

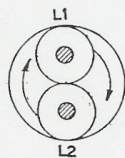
ใบความรู้ที่ 7

เรื่อง เคเบิลโทรศัพท์

7.1 โครงสร้างของสายเคเบิลแบบต่างๆ

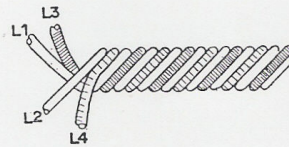
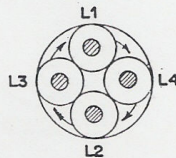
ลวดตัวนำที่ใช้ในสายเคเบิลนั้น จะใช้ลวดทองแดงที่มีขนาดต่างๆ กัน โดยทั่วไปลวดตัวนำจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32, 0.4, 0.5, 0.65 และ 0.9 มิลลิเมตร ปกติสายเคเบิลที่ใช้เชื่อมโยงระหว่าง Local Exchange ด้วยกัน ซึ่งเรียกว่า Junction Cable นั้น มักใช้สายเคเบิลที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดตัวนำใหญ่ คือ 0.65 มิลลิเมตร แต่ถ้าระยะทางไกลก็อาจจะใช้สายที่มีลวดตัวนำขนาด 0.9 มิลลิเมตร หรือใช้ Loading Coil เพื่อช่วยในการลดปริมาณของ Loss ในคู่สายลง ทำให้สายเคเบิลที่มี Loss น้อยที่สุด

1. TWIN TYPE คือ นำลวดสายมาตีเกลียวเป็นคู่ ๆ แล้วพORMรวมกันเป็นเคเบิล



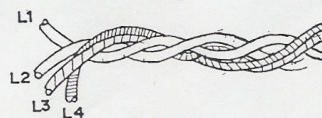
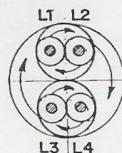
รูปที่ 5 TWIN TYPE

2. STAR QUAD TYPE คือ นำสาย 4 เส้นมาตีเกลียวเข้าด้วยกันแล้วพORMรวมกันเป็นเคเบิล



รูปที่ 6 STAR QUAD TYPE

3. MULTIPLE TWIN TYPE คือ นำสายมาตีเกลียวกันทีละคู่ แล้วนำทั้งสองคู่มาตีเกลียวเข้าด้วยกันอีกครั้งหนึ่งเป็นรูป QUAD



สายเคเบิลจะประกอบด้วยสายตัวนำจำนวนมาก ลวดตัวนำแต่ละเส้นจะถูกหุ้มด้วยฉนวนที่เป็นกระดาษ (Sheath) หรือ Plastic หรือ PVC แล้วจัดรูปแบบในลักษณะต่างๆ กันคือใช้สาย 2 เส้นตีเกลียวกันเป็นคู่เรียกว่า Twin Type แบบใช้สาย 4 เส้นตีเกลียวทำเป็น Quad เรียกว่า Star Quad Type และ แบบ Twin

Type 2 กู๊ ตีเกลียวอีกครั้งหนึ่งเรียกว่า Multiple Twin Type การตีเกลียวคู่สายก็เพื่อลดค่า Capacitance ในคู่สายลง จากนั้นก็จะจัดคู่สายโดยรวมคู่สายตีเกลียวแล้วเข้ากันเป็นเคเบิล ซึ่งมีหลายแบบคือ

- Unit คือ การจัดคู่สายให้เป็นกลุ่มๆ และมี Binder พันรอบกลุ่ม
- Layer คือ การจัดคู่สายให้เป็นชั้นๆ แต่ละชั้นจะมีคู่สายแสดงการเริ่มต้นและลงท้าย
- Combination คือ การจัดคู่สายรวมกันแบบ Unit แล้วจึงทำเป็น Layer อีกครั้งหนึ่ง แต่ละ Unit มี Binder ที่เป็นรหัสสีพันไว้ เพื่อเป็นการบอก Unit เริ่มต้นและ Unit สุดท้าย

เมื่อจัดคู่สายให้เป็นเคเบิลแล้วก็ต้องมีเปลือกหุ้มภายนอกอีก เพื่อป้องกันความชื้นและแรงดันสะท้อน รวมทั้งป้องกันการ Induce จากสายไฟแรงสูงหรืออื่นๆ จากสายเคเบิลแต่ละชนิดก็มีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งานในพื้นที่แต่ละท้องถิ่นสายเคเบิลโทรศัพท์ที่ใช้กันโดยทั่วไปมีดังนี้

2.1 Lead Sheath Cable เป็นสายเคเบิลที่ใช้กระดาษเป็นฉนวนหุ้มลวดตัวนำ และเปลือกที่หุ้มสายเคเบิลภายนอกเป็นตะกั่ว สายเคเบิลชนิดนี้มีน้ำหนักมาก จึงสร้างให้เป็นเคเบิลขนาดใหญ่หรือมีจำนวนคู่สายมากๆ ได้ลำบาก ไม่เหมาะที่จะใช้เป็น Aerial Cable ส่วนมากจะใช้ฝังดิน

2.2 Tape Armour Cable เป็นสายเคเบิลที่มีลักษณะเช่นเดียวกับ Lead Sheath Cable เปลือกหุ้มสายเคเบิลชั้นนอก นอกจากจะเป็นตะกั่วแล้วยังมีเทปเหล็ก (Steel Tape) พันรอบตะกั่วอีกชั้นหนึ่งเพื่อให้แข็งแรงขึ้น นอกจากนี้ยังมีปอ (Jute) ชุบน้ำยางกันน้ำพันรอบเทปเหล็กเพื่อป้องกันการกัดกร่อนที่เทปเหล็กสายเคเบิลชนิดนี้ใช้เป็นเคเบิลแบบฝังดินโดยตรง (Direct Buried Cable) และเนื่องจากมีน้ำหนักมาก จำนวนคู่สายจึงมีไม่มากนัก

2.3 Alpth Cable เป็นสายเคเบิลที่ใช้พลาสติก (Plastic) เป็นฉนวนหุ้มลวดตัวนำ มี Aluminium Tape พันรอบคู่สายเพื่อกันความชื้น และเปลือกหุ้มชั้นนอกสุดจะเป็น Polyethylene สีดำเพื่อป้องกันการสะท้อนและการ Induce จากสาย Power Line สายเคเบิลแบบนี้มีน้ำหนักเบา และสามารถสร้างให้มีจำนวนคู่สายได้มากถึง 3000 กู๊ จึงเหมาะที่จะใช้เป็น Aerial Cable

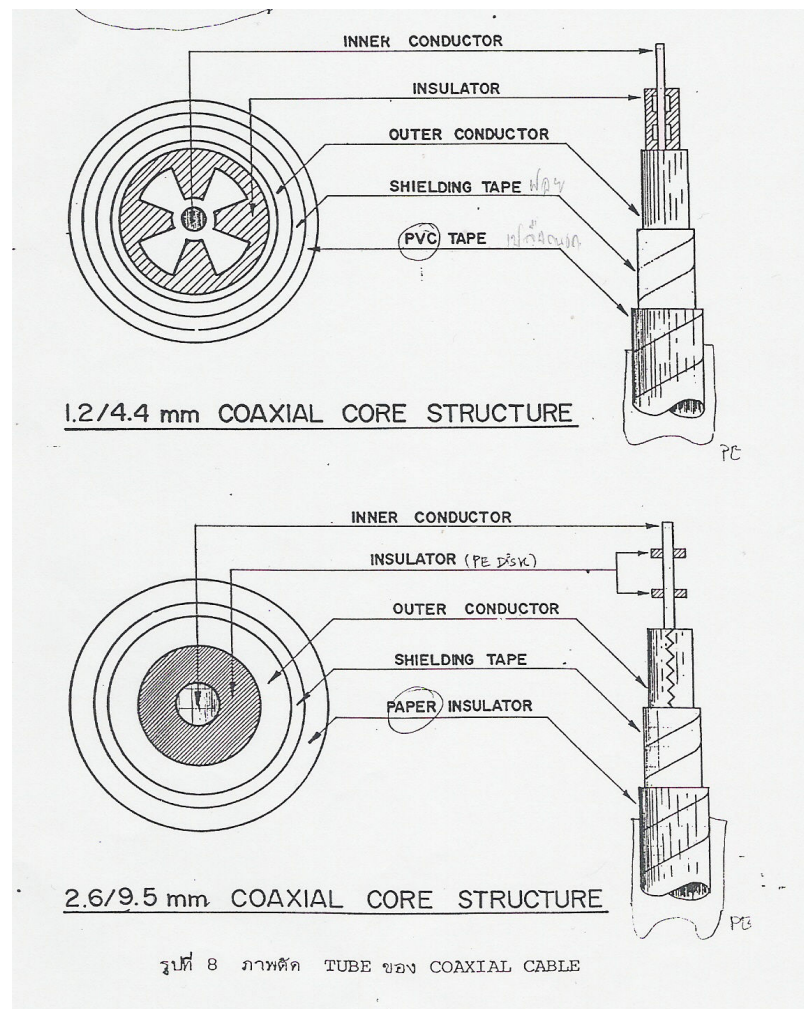
2.4 Stalpeth Sheath Cable เป็นสายเคเบิลที่ใช้กระดาษเป็นฉนวนหุ้มลวดตัวนำ มี Aluminium Tape พันรอบคู่สายเพื่อกันความชื้น และยังมี Steel Tape พันรอบ Aluminium Tape เพื่อป้องกันการสะท้อน ส่วนชั้นนอกสุดเปลือกหุ้มจะเป็น Polyethylene สีดำ สายเคเบิลแบบนี้เหมาะสำหรับใช้เป็น Underground in Conduit Cable หรือ Direct Buried Cable

2.5 Submarine หรือ Wire Armour Cable เป็นสายเคเบิลที่มีลักษณะโครงสร้างเช่นเดียวกับ Tape Armour Cable แต่เปลือกชั้นนอกใช้ Steel Rod แทน Steel Tape เพื่อให้มีความคงทนและแข็งแรงกว่า สายเคเบิลแบบนี้จะใ้วางใต้น้ำเช่น ในทะเล เป็นต้น

2.6 PVC Cable เป็นสายเคเบิลที่ใช้พลาสติกเป็นฉนวนหุ้มลวดตัวนำ ส่วนเปลือกนอกที่จะหุ้มเป็น PVC (Polyvinyl Chloride) ซึ่งจะช่วยให้บิดงอได้ดีแต่ไม่คงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศภายนอก จึงเหมาะที่จะใช้เป็นเคเบิลที่วางภายในอาคารหรือภายในห้องชุมสายโทรศัพท์

7.2 การแบ่งชนิดของเคเบิลจะแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

7.2.1 แบ่งตาม IMPEDANCE



7.2.2 แบ่งตามโครงสร้าง

1. แบ่งตาม IMPEDANCE จะแยกออกได้เป็น 2 แบบ

- BALANCE TYPE
- UNBALANCE TYPE

7.2.3. แบ่งตามโครงสร้าง จากภายในออกมาภายนอกได้ดังนี้

- TYPE ARMOUR CABLE
- ARMOUR SHEATHED CABLE
- DOLBLE SHEATHED ALPETH CABLE
- FIGURE 8 ALPETH SHEATHED CABLE
- STALPETH SHEATHED CABLE
- DOLBLE SHEATHED STALPETH CABLE

- FOAM/SKIN INSULATION AP SHEATHED FILLED CABLE หรือ AP-FSF
- FOAM/SKIN INSULATION ASP SHEATHED FILLED CABLE หรือ ASP-FSF
- SUBMARINE CABLE หรือ SUB
- COAXIAL CABLE
- PVC CABLE
- OPTICAL FIBER CABLE

7.3. การนับคู่สายเคเบิล

สายเคเบิลที่มีฉนวนหุ้มคู่สายเป็น Plastic หรือ Polyethylene ที่เป็นรหัสสี คู่สายภายในจะถูกจัดเป็น Unit โดยแต่ละ Unit จะมี Binder พันไว้ สายเคเบิล 1 Unit จะมีคู่สายทั้งหมด 25 คู่ การนับคู่สายนี้ นับได้ โดยการอ่านรหัสสีจากคู่สายในแต่คู่สาย ซึ่งมีแม่สีคือ ขาว แดง ดำ เหลือง ม่วง และลูกสี 5 สีคือ น้ำเงิน ส้ม เขียว น้ำตาล เทา จากแม่สีและลูกสีดังกล่าวจะเกิดเป็นสีผสมที่แตกต่างกันทั้งหมด 25 สี นั่นคือเราสามารถนำสีที่ผสมกันทั้ง 25 สี มาเป็นตัวกำหนดลำดับของคู่สายเคเบิลได้ทั้งหมด 25 คู่ การนับคู่สายเคเบิลขนาด 25 คู่ เขียนเป็นตารางได้ดังนี้

คู่สายที่	สีของคู่สาย		คู่สายที่	สีของคู่สาย	
	A-Tip	B-Ring		A-Tip	B-Ring
1	ขาว	น้ำเงิน	14	ดำ	น้ำตาล
2	ขาว	ส้ม	15	ดำ	เทา
3	ขาว	เขียว	16	เหลือง	น้ำเงิน
4	ขาว	น้ำตาล	17	เหลือง	ส้ม
5	ขาว	เทา	18	เหลือง	เขียว
6	แดง	น้ำเงิน	19	เหลือง	น้ำตาล
7	แดง	ส้ม	20	เหลือง	เทา
8	แดง	เขียว	21	ม่วง	น้ำเงิน
9	แดง	น้ำตาล	22	ม่วง	ส้ม
10	แดง	เทา	23	ม่วง	เขียว
11	ดำ	น้ำเงิน	24	ม่วง	น้ำตาล
12	ดำ	ส้ม	25	ม่วง	เทา
13	ดำ	เขียว			

ตารางที่ 7.1 รหัสสีของคู่สายเคเบิล

จากตารางที่ 7.1 สายเคเบิลขนาด 25 คู่สาย คู่ที่ 1 จะมีรหัสเป็น ขาว-น้ำเงิน คู่ที่ 1 มีรหัสเป็น แดง-ส้ม คู่ที่ 15 มีรหัสสีเป็น ดำ-เทา เป็นต้น ในกรณีที่คู่สายเคเบิลมีคู่สายมากกว่า 25 คู่ เช่น 100 คู่ 200 คู่ แต่ไม่เกิน 600 คู่ จะมี Binder ซึ่งมีรหัสสีบอกไว้ เช่นเดียวกันพันรอบคู่สายของแต่ละ Unit (25 คู่) รหัสสีของ Binder จะเป็นสีที่ประกอบด้วยแม่สีและลูกสีตามที่ได้อธิบายมาแล้ว การอ่านรหัสสีของ Binder เขียนเป็นตารางดังนี้

Unit ที่	คู่สายที่	สีของ Binder	Unit ที่	คู่สายที่	สีของ Binder
1	1-25	ขาว-น้ำเงิน	13	301-325	ดำ-เขียว
2	26-50	ขาว-ส้ม	14	326-350	ดำ-น้ำตาล
3	51-75	ขาว-เขียว	15	351-375	ดำ-เทา
4	76-100	ขาว-น้ำตาล	16	376-400	เหลือง-น้ำเงิน
5	101-125	ขาว-เทา	17	401-425	เหลือง-ส้ม
6	126-150	แดง-น้ำเงิน	18	426-450	เหลือง-เขียว
7	151-175	แดง-ส้ม	19	451-475	เหลือง-น้ำตาล
8	176-200	แดง-เขียว	20	476-500	เหลือง-เทา
9	201-225	แดง-น้ำตาล	21	501-525	ม่วง-น้ำเงิน
10	226-250	แดง-เทา	22	526-550	ม่วง-ส้ม
11	251-275	ดำ-น้ำเงิน	23	551-575	ม่วง-เขียว
12	276-300	ดำ-ส้ม	24	576-600	ม่วง-น้ำตาล

ตารางที่ 7.2 รหัสสีของ Binder ที่สายเคเบิลไม่เกิน 600 คู่

จากตารางที่ 7.2 สายเคเบิลที่มีขนาดของคู่สายไม่เกิน 600 คู่ อ่านรหัสสีของคู่สายได้ดังนี้

คู่สายที่	สีของ Binder	สีของคู่สาย	คู่สายที่	สีของ Binder	สีของคู่สาย
5	ขาว-น้ำเงิน	ขาว-เทา	258	ดำ-น้ำเงิน	แดง-เขียว
83	ขาว-น้ำตาล	แดง-เขียว	324	ดำ-เขียว	ม่วง-น้ำตาล
162	แดง-ส้ม	ดำ-ส้ม	571	ม่วง-น้ำเงิน	เหลือง-ส้ม

ตารางที่ 7.3 ตัวอย่างการอ่านคู่สาย 1-600 คู่สาย

ในกรณีที่สายเคเบิลมีคู่สายมากกว่า 600 คู่ แต่ไม่เกิน 3000 คู่ ก็จะมี Binder พันรอบกลุ่มของสายเคเบิลกลุ่มละ 600 คู่สาย Binder ดังกล่าวจะมีรหัสสีบอกรหัสชื่อกลุ่มไว้เช่นเดียวกัน การอ่านรหัสสีของ Binder ที่พันรอบกลุ่มของสายเคเบิล 600 คู่ เขียนเป็นตารางได้ดังนี้

คู่สายที่	รหัสสีของ Binder
1-600	ขาว
601-1200	แดง
1201-1800	ดำ
1801-2400	เหลือง
2401-3000	ม่วง

ตารางที่ 7.4 รหัสสีของ Binder ที่คู่สายเคเบิลไม่เกิน 3000 คู่

จากตารางที่ 7.4 สายเคเบิลที่มีขนาดของคู่สายไม่เกิน 3000 คู่ อ่านรหัสสีของคู่สายได้ดังนี้

คู่สายที่	สีของ Binder รอบนอก	สีของ Binder รอบใน	สีของคู่สาย
15	ขาว	ขาว-น้ำเงิน	ดำ-เทา
248	ขาว	แดง-เทา	ม่วง-เขียว
756	แดง	แดง-ส้ม	แดง-น้ำเงิน
1032	แดง	เหลือง-เขียว	แดง-ส้ม
1778	ดำ	ม่วง-น้ำตาล	ขาว-เขียว
2000	เหลือง	แดง-เขียว	ม่วง-เทา
2736	ม่วง	ดำ-น้ำตาล	ดำ-น้ำเงิน

ตารางที่ 1.5 ตัวอย่างการอ่านคู่สาย 1-3000 คู่สาย

7.4. การพิจารณาเส้นทางการวางสายเคเบิล

ในการพิจารณาเส้นทางการวางสายเคเบิลนั้น ในขั้นต้นเราจะต้องทำการออกสำรวจพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้สำหรับการวางสายเคเบิล โดยตรวจสอบลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่นั้นๆ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาแนวเส้นทางการวางสายเคเบิล การบำรุงรักษาและการวางแผนขยายงานขยายสายในอนาคต ในกรณีที่จำนวนความต้องการของผู้เช่าโทรศัพท์ที่อาจเพิ่มขึ้นข้อมูลที่ต้องการต่างๆ ได้แก่

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของถนน รางรถไฟ แม่น้ำลำคลองสะพาน บ้านเรือน ต้นไม้ เสาไฟฟ้า การจราจร ฯลฯ

เมื่อเราทราบข้อมูลเบื้องต้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการกำหนดแนวเส้นทางการวางสายเคเบิลโดยมีแนวทางการพิจารณาคือ

- ควรเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดซึ่งเป็นผลดีต่อการจ่ายสาย
- ควรเป็นเส้นทางที่คาดว่าจะไม่มีการปรับปรุงถนน
- ควรเป็นเส้นทางที่เป็นเส้นตรงหรือเส้นทางที่สามารถโค้งงอได้ง่าย
- ควรเป็นเส้นทางที่มีอุปสรรคน้อย เช่น แม่น้ำ รางรถไฟ สะพาน
- หากมีเสาไฟฟ้าอยู่ก่อนแล้ว ควรพิจารณาการวางสายร่วมกันกับเสาไฟฟ้า

สำหรับการพิจารณาการติดตั้งเสาเพื่อวางสายเคเบิลอากาศ โดยปกติสายเคเบิลอากาศจะวางในแนวด้านใดด้านหนึ่งของถนน แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะวางสายเคเบิลอากาศทั้งสองข้างของถนนได้ โดยมีข้อกำหนดคือ

- เมื่อถนนมีทางเท้า การปักเสาควรปักให้ใกล้ถนนมากที่สุด
- เมื่อถนนไม่มีทางเท้า การปักเสาจะต้องปักให้อยู่ด้านนอกสุดของถนน
- ในกรณีที่เป็นการข้ามการข้าม ควรจะวางเคเบิลอากาศกับตัวอาคารหรือระเบียงของอาคาร

7.5. การพิจารณาการวางสายเคเบิลใต้ดิน

การวางสายเคเบิลใต้ดินชนิดร้อยท่อนั้น ปกติแล้วการลงทุนจะสูงกว่าการวางสายเคเบิลอากาศ 7-10 เท่า แต่บางครั้งเราก็มีความจำเป็นที่ต้องวางสายเคเบิลแบบฝังดินด้วยเหตุผลบางประการเช่น

- เป็นการยุ่งยากที่จะวางสายเคเบิลอากาศ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้างของถนน
- สายเคเบิลอากาศทำให้เกะกะและทำให้บ้านเมืองไม่สวยงาม
- การวางสายเคเบิลอากาศจะได้รับการรบกวนจาก Induce ของสายไฟฟ้าแรงสูง
- การติดตั้ง การซ่อมบำรุงรักษาสายเคเบิลอากาศอาจจะทำได้ลำบากเนื่องจากสภาพการจราจร

บนท้องถนนและลักษณะของภูมิประเทศ

- เมื่อคิดถึงทางด้านค่าบริการ การวางสายเคเบิลใต้ดินจะให้คุณภาพของการบริการได้ดีกว่าและมีความเชื่อถือสูงกว่าการใช้เคเบิลอากาศ

สายเคเบิลใต้ดินอาจจะวางในท่อหรือวางแบบฝังดินโดยตรงก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมต่างๆ แต่สายเคเบิลใต้ดินที่ใช้อยู่กับ Subscriber Line ควรจะวางในท่อ แต่ทั้งนี้ก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการลงทุน การซ่อมบำรุงรักษา ความสะดวกต่างๆ และจำนวนของผู้เช่าที่อาจเพิ่มขึ้นในอนาคตสำหรับสายเคเบิลใต้ดินที่ใช้วางแบบฝังดินโดยตรงควรพิจารณาดังนี้

- จะต้องวางคู่ไปกับถนนที่ไม่มีการจราจรมากนัก
- จะต้องไม่มีโครงการขยายถนนสายนั้น
- ถนนสายนั้นจะต้องไม่มีท่อฝังอยู่ก่อน เป็นต้น

ในการออกแบบการวางสายเคเบิลใต้ดินที่ใช้ออกแบบ Subscriber Line เคเบิลที่วางนั้นจะต้องวางแผนให้เพียงพอกับจำนวนของผู้เช่าโทรศัพท์ที่มีขึ้นใน 5 ปีข้างหน้า แต่สำหรับท่อที่ใช้ร้อยสายเคเบิลจะต้องวางให้เพียงพอกับสายเคเบิลที่วางในเส้นทางนั้นๆ และอย่างไรก็ตามควรมีท่อเหลือไว้ เพื่อใช้ในการเปลี่ยนสายเคเบิลใหม่ ในกรณีที่สายเคเบิลเกิดการชำรุดเสียหาย หรือใช้สำหรับการเพิ่มจำนวนคู่สายของเคเบิลให้มากขึ้นในอนาคต