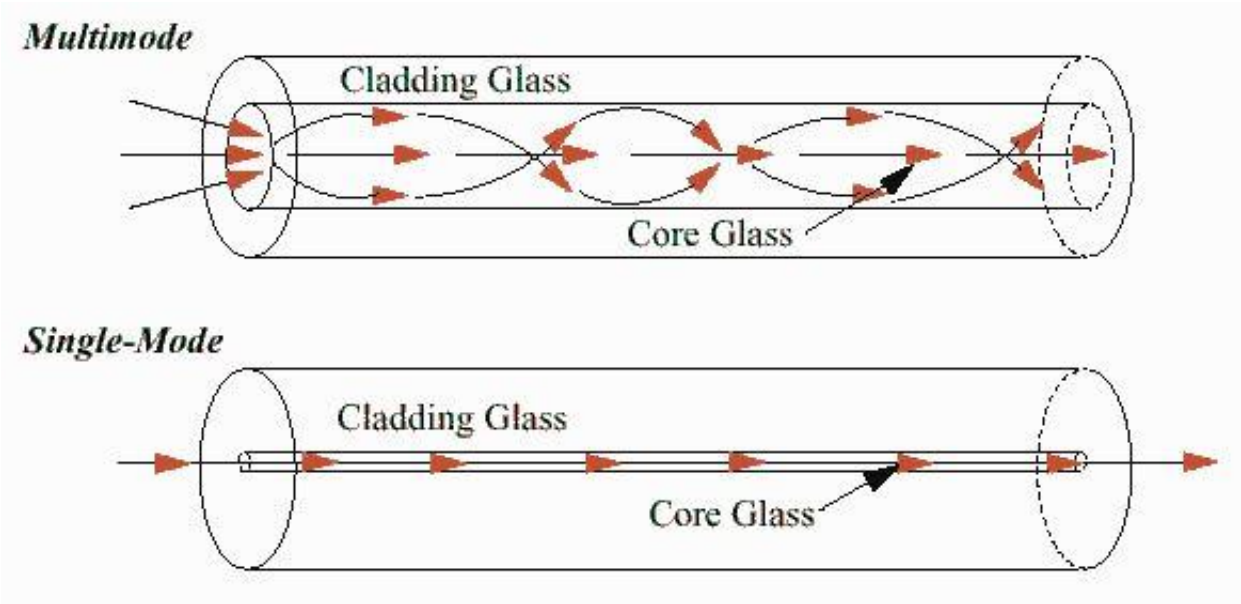
The Optical Fiber carries the light in its core, whose Refractive Index is greater than that of the cladding

ค่าดัชนีการหักเหของ CLAD มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีการหักเหของCORE ประมาณ 0.2-3%

อาศัยปรากฏการณ์สะท้อนแสงกลับหมดของการห่อหุ้มด้วย Cladจึงทำให้แสงเดินทางไปได้ไกลๆ

สายใยแก้วนำแสงมี 2 โหมด

- 1) การส่งสัญญาณโหมดเดี่ยว (Single Mode)
- 2) การส่งสัญญาณโหมดผสม (Multi Mode)

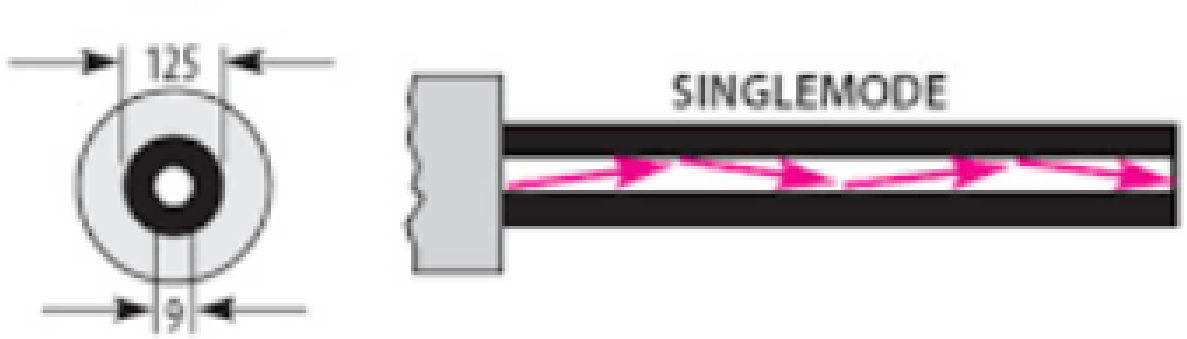


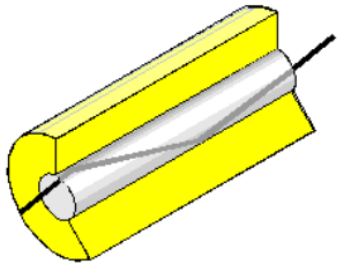
ออพติคเคเบิล 1 เส้น ประกอบด้วย ใยแก้วนำแสงตั้งแต่ 2 core ขึ้นไป มี 2 ชนิด คือ แบบ multi-mode (MM)และแบบ single-mod(SM)ความแตกต่างของทั้งสองชนิดนี้ คือขนาดของตัวใยแก้วใจกลางหรือที่เรียกว่า core

1) การส่งสัญญาณโหมดเดี่ยว (Single Mode)

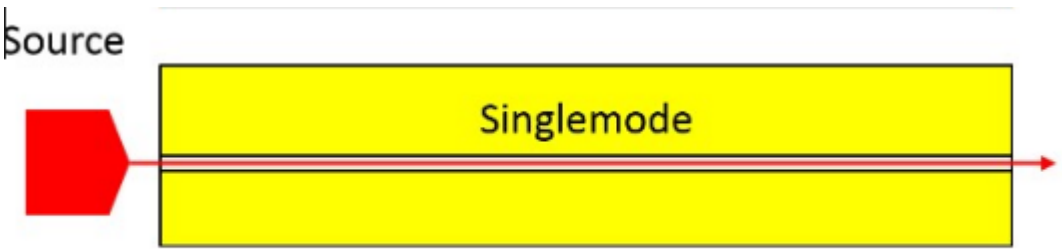
Single Mode (SM) ออพติคเคเบิลเป็นสีเหลืองมีเส้นผ่าศูนย์กลางของ Core และ Cladding 9/125 um ตามลำดับ

*ขนาด **core** เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมครอน*

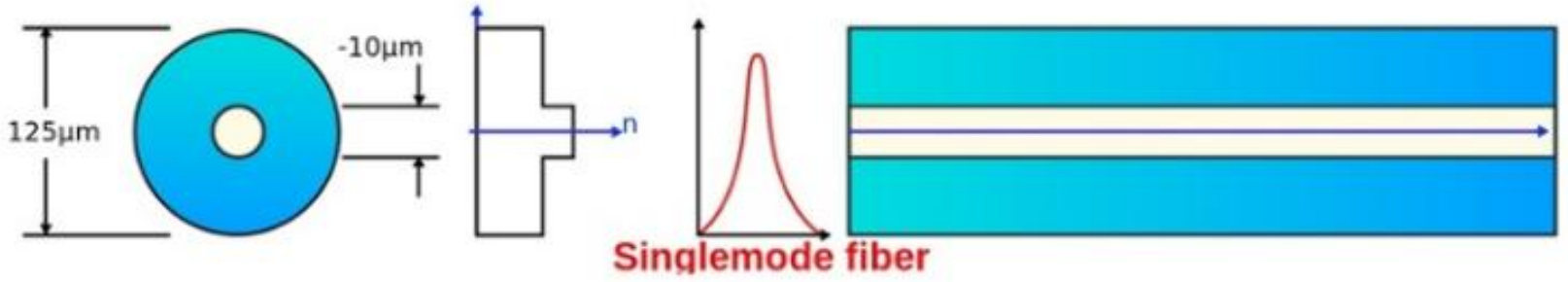




เมื่อ core มีขนาดเล็กมาก ทำให้แสงเดินทางเป็นระเบียบขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียน้อยลง ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดประมาณ 2,500 ล้านบิทต่อวินาทีต่อหนึ่งความยาวคลื่นแสงที่ 1300 นาโนเมตร ด้วยระยะทางไม่เกิน 20 กม. ระยะทางในการใช้งานจริง ได้ถึง 100 กม. และความเร็วจะลดลง แต่ไม่ต่ำกว่า 1,000 Mbps



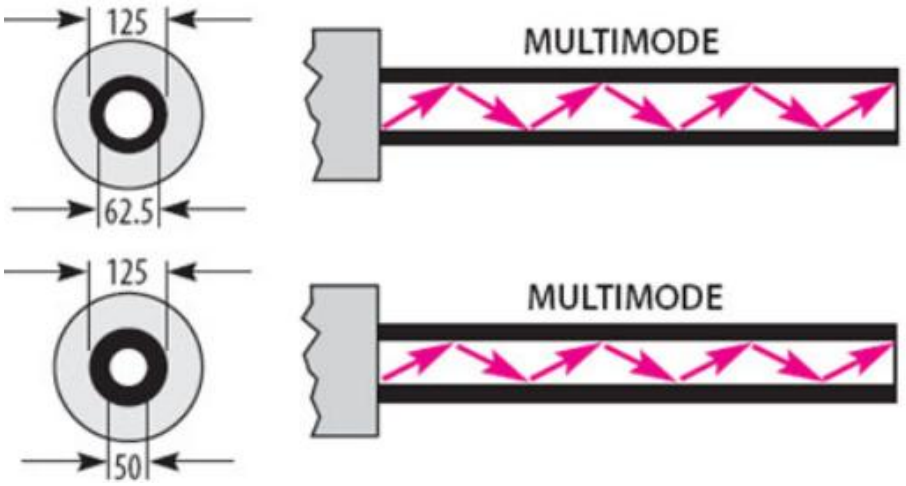
ข้อดีของ SM อีกอันหนึ่งก็คือ มันทำงานที่ความยาวคลื่นที่ 1300 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการลดทอนแสงน้อยที่สุดซึ่งส่วนของแกนแก้วจะมีขนาดเล็กมากและจะให้แสงออกมาเพียง Mode เดียว แสงที่ใช้จะต้องเป็น เส้นตรง ข้อดีทำให้ส่งสัญญาณได้ไกล

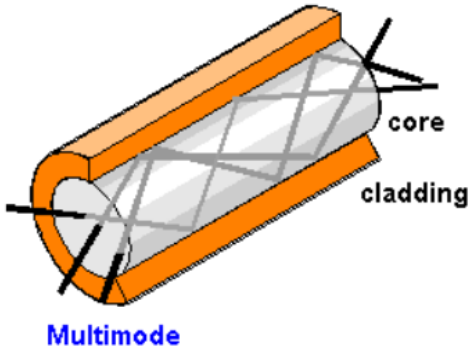


2) การส่งสัญญาณโหมดผสม (Multi Mode)

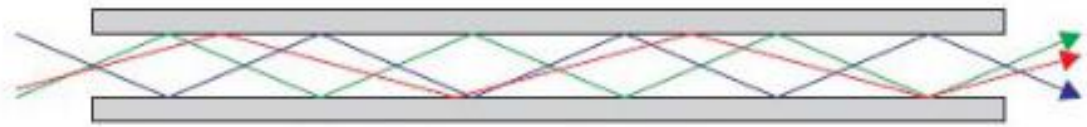
Multi Mode (MM) ออพติคเคเบิลมีสีส้ม

จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Core และ Cladding 62/125 um และ 50/125 um ตามลำดับ





แกนมีขนาดใหญ่ขนาด core เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้ม เส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมครอน เนื่องจากมีขนาด core ใหญ่ ทำให้แสงที่เดินทางกระจัดกระจาย



Multimode Fiber

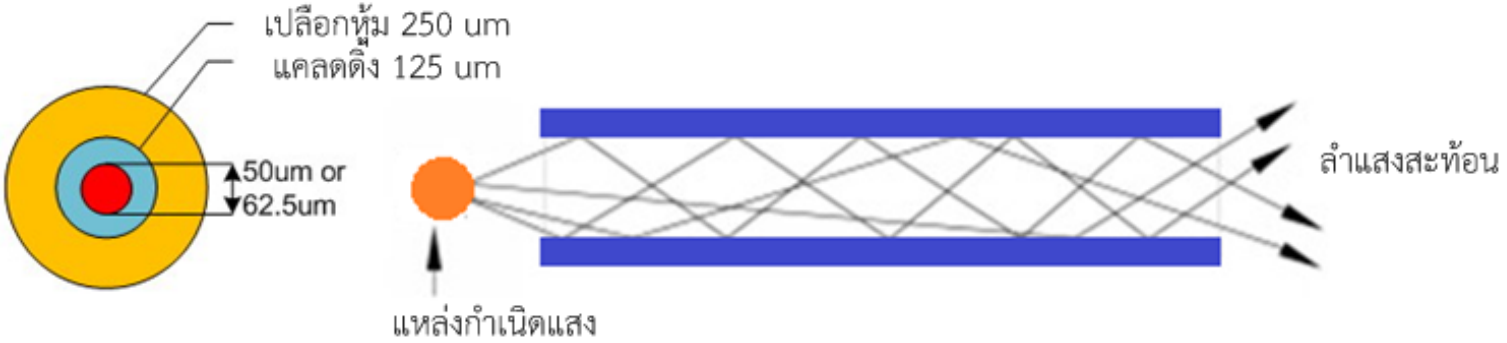
ทำให้แสงเกิดการหักล้างกัน จึงมีการสูญเสียของแสงมาก

เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคาร

ข้อดีก็คือ ราคาถูก เพราะ core มีขนาดใหญ่ สามารถผลิตได้ง่ายกว่า

Step Index

- แบบ Step Index เป็นสายที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างขนาด 62.5/125 หรือ 50/125 ไมโครเมตร หมายถึงเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อแก้ว 62.5 ไมโครเมตรหรือ 50ไมโครเมตร และแคล็ดดิงรวมท่อแก้ว 125 ไมโครเมตร (micrometer) มีความหนาแน่นเท่ากันตลอดทั้งแกน ดังนั้นมุมที่ตกแตกต่างกันจะมีผลให้มุมหักเหแตกต่างกันไปด้วย มีผลให้สัญญาณที่ไปถึงปลายทางอาจจะไม่พร้อมกัน จึงมีผลทำให้อัตราความเร็วในการส่งสัญญาณต่ำกว่าแบบอื่น ซึ่งระยะทางการใช้งานไม่ควรเกิน 500 เมตร



ลักษณะการสะท้อนของแสงภายในใยแก้วนำแสงแบบ Step Index

Grade Index

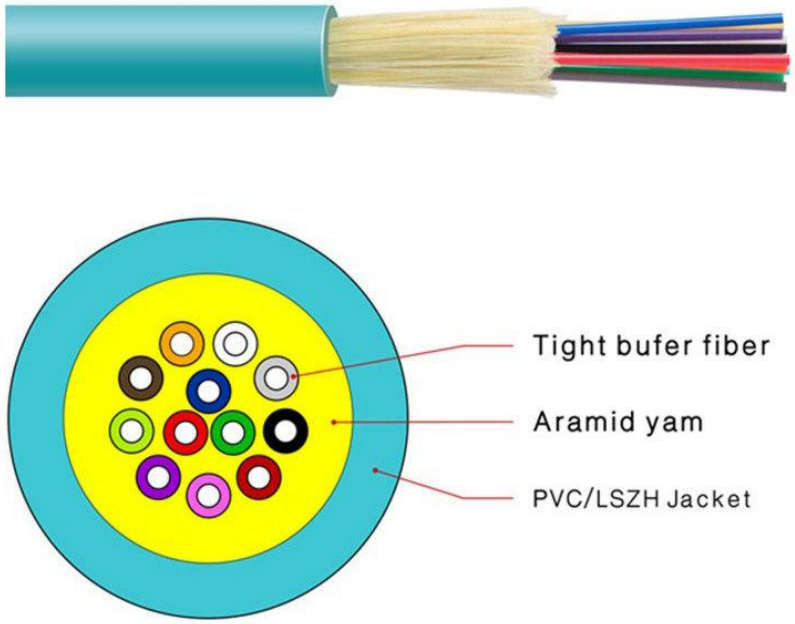
- แบบเกรดอินเด็กซ์ (Grade Index) มีขนาดสายใกล้เคียงกับขนาด Step Index แต่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน โดยส่วนที่อยู่ตรงกลางของแกนกลางจะมีความหนาแน่นน้อยที่สุด และจากนั้นจะเพิ่มความหนาแน่นขึ้นเรื่อยๆ ของรัศมีแกน เพื่อให้แสงหักเหไปตามความหนาแน่นและสะท้อนกลับทั้งหมดเมื่อถึงแคลดดิ้ง ลักษณะการหักเหของลำแสงจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง และไปถึงปลายทางได้พร้อมกัน ดังในรูปที่ 3.25

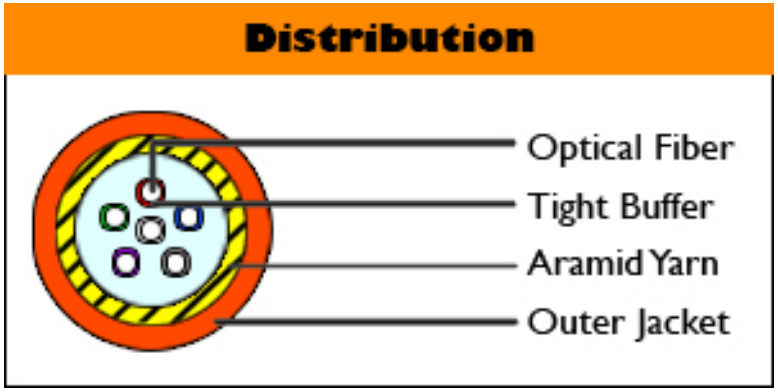
ลักษณะการสะท้อนของแสงภายในใยแก้วนำแสงแบบ Grade Index

สาย Fiber Optic แบ่งตามลักษณะการใช้งาน

- Tight Buffer เป็นสายไฟเบอร์แบบเดินภายในอาคาร (Indoor)

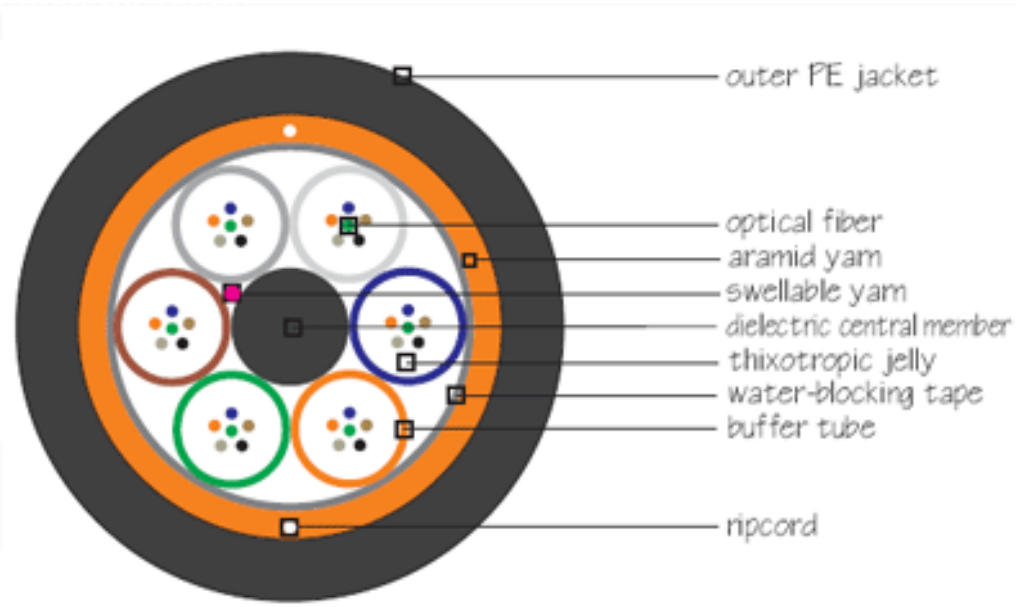
เป็นชนิดท่อแน่น โดย fiber optic ถูกหุ้มแน่นติดกัน ไม่มีเจลอยู่ด้านใน จึงเหมาะกับงานประเภทภายในอาคาร

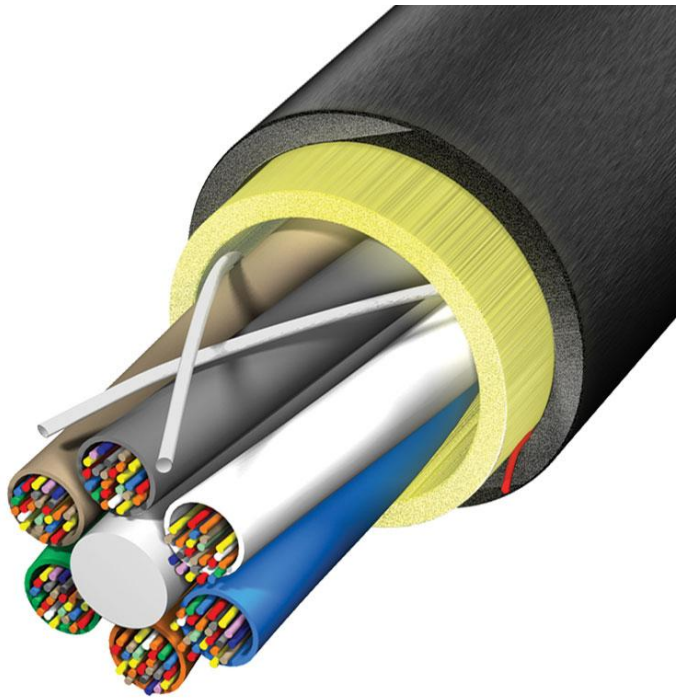




Loose Tube

เป็นสายไฟเบอร์ที่ออกแบบมาใช้เดินภายนอกอาคาร (Outdoor)
โดยการนำสายไฟ เบอร์มาไว้ในแท่งพลาสติก และใส่เยลกันน้ำเข้าไป เพื่อป้องกัน
ไม่ให้สัมผัสกับแรงต่างๆ อีกทั้งยังกันน้ำซึมเข้าภายในสาย

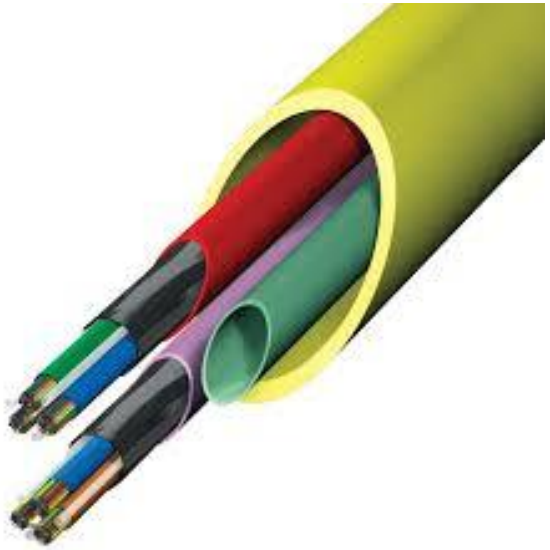




ชนิด Out Door มีประเภทใช้งานดังนี้

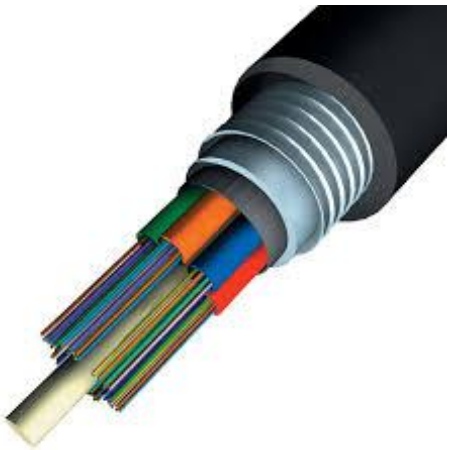
- 1) Duct Cable

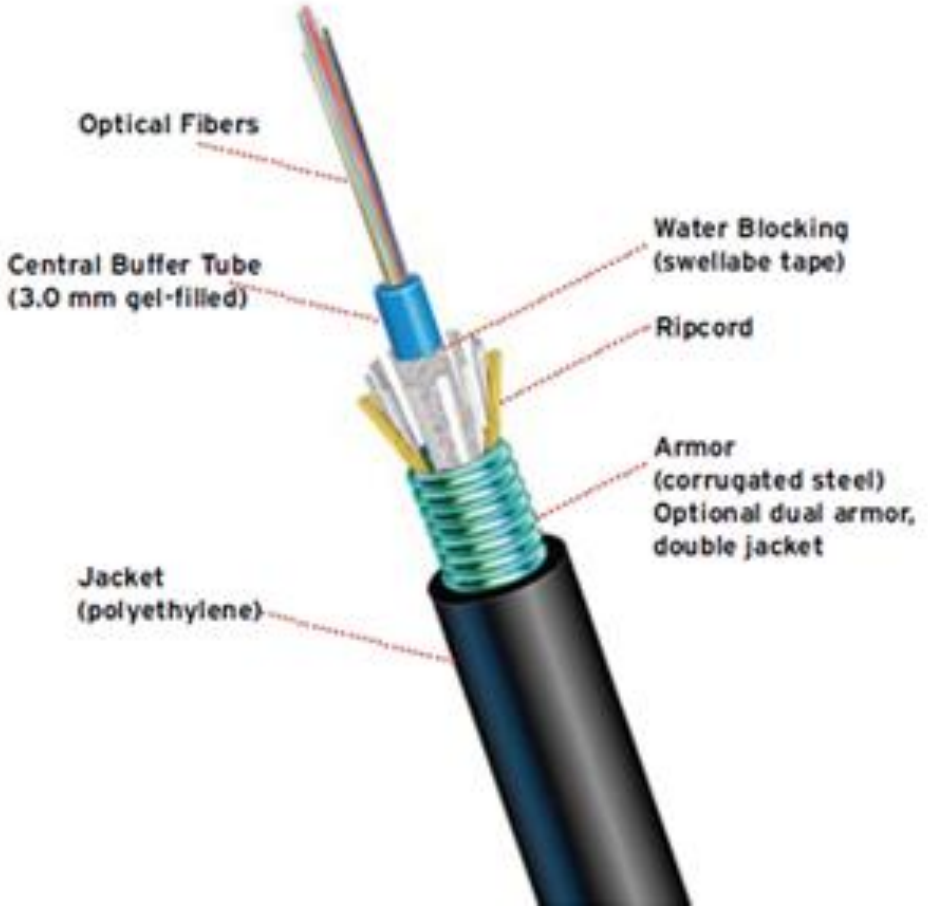
  เป็นสาย Fiber Optic แบบร้อยท่อ โครงสร้างของสายไม่มีส่วนใดเป็นตัวนำ ไฟฟ้า ซึ่งจะไม่มีปัญหาเรื่องฟ้าผ่า แต่จะมีความแข้งแรงทนทานน้อย ในการติดตั้งจึงควร ร้อยไปในท่อ Conduit หรือ HDPE (High-Density-Polyethylene)



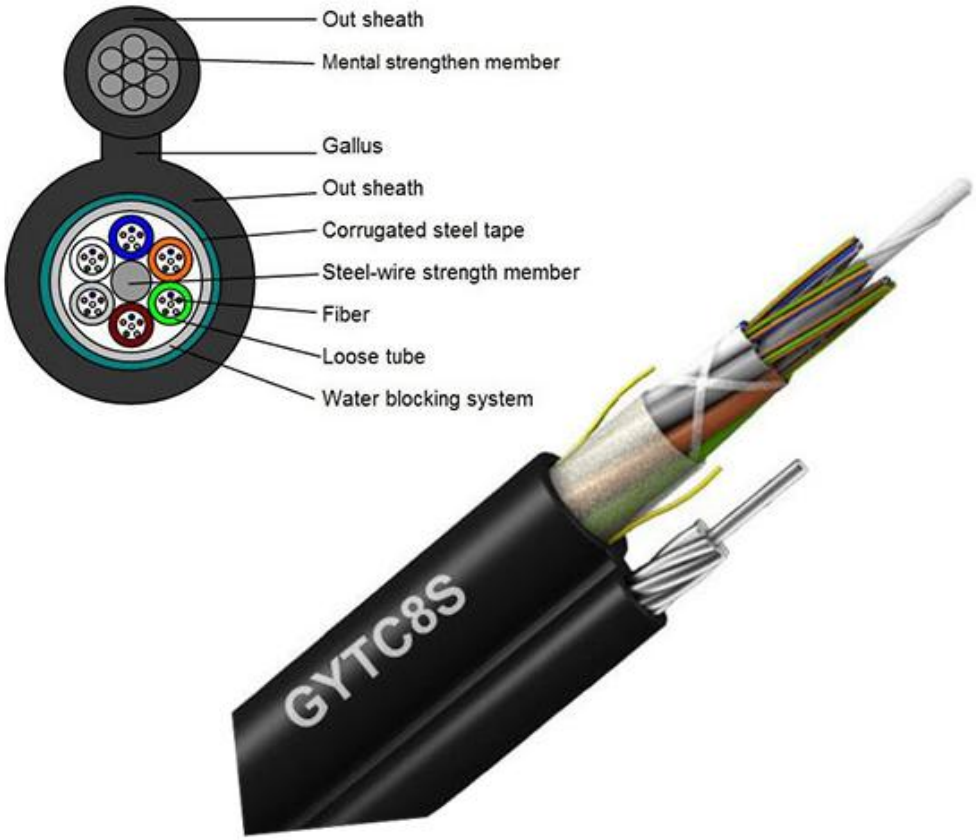
- 2) Direct Burial

เป็นสาย Fiber Optic ที่ออกแบบมาให้สามารถใช้ฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ โดยโครงสร้างของสายจะมีส่วนของ Steel Armored เกราะ ช่วยป้องกัน และเพิ่ม ความแข็งแรงให้สาย

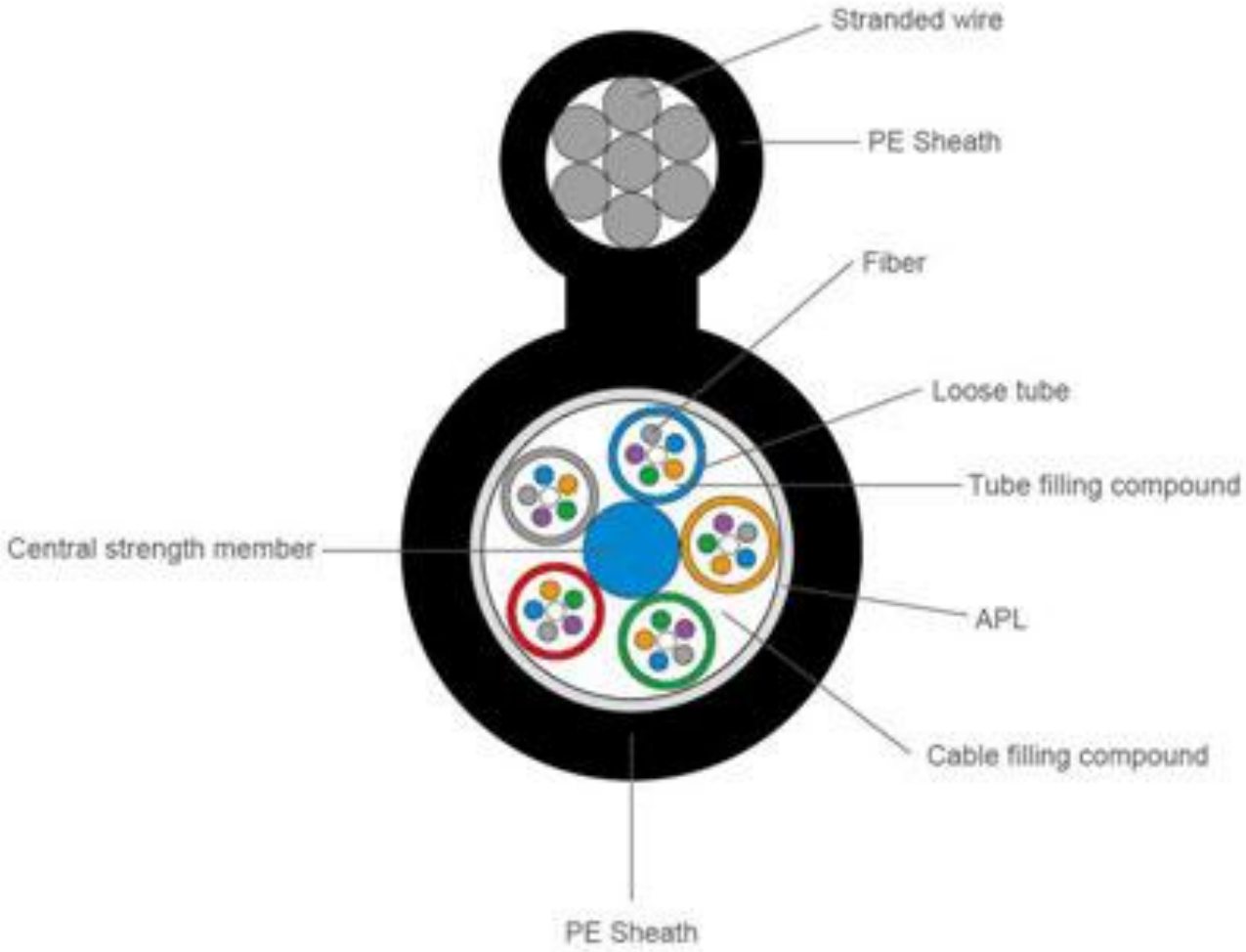




3) Figure - 8



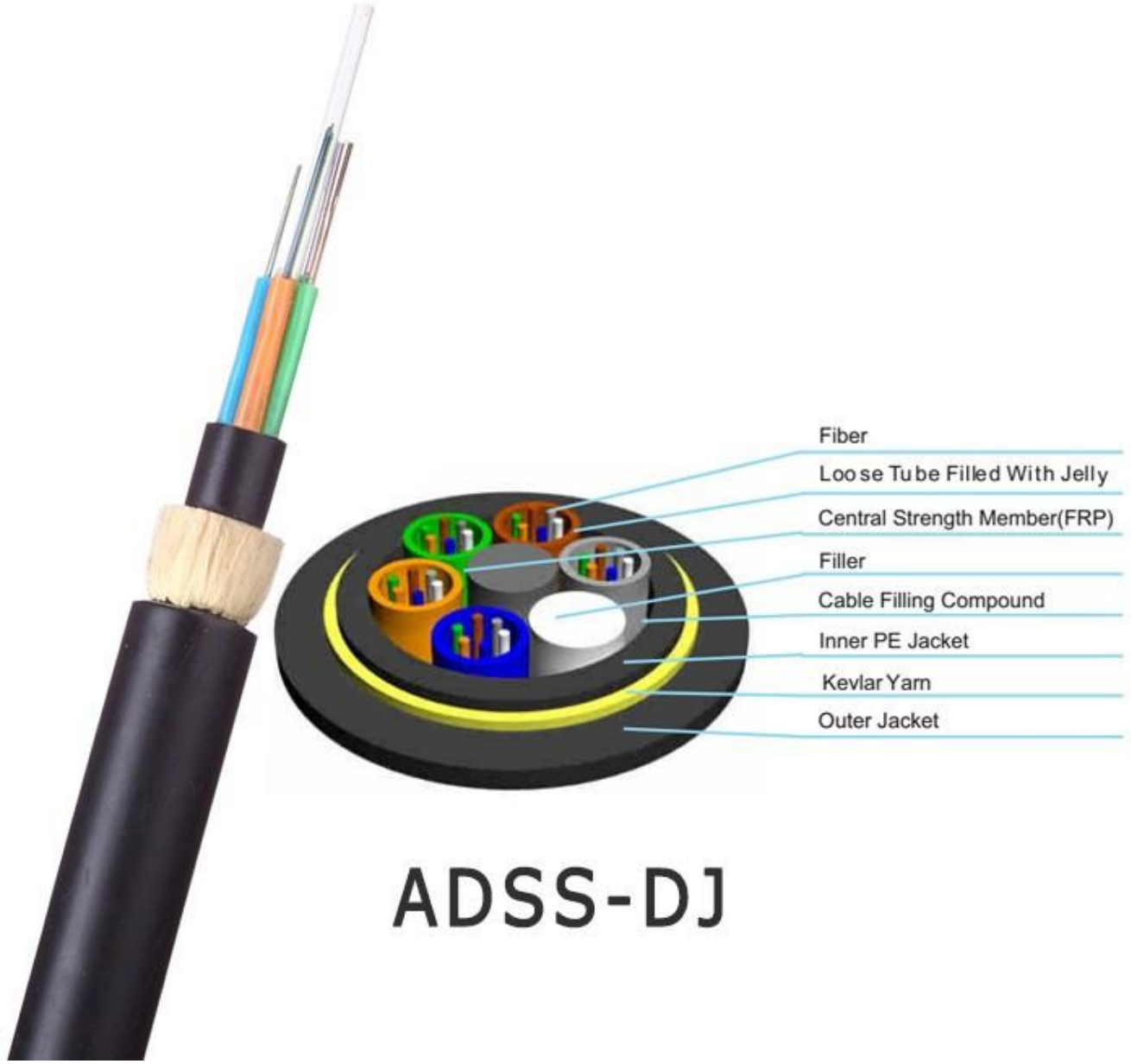
- เป็นสายไฟเบอร์ที่ใช้แขวนโยงระหว่างเสา โดยมีส่วนที่เป็นลวดสลิงทำหน้าที่รับแรงดึงและประคองสาย จึงทำให้สายมีรูปร่างหน้าตัดแบบเลข 8 จึงเรียกว่า Figure - 8


Stranded wire
PE Sheath
Fiber
Loose tube
Tube filling compound
Central strength member
APL
Cable filling compound
PE Sheath

4) ADSS

- ADSS (All Dielectric Self Support)

เป็นสายไฟเบอร์ ที่สามารถโยงระหว่างเสาได้ โดยไม่ต้องมีลวดสลิงเพื่อประคองสาย เนื่องจากโครงสร้างของสายประเภทนี้ ได้ถูกออกแบบให้ เป็น Double Jacket จึงทำให้มีความแข็งแรงสูง


Fiber
Loose Tube Filled With Jelly
Central Strength Member(FRP)
Filler
Cable Filling Compound
Inner PE Jacket
Kevlar Yarn
Outer Jacket

ADSS-DJ

5) Indoor/Outdoor

- เป็นสายเคเบิลใยแก้วที่สามารถเดินได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร เป็นสายที่มีคุณสมบัติพิเศษที่เรียกว่า Low Smoke Zero Halogen (LSZH)

ซึ่งเมื่อเกิดอัคคีภัย จะเกิดควันน้อยและควันไม่เป็นพิษ เมื่อเทียบกับ Jacket ของสายชนิดอื่น ที่จะลามไฟง่ายและเกิดควันพิษ

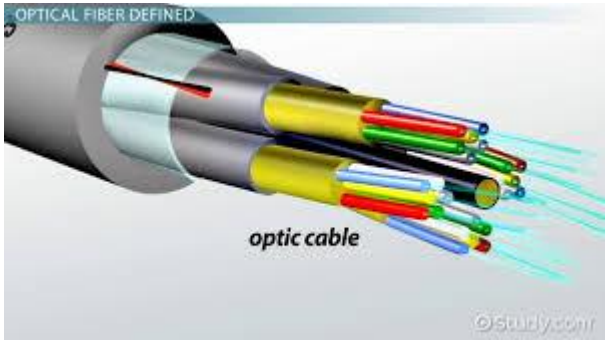
- เนื่องจากการเดินสายในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเดินภายนอกอาคาร ด้วยสาย Outdoor แล้วเข้า อาคาร ซึ่งผิดมาตรฐานสากล ดังนั้นจึงควรใช้สายประเภทนี้เมื่อมีการเดินจากภายนอกเข้าสู่ภายใน

- - การเรียงโค้ดสี
- การเข้าหัวสาย
- การตรวจสอบการลดทอนสัญญาณ และเครื่องมือ
- มิเดีย คอนเวอเตอร์

สีนี้ช่วยบ่งบอกว่าสายใยแก้วนำแสงเป็นสายลำดับที่เท่าไร

เนื่องจากสายแต่ละเส้นมีขนาดเล็กมาก สายใยแก้วจึงถูกมัดรวมกัน เป็นชุดๆละไม่เกิน 12 เส้น อยู่ในหลอดพลาสติคคล้ายหลอดกาแฟ เรียกว่า loose tube

แต่ละเส้น มี 2 สี สีหนึ่งบอกว่าเป็นชุดที่เท่าไร อีกสีหนึ่งบอกว่าเป็นเส้นที่เท่าไร เช่น ชุดที่ 1 เส้นที่ 5 จะมีสีน้ำเงิน-เทา



ชุดที่/เส้นที่	สี
1	น้ำเงิน
2	ส้ม
3	เขียว
4	น้ำตาล
5	เทา
6	ขาว
7	แดง
8	ดำ
9	เหลือง
10	ม่วง
11	ชมพู
12	ฟ้า