

ปฐมนิเทศ วิชาการสื่อสารประเภทสาย

บทที่ 1 โทรศัพท์เบื้องต้น

วิวัฒนาการโทรศัพท์

ในสมัยโบราณ การติดต่อสื่อสารทางไกลระหว่างมนุษย์ด้วยกันนั้น จะใช้วิธีการง่าย ๆ อาศัยธรรมชาติหรือเลียนแบบธรรมชาติเป็นหลัก เช่น การใช้ควัน เสียง แสง หรือใช้นกพิราบนำสาร เป็นต้น การสื่อสารที่ใช้สื่อดังกล่าวนั้นจะไม่ค่อยได้ผลเท่าใดนัก เนื่องจากไม่สามารถให้รายละเอียดข่าวสารได้มาก หรือแม้จะให้รายละเอียดได้มาก แต่ก็ไม่ค่อยจะปลอดภัยเท่าใดนัก

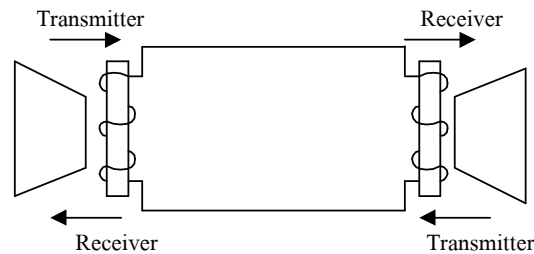
ในปัจจุบันซึ่งเป็นยุคโลกาภิวัตน์ เป็นยุคแห่งความเจริญทางด้านเทคโนโลยี มนุษย์ได้นำเอาเทคโนโลยีที่มี อยู่มาประยุกต์ใช้กับระบบสื่อสาร ทำให้การติดต่อสื่อสารในปัจจุบันมีประสิทธิภาพสูงมาก ทั้งความสะดวกสบาย รวดเร็วและถูกต้อง ชัดเจน แน่นนอน

ระบบสื่อสารที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้มีหลายชนิด เช่น วิทยุสื่อสาร (Radio Communication) โทรเลข (Telegraphy) โทรพิมพ์ (Telex) โทรศัพท์ (Telephone) โทรสาร (Facsimile) หรือวิทยุติดตามตัว (Pager) เป็นต้น แต่ระบบสื่อสารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดทั่วโลกก็คือ โทรศัพท์ เพราะโทรศัพท์สามารถสนทนาโต้ตอบกันได้ทันที รวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ ซึ่งระบบอื่น ๆ ทำไม่ได้ โทรศัพท์จึงได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และในโลกของการสื่อสารปัจจุบัน โทรศัพท์ก็เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความเจริญรุ่งเรืองของประเทศต่าง ๆ ด้วย มีคำกล่าวหรือข้อกำหนดเกี่ยวกับการพัฒนาประเทศอยู่ว่า ประเทศใดที่มีจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ในประเทศ 40 เลขหมายต่อประชากร 100 คน ถือว่าประเทศนั้นมีความเจริญแล้ว หรือเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศใด ที่มีเลขหมายโทรศัพท์ 10 เลขหมายขึ้นไปต่อประชากร 100 คน ถือว่าประเทศนั้นเป็นประเทศที่กำลังได้รับการ พัฒนาอย่างก้าวกระโดด จะเห็นได้ว่าประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ให้ความสำคัญกับกิจการโทรศัพท์เป็นอย่างมาก

สำหรับประเทศไทย คำว่า โทรศัพท์ ได้เริ่มรู้จักกันตั้งแต่รัชการที่ 5 ซึ่งโทรศัพท์ตรงกับภาษากรีก คำว่า Telephone โดย Tele แปลว่า ทางไกล และ Phone แปลว่า การสนทนา เมื่อรวมแปลรวมกันแล้วก็หมายถึง การ สนทนากันในระยะทางไกล ๆ หรือการส่งเสียงจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งได้ตามต้องการ

ประวัติทั่ว ๆ ไปของโทรศัพท์

โทรศัพท์ได้ถูกคิดค้นและประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยนักประดิษฐ์ชื่อดัง ALEXANDER GRAHAM BELL ซึ่งหลักการโทรศัพท์ของ BELL มีลักษณะดังแสดงในรูป



รูปที่ 1-1 แสดงหลักการโทรศัพท์ของ BELL

หลักการของโทรศัพท์ที่ Alexander ประดิษฐ์ขึ้นก็คือจะมี Transmitter และ Receiver ซึ่งมีโครงสร้างเหมือนลำโพงในปัจจุบัน กล่าวคือ มีแผ่น Diaphragm ติดอยู่กับขดลวด ซึ่งวางอยู่ใกล้ ๆ แม่เหล็ก ถาวร เมื่อมีเสียงมากกระทบแผ่น Diaphragm ก็จะทำให้ขดลวดสั่นหรือเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นมาในขดลวด กระแสไฟฟ้านี้ จะวิ่งตามสายไฟถึง Receiver ซึ่ง Receiver ก็มีโครงสร้างเหมือนกับ Transmitter เมื่อกระแสไฟฟ้ามาถึงก็จะเข้าไปในขดลวด เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่มานี้ เป็น AC มีการเปลี่ยนแปลงชั่ววอกและลบตลอดเวลา ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ขดลวดของ Receiver สนามแม่เหล็กนี้จะไปผลักหรือดูดกับสนามแม่เหล็กถาวรของ Receiver แต่เนื่องจากแม่เหล็กถาวรที่ Receive นั้น ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ขดลวดและแผ่น Diaphragm ซึ่งเป็นฝ่ายถูกผลักหรือดูดให้เคลื่อนที่ การที่ Diaphragm เคลื่อนที่ จึงเป็นการตีอากาศตามจังหวะของกระแสไฟฟ้าที่ส่งมา นั่นคือ เกิดเป็นคลื่นเสียงขึ้นมาในอากาศ ทำให้ผู้รับได้ยิน

แต่อย่างไรก็ตาม กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจาก Transmitter นี้มีขนาดเล็กมาก ถ้าหากใช้สายส่งยาวมาก จะ ไม่สามารถได้ยินผู้ส่งได้ วิธีการของ ALEXANDER GRAHAM BELL จึงไม่ประสบความสำเร็จเท่าใดนัก แต่ก็ เป็นเครื่องต้นแบบให้มีการพัฒนาต่อมา

ในปี พ.ศ.2420 THOMAS ALWA EDISON ได้ประดิษฐ์ Transmitter ขึ้นมาใหม่ให้สามารถส่งได้ไกล ขึ้นกว่าเดิม ซึ่ง Transmitter ที่ Edison ประดิษฐ์ขึ้นมา มีชื่อว่า Carbon Transmitter

การติดต่อทางโทรศัพท์ในระยะเริ่มต้นนั้นไม่ค่อยมากนัก จำนวนของเครื่องโทรศัพท์มีจำนวนน้อย และเมื่อมีการพัฒนาระบบโทรศัพท์ให้เจริญขึ้น และการใช้โทรศัพท์ก็มีจำนวนมากขึ้น จำนวนสายก็ย่อมมากขึ้นด้วย ซึ่งเป็นการใช้สายที่เปลือง ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดสาย จึงได้พัฒนาการเรียกโทรศัพท์โดยผ่านชุมสายขึ้น โดยโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งที่ชุมสายโทรศัพท์ก็จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อการสนทนาของเครื่องโทรศัพท์ โดยเมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูขึ้นใช้งานชุมสายโทรศัพท์ก็จะทราบได้ทันทีว่าโทรศัพท์เครื่องนั้นมีความต้องการในการใช้โทรศัพท์เกิดขึ้นแล้ว ทางชุมสายโทรศัพท์ ก็จะเตรียมพร้อมที่จะทำงาน ตามความต้องการของผู้ใช้โทรศัพท์ได้ทันที

ระบบโทรศัพท์ (TELEPHONE SYSTEM)

โทรศัพท์หลายสถานีหรือหลายเครื่อง ถ้าต้องการจะติดต่อให้ได้กันหมดทุกเครื่อง โดยไม่ต้องอาศัย เครื่องสลับสาย จะต้องวางสายติดต่อกับสถานี หรือทุกเครื่องจึงทำให้สิ้นเปลืองสายโทรศัพท์เป็นอย่างมาก ถ้าจะประหยัดสายที่ใช้ในการติดต่อกันทางโทรศัพท์ หลายสถานี หรือหลายเครื่องให้ติดต่อกันได้จะต้อง อาศัยเครื่องสลับสายเข้ามาใช้

TELEPHONE CENTRAL OFFICE คือที่ตั้งของศูนย์สลับสายสวิตชิงดีไวท์ (SWITCHING DEVICE) รวมทั้งเครื่องมือประกอบต่าง ๆ

TELEPHONE SYSTEM กับ CENTRAL OFFICE แห่งหนึ่งย่อมประกอบด้วย จำนวนเครื่องโทรศัพท์ ที่วางสายเข้า CENTRAL OFFICE ดังนั้นโทรศัพท์ 2 เครื่องใด ๆ ในระบบโทรศัพท์ จะสามารถติดต่อ ภายในพูดจากันได้ ระบบโทรศัพท์เช่นนี้สามารถจะใช้ติดต่อได้เพียง 2 - 3 สถานี หรืออาจมากกว่านี้ก็ได้ ระบบโทรศัพท์นี้รวมไปถึงสถานีโทรศัพท์แต่ละสถานีและอุปกรณ์ภายนอกอาคารเพื่อที่เชื่อมต่อแต่ละสถานีโทรศัพท์

TELEPHONE EXCHANGE คือ ระบบโทรศัพท์ซึ่งจัดให้มีการสื่อสารในพื้นที่ได้โดยเฉพาะใน ค่ายทหาร ในพื้นที่เมือง หมู่บ้านหรือเมืองใหญ่ อาจมี CENTRAL OFFICE มากกว่าก็ได้แล้วแต่ การบริการโทรศัพท์ จะกว้างขวาง

ตามปกติแล้ว EXCHANGE หนึ่ง ย่อมประกอบด้วย โทรศัพท์เป็นร้อย ๆ เครื่อง และเครื่องมือ ประกอบอื่น ๆ ที่ทางสายเชื่อมต่อระหว่าง CENTRAL OFFICE กับ TELEPHONE เรียกว่า **ทางสายทรวงค์ TRUNK LINE...**

การแบ่งระบบโทรศัพท์สามารถแบ่งออกได้ 3 ระบบ ดังต่อไปนี้

1. **ระบบโลคัลแบตเตอรี่ (LOCAL BATTERY)** กำเนิดกำลังงานทางไฟฟ้าที่จ่ายให้ปากพูด และเครื่องเรียกรวมอยู่ในชุดของเครื่องโทรศัพท์ ณ แต่ละสถานีโทรศัพท์ ซึ่งแบตเตอรี่ที่บรรจุภายในเครื่องโทรศัพท์จะจ่ายกระแสไฟให้แก่วงจรปากพูดและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ที่หมุนด้วยมือจ่ายกระแสให้กระดิ่ง คู่สถานีทำงานหรือไปทำให้ DROP SIGNALS ที่เครื่องสลับสาย CENTRAL OFFICE ทำงานแต่เพียงสังเกตด้วยว่าระบบ LOCAL BATTERY มิได้อยู่เฉพาะแต่ที่โทรศัพท์ที่เครื่องสลับสายก็ยังมีอยู่และที่สถานี CENTRAL OFFICE เครื่องสลับสายมี DROP SIGNALS เป็นเครื่องแสดงให้รู้ว่ามีคนเรียกเข้ามา

2. **ระบบ COMMON BATTERY** แหล่งกำเนิดกำลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ปากพูด และ เครื่องเรียกอยู่ที่ CENTRAL OFFICE กล่าวคือ บรรดาสถานีโทรศัพท์ทุกสถานีได้กำลังงาน ในการส่งและการเรียกจาก แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแห่งเดียวซึ่งอยู่ที่ CENTRAL OFFICE และแหล่งกำลังงาน อันสำคัญ เช่น เครื่องกำเนิด ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ประเภทที่สองขนาดใหญ่ ณ CENTRAL OFFICE ที่เครื่องสลับสายเครื่องกล ทำให้ กระดิ่งดัง จ่ายกระแสไปยังชุดโทรศัพท์ต่าง ๆ ไม่มีแบตเตอรี่ที่ เครื่องโทรศัพท์ และเครื่องเรียกของเครื่อง สลับสายของ COMMON BATTERY เป็น SIGNAL LAMP ซึ่งจะเกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติเมื่อตัวปากพูด หูฟังของชุดเครื่องโทรศัพท์ถูกยกออกมามาวาง ซึ่งไม่เหมือน DROP SIGNAL ของเครื่องสลับสายของ LOCAL BATTERY ระบบ LOCAL BATTERY สามารถ ติดต่อกันได้กับระบบ COMMON BATTERY คือ สถานีโทรศัพท์หนึ่งที่ตั้งอยู่ใกล้กับ LOCAL BATTERY CENTRAL OFFICE ย่อมจะพูดจากันได้ กับอีกสถานีโทรศัพท์หนึ่งที่ตั้งอยู่ใกล้กับ COMMON BATTERY CENTRAL OFFICE

3. **ระบบ COMMON BATTERY SIGNALING** ใช้การติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ ซึ่งมีเครื่องติดต่อทางกล อันควบคุมโดย การทำงานของ DIAL บนชุดเครื่องโทรศัพท์ที่เรียก และการติดต่อกันไม่ต้องอาศัยคนทำงานเลย

หมายเหตุ ตามปกติโทรศัพท์สนามของทหารเป็นระบบทำงานด้วยคนอาจเป็น LOCAL BATTERY AND COMMON BATTERY ก็ได้ ซึ่งโทรศัพท์สนาม LOCAL BATTERY ของทหารใช้การวางสายสนาม หรือสายเคเบิลอย่างรวดเร็ว และใช้เครื่องมือของ CENTRAL OFFICE ที่ยกไปมาได้รวดเร็วกับโทรศัพท์สนาม COMMON BATTERY ของทหารส่วนมากใช้กับผู้ใช้โทรศัพท์เป็นจำนวนมากภายในพื้นที่คับแคบ

การแบ่งประเภทของโทรศัพท์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โทรศัพท์กำลังงานเสียง (SOUND POWER TELEPHONE)
2. โทรศัพท์กำลังงานไฟฟ้า (ELECTRICAL POWER TELEPHONE)
 - แบ่งออกได้เป็น 3 ระบบ คือ
 - LOCAL BATTERY
 - COMMON BATTERY
 - COMMON BATTERY SIGNALLING

วิวัฒนาการโทรศัพท์ในประเทศไทย

ตำนานไปรษณีย์โทรเลขสยาม พ.ศ. 2429 - 2468 ได้บันทึกเรื่องราวเกี่ยวกับโทรศัพท์ในประเทศไทยไว้ว่า ประเทศไทยได้นำเอาโทรศัพท์มาใช้ในประเทศเป็นครั้งแรก เมื่อ พ.ศ. 2424 ตรงกับรัชการที่ 5 แห่งกรุงรัตน โกสินทร์ โดยกรมกลาโหม ซึ่งเป็นกระทรวงกลาโหมในปัจจุบัน ได้สั่งเข้ามาใช้ในกิจการเพื่อความมั่นคงของชาติ โดยติดตั้งที่กรมอุทการเรือกรุงเทพ 1 เครื่อง และบ้อมยามปากน้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการอีก 1 เครื่อง รวม 2 เครื่อง เพื่อจะได้แจ้งข่าวเรือเข้าออกในแม่น้ำเจ้าพระยาให้กรุงเทพ ทราบ

เมื่อครั้งที่คนไทยเริ่มรู้จักใช้โทรเลขโทรศัพท์นั้น มีปรากฏใน "บันทึกจดหมายเหตุสยามสมัย" ว่า "มิสเตอร์ อาลาบาสเตอร์ เป็นธูระ เซอร์เวแล สอนพวกข้าราชการให้เรียนรู้วิชาสายโทรเลข สายเตลิโฟน ได้รู้ข่าวทางไกลแต่ทุกแห่งพิภพ ด้วยอาศัยตาของที่สายโทรเลขเขียนมาและได้รู้ข่าวแต่ไกลอาศัยหูได้ยินคำที่เขา พูดมาตามสายเตลิโฟนด้วย" มิสเตอร์อาลาบาสเตอร์ ผู้นี้เป็นชาวอังกฤษ เข้ามารับราชการในแผ่นดินสยามเมื่อ พ.ศ. 2415 จนกระทั่งสิ้นชีวิต เมื่อ พ.ศ. 2425

ในระยะแรกการใช้โทรศัพท์เป็นลักษณะการติดต่อ 2 จุด หรือเพียง 2 คน ต่อมาเมื่อมีความต้องการที่จะใช้โทรศัพท์มากขึ้น จึงทำให้มีการพัฒนาระบบโทรศัพท์ขึ้นมา ทำให้ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถที่จะมีจำนวนมากขึ้นและจะเลือกติดต่อพูดกับคนใดคนหนึ่งได้

พ.ศ. 2429 กิจการโทรศัพท์ได้เจริญรุ่งเรืองขึ้น จำนวนเลขหมายและบุคลากรก็เพิ่มมากขึ้น ยุ่งยาก แก่การบริหารงานของกรมกลาโหม ดังนั้น จึงได้โอนกิจการโทรศัพท์ให้ไปอยู่ในการดูแลและดำเนินการของ กรมไปรษณีย์โทรเลข และได้ขยายกิจการออกไปโดยเปิดโอกาสให้ประชาชนได้เช่าใช้เครื่องโทรศัพท์ภายในเขต กรุงเทพ และธนบุรี นับเป็นประวัติศาสตร์ครั้งแรกของประเทศไทย ที่ประชาชนได้มีโอกาสใช้เครื่องโทรศัพท์ เป็นเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อ เครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ในระยะ

เริ่มแรกนั้นเป็นเครื่องระบบ Magneto หรือระบบ Local Battery โดยมีผู้เช่าทั้งสิ้น 61 ราย ระยะทางของสายยาวประมาณ 86 กิโลเมตร

เครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ในระบบ Magneto นั้น เป็นเครื่องโทรศัพท์แบบไม่มีหน้าปัด ที่เครื่องโทรศัพท์ จะมีแบตเตอรี่ต่ออยู่ เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าให้ในขณะที่สนทนากัน ส่วนทางด้านสัญญาณ (Signalling) นั้น เมื่อผู้เรียก ต้องการเรียกไปยังพนักงานโทรศัพท์กลางก็ต้องหมุน Magneto ที่ติดอยู่กับเครื่องโทรศัพท์ จึงจะมีสัญญาณเกิดขึ้น ที่ตู้สลับสาย (Switchboard) และเมื่อเลิกการสนทนากันแล้ว ผู้เรียกก็ต้องหมุน Megneto อีกครั้งเพื่อให้เกิดสัญญาณ ขึ้นที่ตู้สลับสาย ซึ่งเป็นการแจ้งพนักงาน โทรศัพท์กลางว่าได้เลิกสนทนากันแล้ว ระบบโทรศัพท์แบบนี้ได้ใช้งาน ติดต่อกันมาเป็นเวลา 20 ปี เศษเลยทีเดียว

พ.ศ. 2450 ความเจริญก้าวหน้าในด้านกิจการโทรศัพท์ได้มีการประดิษฐ์โทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ร่วม (Common Battery Telephone System) ขึ้น แต่ก็ยังคงเป็นระบบที่ใช้พนักงานต่อ (Manual Telephone System) โทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ร่วมนี้ มีลักษณะการใช้งานที่สะดวกกว่าระบบ Magneto มาก ดังนั้นทางกรมไปรษณีย์ โทรเลขจึงได้สั่งซื้อตู้สลับสายโทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ร่วม มาใช้งานแทนโทรศัพท์ระบบ Magneto เครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ก็ยังคงไม่มีหน้าปัดเหมือนเดิม เมื่อผู้เรียก ต้องการเรียกไปยังเลขหมายใด ๆ ก็ให้ยกปากพูดหู ฟัง (Handset) ของเครื่องโทรศัพท์ขึ้น จะทำให้เกิดสัญญาณขึ้นที่ตู้สลับสาย พนักงานโทรศัพท์กลางก็จะต่อ เลขหมายที่ต้องการให้ โทรศัพท์ระบบ แบตเตอรี่ร่วมได้ถูกติดตั้งที่ตำบลวัดเลียบเป็นแห่งแรก ต่อมาเนื่องจาก สถานที่คับแคบไม่เหมาะสม จึงได้ย้ายสถานที่ทำการโทรศัพท์กลางออกมาตั้งที่ถนนจักรเพชร

พ.ศ. 2465 กิจการโทรศัพท์ได้เจริญก้าวหน้าและแพร่หลายยิ่งขึ้น ผู้เช่าโทรศัพท์ได้เพิ่มจำนวนขึ้น ถึง 1,422 เลขหมาย โดยที่จำนวนผู้เช่าได้ขยายตัวมากขึ้น

พ.ศ. 2470 ได้มีการติดตั้งตู้สลับสายโทรศัพท์ขนาด 900 เลขหมาย ขึ้นที่ตำบลบางรัก ในบริเวณ ที่ทำการ ไปรษณีย์กลาง เพื่อแบ่งจำนวนผู้เช่าเขตตอนใต้ของกรุงเทพฯ มาเช่าที่ตู้สลับสายแห่งนี้ และได้วางสายเคเบิล โทรศัพท์ใต้ดินเชื่อมโยงระหว่างตู้สลับสายโทรศัพท์เพื่อให้อาจติดต่อถึงกันได้ สะดวกขึ้น

พ.ศ. 2471 กิจการโทรศัพท์ได้แพร่หลายออกไปทั่วกรุงเทพฯ และยังสามารถใช้โทรศัพท์ติดต่อกับ ต่าง จังหวัดได้ เช่น สมุทรปราการ นนทบุรี และนครปฐม ได้อีกด้วย

พ.ศ. 2479 กรมไปรษณีย์โทรเลขได้สั่งซื้อชุมสายโทรศัพท์ ระบบ Step by Step ซึ่งเป็นระบบ อัตโนมัติ สามารถหมุนเลขหมายถึงกันได้โดยตรง โดยไม่ผ่าน Operator เหมือนระบบ Local Battery และ Central Battery โดยได้ซื้อจากบริษัท General Electric แห่งประเทศอังกฤษ สำหรับติดตั้งที่ท่า

การโทรศัพท์กลางวัดเรียบ และบางรัก โดยชุมสายที่วัดเรียบจำนวน 2,300 เลขหมาย และที่ชุมสายบางรักจำนวน 1,200 เลขหมาย โดยได้ ทำการเปิดให้ใช้บริการแก่ประชาชนเมื่อ 2480

พ.ศ. 2480 ได้เปิดให้บริการแก่ประชาชน ซึ่งหลังจากที่เปิดใช้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติแล้วปรากฏว่า เป็นที่นิยมของประชาชนเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ จึงได้มีการจัดซื้อชุมสายเพิ่มขึ้นอีกจำนวน 2 แห่ง คือที่ชุมสาย โทรศัพท์สามเสน และชุมสายโทรศัพท์เพลินจิต

พ.ศ. 2497 เนื่องจากกิจการโทรศัพท์ที่ได้เจริญก้าวหน้ามาก ประชาชนนิยมใช้แพร่หลายไปทั่วประเทศ กิจการใหญ่โตขึ้นมาก ทำให้การบริหารงานลำบากมากขึ้น เพราะกรมไปรษณีย์โทรเลขต้องดูแลเรื่องอื่น ๆ อีกมาก ดังนั้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2497 จึงได้มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติจัดตั้ง องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยขึ้น โดยแยกกองช่างโทรศัพท์ กรมไปรษณีย์โทรเลขมาตั้งเป็นองค์การโทรศัพท์ แห่งประเทศไทย มีฐานะเป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงคมนาคม มาจนถึงปัจจุบัน องค์การโทรศัพท์หลังจากที่ได้รับการจัดตั้งขึ้นแล้ว ก็ได้รับโอนงานกิจการโทรศัพท์ทั้งหมดมาดูแล

พ.ศ. 2517 องค์การโทรศัพท์ได้สั่งซื้อชุมสายโทรศัพท์ ระบบ Cross Bar มาใช้งาน ระบบ Cross Bar เป็น ระบบอัตโนมัติ เหมือน Step By Step แต่ทันสมัยกว่าทำงานได้เร็วกว่า มีวงจรถูกได้มากกว่า และขนาดเล็กกว่า

พ.ศ. 2526 องค์การโทรศัพท์ได้นำระบบชุมสาย SPC (Storage Program Control) มาใช้งาน ระบบ SPC เป็นระบบที่ควบคุมการทำงานด้วย Computer ทำงานได้เร็วมาก ขนาดเล็ก กินไฟน้อย และยังให้บริการเสริม ด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วย

ในปัจจุบันชุมสายโทรศัพท์ที่ติดตั้งใหม่ ๆ จะเป็นระบบ SPC ทั้งหมด ระบบอื่น ๆ เลิกผลิตแล้ว ประเทศไทยได้สั่งซื้อชุมสายระบบ SPC ที่เป็น Digital มาใช้งาน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพมากกว่า ระบบ Analog ที่ได้ สั่งเข้ามาในระยะแรก ๆ



บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นของโทรพิมพ์

กล่าวนำ

ในการติดต่อสื่อสารทางทหารนั้น ต้องการความรวดเร็วมีหลักฐานแน่นอนในการรับ - ส่งข่าว ไม่ว่าจะทางวิทยุหรือทางโทรศัพท์ เราจะต้องเสียเวลาในการเขียนข้อความลงในกระดาษเขียนข่าว ยิ่งเป็นข่าวที่มีข้อความยาว ๆ แล้วจะต้องเสียเวลาในการรับ/ส่งกันอีกด้วย ฉะนั้นจึงได้มีการประดิษฐ์เครื่องสื่อสาร ชนิดหนึ่งขึ้น เรียกว่า “โทรพิมพ์” สามารถทำการรับ - ส่ง กันได้มีลักษณะเป็นเหมือนเครื่องพิมพ์ดีดหรือเป็นเครื่องส่งแถบกระดาษอัตโนมัติก็ได้ ระบบการติดต่อก็ทำได้หลายวิธีเช่น ติดต่อกันโดยตรงแบบเครื่องต่อเครื่อง หรือทำงานร่วมกับเครื่องมัลติเพล็กซ์ หรือเครื่องรับ - ส่งวิทยุ ที่เรียกว่า “วิทยุโทรพิมพ์” หลักการทำงานใช้หลักการ ของเครื่องรับส่งโทรเลข ใช้กระแสไฟตรงเลี้ยงวงจรมีการเปิดปิดวงจรให้กระแสไหลเป็นห่วง ๆ (Impulses) โทรพิมพ์รุ่นแรก ๆ ตัวเครื่องประกอบด้วยชิ้นส่วนทางแมคคานิกส์เป็นส่วนมาก หลักการไฟฟ้ามีเล็กน้อย ต่อมาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันโทรพิมพ์รุ่นใหม่จึงควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ส่วนประกอบทางแมคคานิกส์จึงลดน้อยลงเรียกโทรพิมพ์รุ่นใหม่ว่า “โทรพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์”

หลักการเบื้องต้นของโทรเลข

เนื่องจากโทรพิมพ์มีพื้นฐานการทำงานจากเครื่องรับส่งโทรเลข ฉะนั้นจึงควรทราบหลักการ ทำงานของเครื่องรับส่งโทรเลขไว้บ้าง ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

1. เครื่องส่ง ได้แก่ คันคเระ (key) ใช้มือเคาะทำหน้าที่เปิดปิดวงจรให้กระแสมีและไม่มีเป็นห่วง ๆ ตามประมวลเลขสัญญาณ (Morse Code) ที่ได้ตกลงไว้เป็นขีด และจุด
2. เครื่องรับเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าเป็นห่วง สั้น ยาวโดยเอามาขีดบนกระดาษ ด้วยหมึกที่เป็นขีด เป็น จุด หรือออกเป็นเสียง
3. ต้องมีวงจรทางสาย มีสายวางถึงกัน และมีหม้อไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวให้กำลังไฟฟ้า

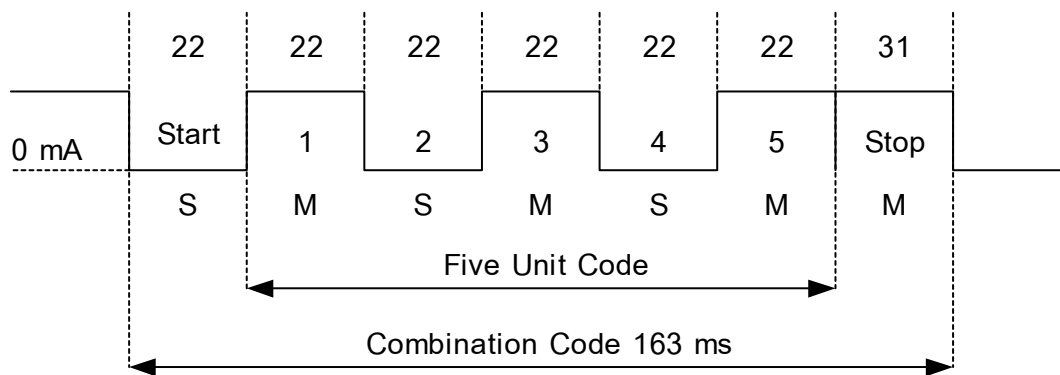
หลักการเบื้องต้นของโทรพิมพ์

1. ประมวลสัญญาณโทรพิมพ์
 - 1.1 ประมวลสัญญาณโทรพิมพ์นี้ ไม่เหมือนสัญญาณมอร์ส (Morse Code) ที่ใช้กับเครื่องรับ โทรเลข

1.2 ประมวลผลสัญญาณดังกล่าวมี 2 ชนิดคือ สัญญาณ Mark (Mark Impulse) และ สัญญาณ Space (Space Impulse)

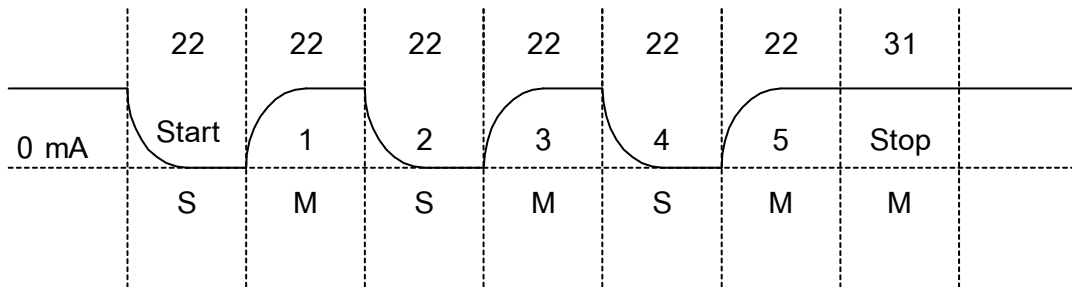
1.3 อักขรแต่ละตัวประกอบด้วย 5 อิมพัลส์ ซึ่งแต่ละอิมพัลส์ใช้เวลาเท่ากันตลอดเรียก “Five Unit Code”

1.4 ก่อนที่จะส่งสัญญาณ Five Unit Code จะต้องมีสัญญาณเริ่มต้น (Start Signal) ซึ่งเป็นสัญญาณ Space ก่อนเสมอ ตามด้วยสัญญาณ Five Unit Code ต่อจากนั้นจึงเป็นสัญญาณเล็ก (stop signal) สัญญาณ stop signal ต้องเป็นสัญญาณ Mark แต่มีช่วงของสัญญาณนานกว่า Impulse ของ Five Unit Code คือประมาณ 1.25 เท่าของสัญญาณ Five Unit Code สรุปแล้วหนึ่งตัวอักษรจะมีความยาวทั้งสิ้น 7.52 ยูนิต ตัวอย่างเช่น เครื่องโทรพิมพ์ของกองทัพสหรัฐ ในหนึ่งตัวอักษรซึ่งประกอบด้วยสัญญาณ Start Signal; Five Unit Code และ Stop Signal ใช้เวลาในการส่งทั้งสิ้น 163 mS แต่ละอิมพัลส์ใช้ เวลา 22 mS ส่วน Stop Signal ใช้เวลา 31 mS ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องรับคู่สถานีมีเวลาพอที่จะรับตัวอักษรต่อไป ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 แสดงสัญญาณโทรพิมพ์ตาม Ideal

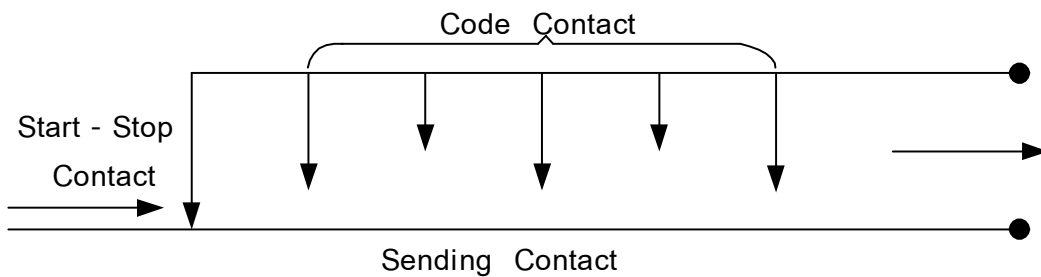
ตามรูปที่ 2-1 เป็นการไหลของกระแสทางทฤษฎี แต่ความเป็นจริงแล้วกระแสก่อนที่จะไหลหรือจะหยุด ย่อมต้องใช้เวลา และในทางปฏิบัติตามสายส่งกำลังจะต้องมีคุณลักษณะประจำทางสายที่เรียกว่า Line Characteristic คือประกอบด้วย R,L,C และ G คุณลักษณะอันนี้ที่จะทำให้สัญญาณโทรพิมพ์เปลี่ยนรูปร่าง ของกระแสไป ดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 แสดงรูปร่างของสัญญาณโทรพิมพ์เมื่อผ่าน Transmission Line

2. เครื่องกลไกของเครื่องส่งและเครื่องรับโทรพิมพ์

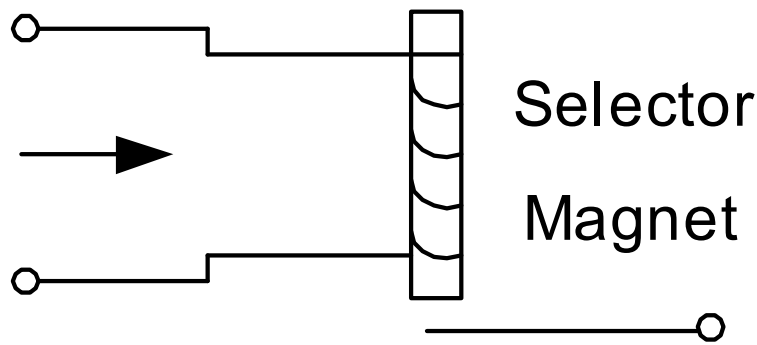
2.1 เครื่องกลไกของเครื่องส่งโทรพิมพ์ทหาร ประกอบด้วยสวิทช์ ต่าง ๆ ซึ่งทำหน้าที่ปิด เปิด วงจร ตามประมวลสัญญาณอักษรโทรพิมพ์ที่ส่ง สวิทช์ปิด นี้เรียกว่า Sending Contact ดังรูปที่ 2-3



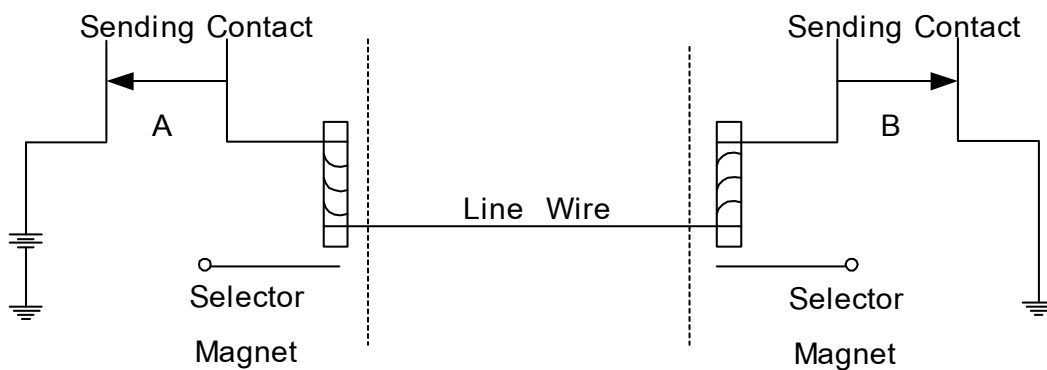
รูปที่ 2-3 แสดง Sending Contact ของเครื่องส่งโทรพิมพ์

2.2 เครื่องกลไกเครื่องรับโทรพิมพ์ทหาร ประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งควบคุมการทำงานทางแมคคานิกส์ โดยรับสัญญาณเครื่องส่ง มาทำให้แป้นพิมพ์ พิมพ์อักษรลงบนแผ่นกระดาษหรือกระดาษเทป

2.3 วงจรการทำงานของเครื่องโทรพิมพ์อย่างง่าย ๆ โดยใช้ดินเป็นทางกลับ



รูปที่ 2-4 แสดงวงจรการทำงานของเครื่องรับโทรพิมพ์



รูปที่ 2-5 แสดงวงจร รับ-ส่งโทรพิมพ์

3. ระบบการทำงานของโทรพิมพ์ การทำงานของโทรพิมพ์แบ่งได้เป็น 4 ระบบคือ

3.1 ระบบ NEUTRAL

3.2 ระบบ POLAR

3.3 ระบบ DIFFERENTIAL

3.4 ระบบ POLARENTIAL

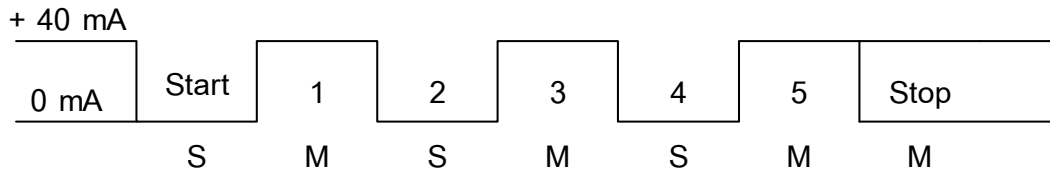
3.1 การทำงานของเครื่องโทรพิมพ์ในระบบ NEUTRAL

1. เครื่องโทรพิมพ์ทางทหารส่วนมากทำงานในระบบนี้

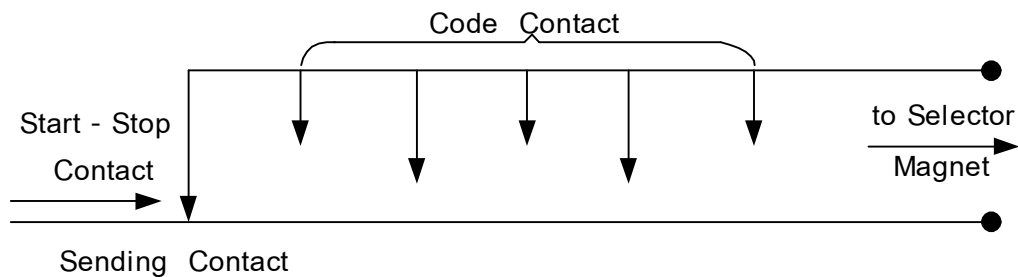
2. ใช้สวิทช์เป็นตัวต่อกระแสไฟฟ้าเป็นห่วง ๆ (IMPULSE) สัญญาณที่เป็นจังหวะ

Marking จะมีกระแสไหล สัญญาณที่เป็นจังหวะ Spacing ก็เปิดวงจรไม่ให้กระแสไหล

3. กระแสในวงจรนี้จะมากน้อยเพียงใด อยู่ที่เรากำลัง Line Current ไว้ เช่นโทรพิมพ์ชนิดที่ตั้งกระแสไว้ 40 mA จังหวะสัญญาณที่เป็นสัญญาณ Mark ก็จะมีกระแสไหล 40 mA จังหวะสัญญาณที่เป็นสัญญาณ Space ก็จะไม่มีการไหลคือ กระแสในทางสายเป็นศูนย์ ดังรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 แสดงรูปร่างของสัญญาณ Code อักษร Y กระแส 40 มิลลิแอมแปร์



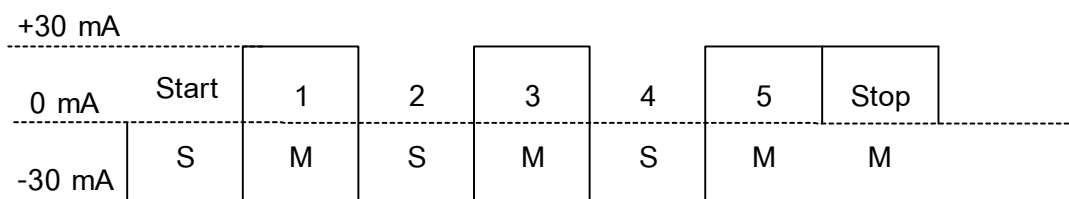
รูปที่ 2-7 แสดง Sending Contact เมื่อส่งสัญญาณ Code อักษร Y

จากรูปเมื่อเรากดแป้นอักษร Y ที่ Keyboard สถานี A Sending Contact ก็จะเรียง Code ตามตัวอักษรดังนี้ เริ่มต้น Start- Stop Contact จะเปิดวงจรก่อนในจังหวะ Spacing ปกติในทางสายจะมีกระแสไฟเลี้ยงตลอดเวลา มิฉะนั้นเครื่องจะ RUN-OPEN ต่อไป Contact ของตัว Five Unit Code ก็จะจัดการตัด-ต่อวงจรให้มีกระแสไหล 40 มิลลิแอมแปร์ ในจังหวะ Marking และไม่มีกระแสไฟไหลในจังหวะ Spacing ตามตัว Code ของตัวอักษรนั้น

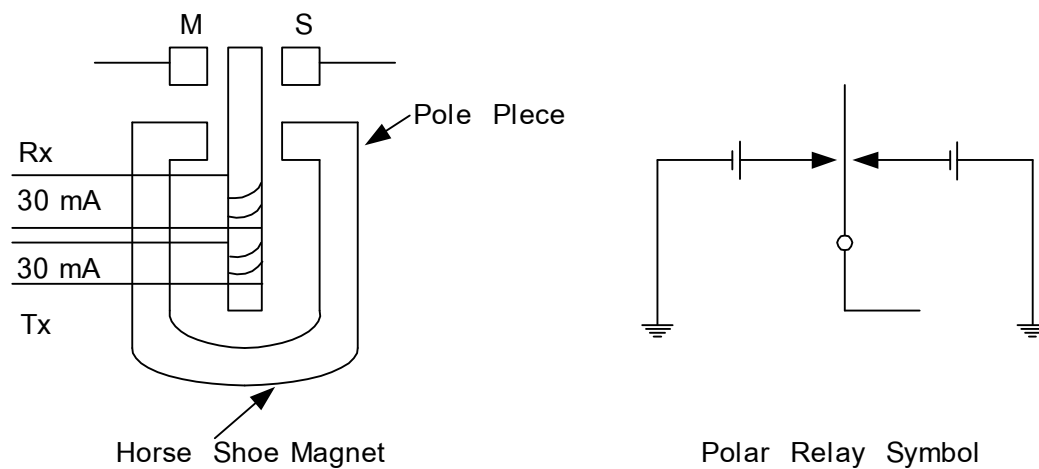
สัญญาณ Impulse นี้จะไหลไปตามวงจร ไปยังเครื่องรับสถานี B, ที่สถานี B ก็จะได้รับสัญญาณนี้ มาจัดเรียงโดย Selector Magnet แล้วทำให้ก้านพิมพ์ที่ TYPING UNIT ตีบนกระดาษ

3.2 การทำงานของโทรพิมพ์ในระบบ POLAR

1. เครื่องโทรพิมพ์บางแบบทำงานในระบบนี้ หรือไม่มีเครื่องแปลงสัญญาณโทรพิมพ์จากระบบ NEUTRAL ให้มาเป็นระบบ POLAR เพื่อใช้กับเครื่องปลายทาง โทรพิมพ์บางแบบ หรือใช้กับวิทยุบางชนิด
2. อุปกรณ์สำคัญของเครื่องโทรพิมพ์ระบบนี้ก็คือ POLAR RELAY ตัว POLAR RELAY จะทำงานทั้งสองทิศทาง คือทำให้กระแสไฟไหลทั้งสองทิศทาง บวก และทางลบเป็นสัญญาณ Mark และสัญญาณ Space ตามรูปที่ 2-8



รูปที่ 2-8 แสดงรูปร่างของสัญญาณโทรพิมพ์ระบบ POLAR

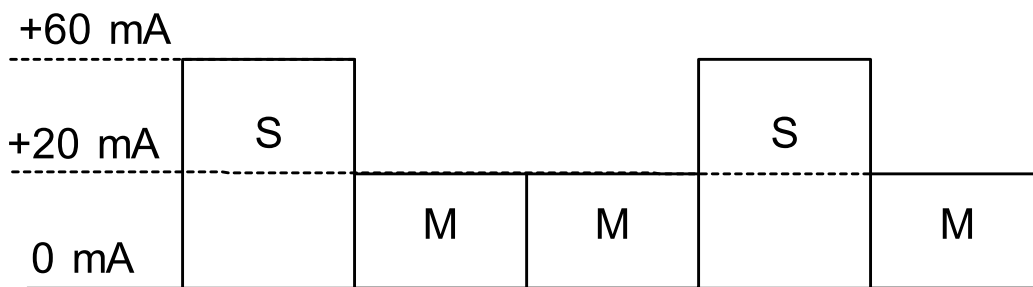


รูปที่ 2-9 แสดงหลักการทำงานของ POLAR RELAY

หลักการการทำงานของ Polar relay จากรูปที่ 2-9 แสดงรูปร่างของ Polar relay ซึ่งในเครื่องโทรพิมพ์ จะใช้ Polar relay จำนวน 2 ตัว คือ Sending และ Receiving เพื่อทำงานทั้งส่งและรับ

3.3 การทำงานของโทรพิมพ์ในระบบ DIFFERENTIAL

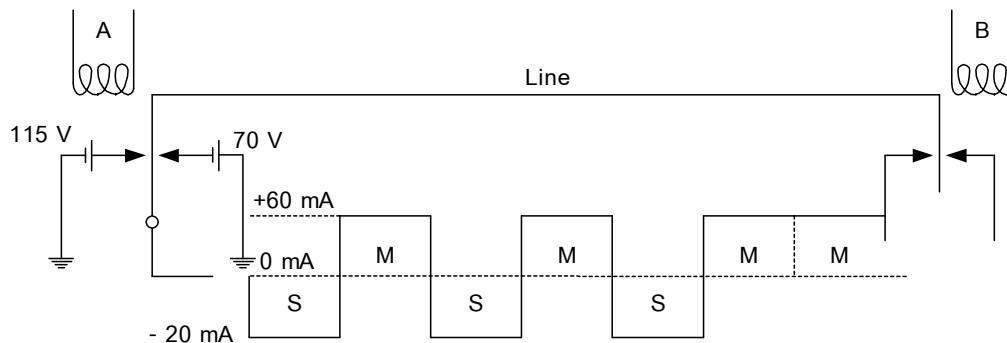
1. มีลักษณะการทำงานคล้าย ๆ กับระบบ Neutral คือมีกระแสไหลในทางบวกเหมือนกัน แต่สัญญาณ Mark และ Space มีค่าของกระแสดังรูปที่ 2-10
2. กระแสที่ต่างกันนี้อาจได้จากคู่สถานีเสริม หรือจากการให้ Bias หรือจากรีเลย์
3. ระบบการทำงานแบบนี้ ทำการติดต่อได้ไกลกว่าระบบ Neutral



รูปที่ 2-10 แสดงรูปร่างของสัญญาณโทรพิมพ์แบบ DIFFERENTIAL

3.4 การทำงานของโทรพิมพ์ระบบ POLARENTIAL

1. มีลักษณะการทำงานคล้ายระบบ Polar บวกกับระบบ Differential คือใช้ Polar Relay ทำงาน
2. มีกระแสไหลทั้งสัญญาณ Mark และสัญญาณ Space แต่ต่างขั้วกัน และกระแสที่จ่ายออกไป มีค่าไม่เท่ากัน สัญญาณ Mark มีกระแสสูงกว่า Space ดังรูปที่ 2-11



รูปที่ 2-11 แสดงรูปร่างของสัญญาณโทรพิมพ์แบบ Polarential

4 วงจรทางสายโทรพิมพ์

4.1 วงจรแบบ HALF DUPLEX

1. เป็นวงจรที่ทำการรับ-ส่งกันได้ทางเดียว สนวนทางกันไม่ได้
2. สามารถต่อพ่วงกันได้หลาย ๆ เครื่อง เพราะวงจรต่ออันดับกัน
3. รับ-ส่งกันได้ช้า
4. ข้อดีคือมี Home Copy ของตัวเอง ใช้ power ข้างเดียว

4.2 วงจรแบบ FULL DUPLEX

1. คือวงจรที่ทำงาน รับ-ส่งสวนทางกันได้ โดยแยกวงจรส่งและวงจรับออกจากกัน
2. ทำการรับ-ส่งกันได้รวดเร็ว
3. ขณะส่งที่เครื่องรับของตัวเองจะไม่พิมพ์อักษร คือไม่มี Home Copy เครื่องรับจะคอยรับ สัญญาณจากคู่สถานีที่ส่งมาเท่านั้น
4. พนักงานจะต้องมีความชำนาญจริง ๆ
5. ต้องมี Power ทั้งสองสถานี

5. ข้อดี ข้อเสีย ของโทรพิมพ์

ข้อดี

1. ทำการรับ - ส่งกันได้รวดเร็ว
2. รักษาความลับได้ดีกว่าเครื่องสื่อสารประเภทอื่น
3. สามารถรับ - ส่งกันได้อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสีย

1. ตัวเครื่องมีน้ำหนักมาก
2. การซ่อมบำรุงยาก ต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่มีความชำนาญ
3. คุณสมบัติของวงจรขึ้นอยู่กับ การเพี้ยนของสัญญาณ

เครื่องโทรพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์

เครื่องโทรพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องโทรพิมพ์ที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ การพิมพ์ตัวอักษรของเครื่องพิมพ์ควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) รหัสตัวอักษรเป็นแบบ Five Unit Code (CCITT No.2) เช่นเดียวกับโทรพิมพ์ แบบแมคคานิกส์ในบทเรียนที่แล้ว

ประมวลสัญญาณโทรพิมพ์

ประมวลสัญญาณโทรพิมพ์ คงใช้เหมือนกันกับโทรพิมพ์ทางแมคคานิกส์ คือใช้ Five Unit Code หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Baudot Code ซึ่งตรงกับโค้ด CCITT No.2 ของ ITU จะแตกต่างจากโทรพิมพ์ทางแมคคานิกส์ก็ตรงที่โทรพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์มีสัญญาณรับส่งเป็นสัญญาณดิจิทัล ประกอบด้วยสัญญาณเริ่มต้น (Start signal) หรือ Start bit จะต้องเป็น Logic 0 เสมอตามด้วย Five Unit Code เป็น Data bit มี Code ตามตัวอักษรตามรูปที่ 1 ตามตัวสัญญาณเลิก (Stop signal) หรือ Stop Bit ซึ่งจะต้องเป็น Logic 1 เสมอ Stop Bit จะมีความยาวของ Element เท่ากับ 1.5 เท่าของ Data Bit ตามรูปที่ 3 Code Element ของ CCITT No.2 กำหนด Code ดังนี้

Binary 0	=	Start bit
Binary 1	=	Stop bit
Binary 0	=	No Hole (เทปไม่เจาะรู)
Binary 1	=	Hole (เทปเจาะรู)
Binary 0	=	0 mA
Binary 1	=	40 mA

Five Unit Code (5 Data Bit) จะฟอร์มอักษรได้ทั้งหมดเท่ากับ $2^5 = 32$ ตัว ดังรายละเอียดในรูปที่ 2 แต่ประมวลสัญญาณโทรพิมพ์ภาษาอังกฤษใช้เพียง 31 โค้ด เหลือไม่ใช้งานอยู่ 1 โค้ด ซึ่งจะนำโค้ดที่เหลือนี้ไปใช้เป็นโค้ดอักษรนำร่วมกับโค้ดที่ 30, 31 และ 32 ดังรูปที่ 3 เหตุที่นำ Five Unit Code ไปใช้กับภาษาไทยโดยตรงไม่ได้เนื่องจากอักษรภาษาไทยต้องใช้โค้ดมากกว่า 32 โค้ด ฉะนั้นจึงต้องใช้โค้ดนำถึง 3 โค้ด ดังรูปที่ 2 สรุปลักษณะภาษาไทยได้ ดังนี้

1. พัลส์ชณะ 44 ตัว แต่ใช้เพียง	42	ตัว
2. สระมี 32 เสียง แต่ใช้เพียง	15	รูป
3. วรรณยุกต์	4	รูป
4. เลข 1-0	10	รูป
5. เครื่องหมายต่าง ๆ	13	รูป
6. วรรณค	1	รูป
7. อักษรนำ	3	รูป

รวมทั้งหมด 88 รูป หรือ 88 ไค้ด ฉะนั้นโทรพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์จึงต้องมี Data Bit แบบ 5 Unit Code ถึง 3 ชุดจึงจะสามารถใช้กับอักษรภาษาไทยซึ่งต้องใช้ถึง 88 ไค้ดดังกล่าวแล้วเช่น โทรพิมพ์ Pact 220

3. อัตราความเร็วของโทรพิมพ์

อัตราเร็วในการส่งสัญญาณโทรพิมพ์มีหน่วยวัดเป็นโบท (Baud rate) หมายถึงจำนวน Bit ใน 1 วินาที โดยคิดความยาวเป็นระยะเวลาของ Bit เรียกว่า Time length of Element (te) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{Baud rate} = 1/te$$

ตัวอย่าง เช่น ถ้า Data Bit มีความยาวเป็นระยะเวลาเท่ากับ 20 mS

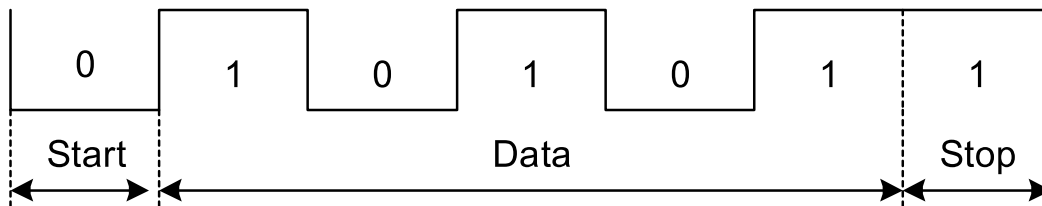
$$\begin{aligned} \text{Baud Rate} &= \frac{1}{20 \times 10^{-3}} \\ &= \frac{10^3}{20} \\ &= \frac{1000}{20} \\ &= 50 \quad \text{Baud Rate} \end{aligned}$$

ฉะนั้น อัตราเร็วในการส่งสัญญาณโทรพิมพ์คือ 50 Baud Rate อัตราเร็วในการส่งสัญญาณโทรพิมพ์ ตามมาตรฐานของ CCITT มีอัตราเร็วดังนี้คือ 50,75,100,150 และ 200 Baud Rate

อัตราเร็วของโทรพิมพ์นอกจากจะดูได้จากอัตราเร็วในการส่งสัญญาณโทรพิมพ์แล้วยังดูได้จากความเร็วในการพิมพ์ตัวอักษรใน 1 นาที ที่เรียกว่า WPM. ดังกล่าวแล้วในการที่จะทราบ WPM. จะต้องทราบว่าใน 1 ตัวอักษรใช้เวลาในการส่งสัญญาณเท่าใดเสียก่อนแล้วจึงหาว่าในหนึ่งคำใช้เวลาทั้งสิ้นเท่าใดโดยหนึ่งคำจะประกอบด้วย 6 ตัวอักษรเช่น โทรพิมพ์อัตราเร็ว 50 โบต์ จะใช้เวลาในการพิมพ์ตัวอักษรเท่ากับ 150 mS

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ตัวอักษร} &= 150 \text{ mS} \\
 \text{ฉะนั้นใน 1 คำจะใช้เวลาทั้งสิ้น } 6 \times 150 &= 900 \text{ mS} \\
 \text{เวลา } 900 \text{ mS} \text{ ส่งได้} &= 1 \text{ คำ} \\
 \text{เวลา } 1 \times 103 \times 60 \text{ mS} \text{ ส่งได้} &= \frac{1 \times 103 \times 60}{900} \\
 &= 66.6 \text{ WPM.}
 \end{aligned}$$

สรุป Baud rate	50	75	100	150	200	Baud Rate
WPM.	67	100	133	200	267	คำต่อนาที
Bit ที่	1					= Start 1 Bit
Bit ที่	2,3,4,5,6					= Data 5 Bit
Bit ที่	6					= Stop 1.5 Bit
ผลรวมเท่ากับ 1 Character						= 7.5 Bit



รูปที่ 2-12 แสดงการส่งสัญญาณโทรพิมพ์ ตัวอักษร Y



บทที่ 3 ระบบสื่อสารเส้นใยแก้วนำแสง

กล่าวทั่วไป

การติดต่อสื่อสารเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับมนุษย์ และเมืองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ มีแหล่งข่าวสาร สื่อรับส่งข่าวสารและตัวรับข่าวสาร มนุษย์ได้พยายามค้นคว้าหาสื่อที่สามารถรับส่งข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพมาตลอดการส่งสัญญาณควันหรือเสียงกลองในสมัยโบราณยอมเป็นหลักฐานยืนยันว่ามนุษย์รู้จักนำเอาแสงและเสียงมาใช้เป็นสื่อรับส่งข่าวสารนานแล้ว สื่อรับส่งข่าวสารได้ถูกพัฒนาขึ้นมาตามลำดับ ในปัจจุบันนอกจากสายทองแดงและคลื่นวิทยุแล้ว เส้นใยแก้วนำแสง นับเป็นสื่อรับส่งที่ถูกนำมาใช้งานกิจการโทรคมนาคมและกิจการด้านอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ เนื่องจากเส้นใยแก้วนำแสงมีข้อดีเหนือสื่อรับส่งอื่น ๆ หลายประการคือ ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาถูก และที่สำคัญความจุและประสิทธิภาพในการรับส่งสัญญาณสูง อย่างไรก็ตาม การนำเส้นใยแก้วนำแสงมาใช้งานยังคงต้องอาศัยเครื่องมือทดสอบ และการฝึกอบรมทางเทคนิคใหม่ ๆ เพิ่มเติม

หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสารเส้นใยแก้วนำแสง

ระบบเส้นใยแก้วนำแสงมีองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ประการ ดังแสดงในรูปที่ 3-1 คือ

1. ตัวกำเนิดแสง (Electrical-Optical Converter)
2. เส้นใยแก้วนำแสง (Optical Fiber)
3. ตัวรับแสง (Optical-Electrical Converter)

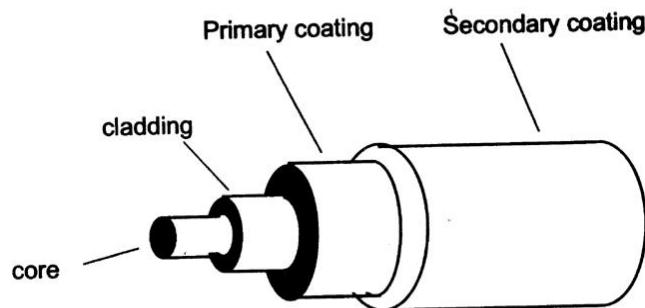


รูปที่ 3-1 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบสื่อสารเส้นใยแก้วนำแสง

หลักการเบื้องต้นของระบบคือ ทางด้านส่ง ส่งข่าวสารในรูปของสัญญาณไฟฟ้าจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณแสงโดยอุปกรณ์ Electrical-to-Optical-Converter ซึ่งอยู่ภายในเครื่องส่ง หลังจากนั้นสัญญาณแสงจะถูกส่งเข้าไปในเส้นใยแก้วนำแสง และอาศัยหลักการเคลื่อนที่ของแสงภายในเส้น

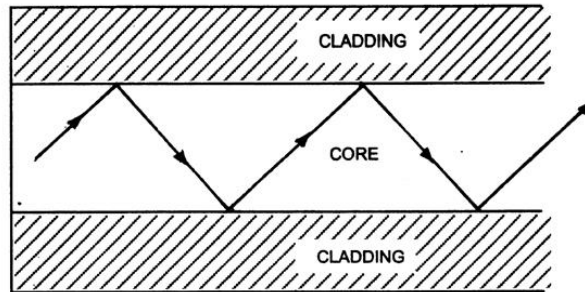
ใยแสง แสงจะเคลื่อนที่จากปลายด้านหนึ่งไปถึงปลายอีกด้านหนึ่งได้ และที่ปลายทางด้านรับนี้เอง สัญญาณแสงจะถูกแปลงกลับมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามเดิมโดยอาศัยอุปกรณ์ Optical-Electrical Converter อย่างไรก็ตามเส้นใยแก้วนำแสงคล้ายกับสื่อรับส่งประเภทอื่น ๆ คือ คุณสมบัติของเส้นใยที่จะทำให้เกิดความเพี้ยน (distortion) ขึ้นกับสัญญาณ ถึงแม้จะไม่มากเมื่อเทียบกับสายทองแดง ดังนั้น ในระบบที่มีระยะทางในการรับส่งไกลอาจจะต้องมีสถานีทวนสัญญาณ (Optical Repeater) เป็นระยะ ๆ นอกจากองค์ประกอบพื้นฐานทั้ง 3 ประการแล้ว ในระบบเส้นใยแก้วนำแสงยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีก เช่น Optical connector และ splices เพื่อเป็นแนวทาง ในการนำระบบเส้นใยแก้วนำแสงไปประยุกต์ใช้งานในกิจการด้านต่างๆ เราควรมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานทั้ง 3 ชนิด พอสมควร ดังนั้น จึงขอกล่าวถึงองค์ประกอบทั้ง 3 ของระบบเส้นใยแก้วนำแสง อันได้แก่ เส้นใยแก้วนำแสง ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสง พอสังเขป

1. **เส้นใยแก้วนำแสง** (Optical Fiber) โครงสร้างของเส้นใยแก้วนำแสง เส้นใยแก้วนำแสงมีลักษณะเป็นเส้นใยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมโครเมตร (μm) ตัวเส้นใยทำจากแก้ว 2 ชั้น และแสงสามารถเคลื่อนที่จากปลายด้านหนึ่งไปถึงปลายอีกด้านหนึ่งของเส้นใยได้ แกนชั้นในของเส้นใยทำจากแก้วเรียกว่า "CORE" core จะถูกห่อหุ้มอีกชั้นหนึ่งด้วยแก้วเรียกว่า " CLADDING " แก้วที่ใช้ทำ core และ cladding จะมีค่าดัชนีหักเหของแสง (refractive index) แตกต่างกันเล็กน้อย โดยทั่ว ๆ ไปดัชนีหักเหของ core จะมากกว่า ดัชนีหักเหของ Cladding เสมอและ นอกจาก core และ cladding ที่ทำจากแก้วแล้ว เส้นใยแก้วนำแสงจะถูกห่อหุ้มด้วย primary และ secondary coating และ nylon เพื่อป้องกันเส้นใยจากการขีดข่วน ดังแสดงในรูปที่ 3-2



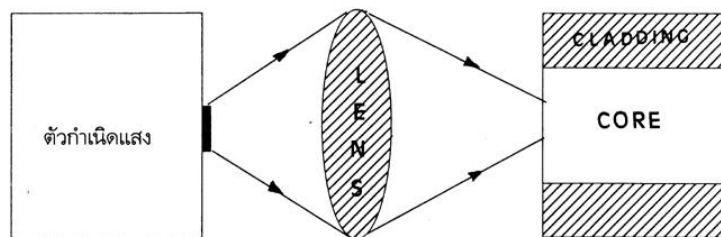
รูปที่ 3-2 โครงสร้างของเส้นใยแก้วนำแสง

การเคลื่อนที่ของแสงภายในเส้นใย แสงมีลักษณะเป็นทั้งคลื่น และ อนุภาค ในลักษณะของคลื่น แสงเดินทางเป็นเส้นตรง และสามารถเคลื่อนที่ในสุญญากาศได้ด้วยความเร็วคงที่ 3×10^8 m/s



รูปที่ 3-3 การเคลื่อนที่ของแสงภายใน core

เนื่องจากเส้นใยแก้วนำแสงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ core เล็กมาก และการเคลื่อนที่ของแสงจะจำกัดอยู่ภายใน core เท่านั้น ดังนั้นเส้นใยแก้วนำแสงจะสามารถรับแสงจากแหล่งกำเนิดได้ในปริมาณที่จำกัด สำหรับเส้นใยบางชนิดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง Core เล็ก และ Acceptance Angle แคบอาจจะต้องใช้ LENS หรือเทคนิคอื่น ๆ ช่วยในการ Coupling แสงจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าไปในเส้นใยดังแสดงในรูปที่ 3-4



รูปที่ 3-4 Source-To-Fiber Coupling

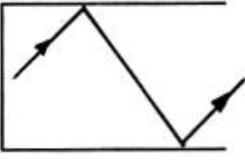
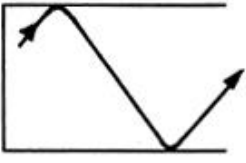
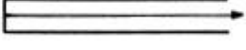
2. ชนิดของเส้นใยแก้วนำแสง

เส้นใยแก้วนำแสงที่ใช้ในกิจการโทรคมนาคมมี 3 ประเภท คือ

- 2.1 Multimode step index Fiber
- 2.2 Multimode graded index Fiber
- 2.3 Single mode Fiber

การเคลื่อนที่ของแสงไปตามเส้นใย สามารถอธิบายได้ในเทอมของกลุ่มคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า "Modes" ทฤษฎีเกี่ยวกับ mode นั้น มีความซับซ้อนมาก อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีนี้มีความสัมพันธ์กับผู้ใช้บ่อยมาก ดังนั้น เพื่อถ่ายทอดความเข้าใจเราอาจนึกถึง Modes ในลักษณะของเส้นทางเดินของแสง (Physical Path) ภายในเส้นใย Mode ไม่ได้หมายถึงความถี่, ความยาวคลื่น หรือ Information Signals เราเรียกเส้นใยแสงที่มีทางเดินของแสงภายใน Core ได้หลายเส้นทางว่า "Multimode Fiber" และเรียกเส้นใยแสงชนิดที่มีทางเดินของแสงทางเดียวว่า "Single Mode Fiber"

คำว่า "step-index" และ "graded-index" แสดงให้เห็นค่าดัชนีหักเหที่รอยต่อระหว่าง core กับ cladding ของเส้นใยที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใด (step-index) และเปลี่ยนแปลงทีละน้อย (graded-index) ตามลำดับ

ทางเดินของแสงภายใน core			
ตัวกำเนิดแสง	LASER หรือ LED	LASER หรือ LED	LASER
BBANDWIDTH	< 200 MHz ₂ km	200 MHz ₂ ถึง GHz ₂ km	> 3 GHz ₂ km
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง core	50 μm	50 μm	5-8 μm

รูปที่ 3-5 เปรียบเทียบระหว่างเส้นใยแสงทั้ง 3 ชนิด

3. การสูญเสียในเส้นใยแก้วนำแสง

มีสาเหตุสำคัญ 3 ประการคือ

- ❖ Absorption loss
- ❖ Scattering loss
- ❖ Microbending loss

การสูญเสียในเส้นใยแก้วนำแสงจะมีค่าไม่เท่ากันที่ความยาวคลื่นต่างๆ กัน ช่วงความยาวคลื่น 850, 1300 และ 1550 นาโนเมตร การสูญเสียในเส้นใยแก้วนำแสงจะต่ำ เราเรียกช่วงความยาวคลื่นทั้งสามนี้ว่า " Optical window "

Bandwidth และ Distance

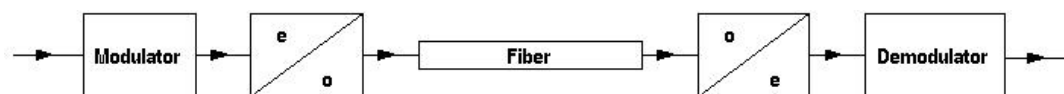
เมื่อส่งสัญญาณ Pulse ผ่านเส้นใยแก้วนำแสง คุณสมบัติของเส้นใยแก้วนำแสงจะทำให้สัญญาณที่ส่งไปเกิดการเพี้ยน (Distortion) ตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเพี้ยนคือ Dispersion ในใยแก้ว ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ modal dispersion และ chromatic dispersion

modal dispersion มีสาเหตุมาจากแต่ละ Mode เดินทางไปถึงปลายทางไม่พร้อมกัน เส้นใยแสงชนิด Multimode จะมี modal dispersion มาก

chromatic dispersion มีสาเหตุมาจากแสงที่มีสี หรือความยาวคลื่นต่างกันเดินทางไปถึงปลายทางไม่พร้อมกัน

4. ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสง

ในการส่งสัญญาณแสงเข้าไปในเส้นใยแสงจำเป็นต้องใช้ Transmitter และ Receiver ที่เหมาะสมทางต้นทางและปลายทางของเส้นใยแสงตามลำดับเพื่อเปลี่ยนสัญญาณแสงให้เป็นไฟฟ้าและในทางกลับกัน ดังแสดงในรูปที่ 3-6



รูปที่ 3-6 ระบบสื่อสารเส้นใยแสงแบบง่าย

ทางด้านส่งสัญญาณไฟฟ้ามอดูเลททางความเข้มกับแหล่งกำเนิดแสง สัญญาณแสงจะถูกส่งเข้าไปในเส้นใยแสงและเดินทางไปถึงด้านรับที่ด้านรับนี้เองโฟโตดีเทคเตอร์ จะเปลี่ยนสัญญาณแสงกลับเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามเดิม

5. ตัวกำเนิดแสง (light source)

ในด้านการสื่อสารอุปกรณ์ที่ให้กำเนิดพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในแถบความยาวคลื่นที่ตามองเห็นและแถบอินฟราเรด เรียกว่า "ตัวกำเนิดแสง" พลังงานที่ออกมานี้เป็นตัวพาข่าวสาร (Information carrier) ถ้าแสงที่เกิดขึ้นมีความยาวคลื่น หรือความถี่เดียว และยังคงมี phase front สม่าเสมอ เราเรียกแหล่งกำเนิดแสงนั้นว่า coherent source อย่างไรก็ตาม ตัวกำเนิดแสงส่วนมากจะให้กำเนิดแสงที่มีหลายความยาวคลื่นแตกต่างกัน และ phase front ไม่สม่าเสมอ ตัวกำเนิดแสงแบบนี้เรียกว่า incoherent source

6. คุณสมบัติของตัวกำเนิดแสงที่ดี

อุปกรณ์ solid-state เช่น ทรานซิสเตอร์ จักรันไดโอดมีรูปร่างกระทัดรัดและสามารถออกแบบให้มีกำลังงานสูง ประสิทธิภาพสูงได้ ถ้านำมาทดแทนโครงข่ายและอุปกรณ์ไฟฟ้าระบบการสื่อสารต้องดำเนินไปด้วยดีหรือดีมาก ดังนั้นคุณสมบัติของตัวกำเนิดแสงจึงมีความสำคัญมาก มีความแตกต่างกันบางอย่างในคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุด เช่น Output Intensity และความยาวคลื่นเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการสื่อสารทางแสงผ่านบรรยากาศ และเส้นใยแสงแต่ในที่นี้จะพิจารณาถึงเฉพาะคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับระบบเส้นใยแสงตัวกำเนิดแสงที่ดีควรมีคุณสมบัติพอสรุปได้ ดังนี้คือ

Output Power กำลังงานต่ำสุดที่ควรได้จากแหล่งกำเนิดแสง พิจารณาได้จากการสูญเสียของเส้นใยแสง (a) และกำลังงานต่ำสุดที่ตัวแสงสามารถตรวจจับได้ (s) เช่น $A = 45 \text{ dB}$ และ $S = -45 \text{ dB}$ กำลังงานจากแหล่งกำเนิดแสง จะต้องมากกว่า 1 mW ในทางปฏิบัติตัวกำเนิดแสงที่ดีควรมีความสามารถให้กำเนิดแสงที่มีกำลังงานระหว่าง 10 ถึง 100 mW

7. ตัวรับแสง (Photo detector)

คุณสมบัติของตัวรับแสงที่ดีที่ปลายด้าน output ของเส้นใยแสงจะต้องมีอุปกรณ์รับแสงเพื่อแปลง information ที่บรรจุมาในสัญญาณแสง อุปกรณ์ชิ้นแรกของเครื่องรับก็คือ photo detector

ซึ่งจะรับรู้กำลังงานแสงที่มากกระทบและเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้า เนื่องจากสัญญาณแสงที่ออกมาจากปลายของเส้นใยแสงมีกำลังอ่อนมาก (เนื่องจากการลดทอนในเส้นใยแสง) ดังนั้น

photo detector จะต้องมีความสามารถในการทำงานสูง คุณสมบัติของตัวรับแสงที่เหมาะสมกับระบบเส้นใยแสงคือ

7.1 มีการตอบสนอง (response) หรือการรับรู้ (sensitivity) ส่งต่อแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ใช้งาน

7.2 มี noise ต่ำ

7.3 มี bandwidth เพียงพอสำหรับ data rate สูง ๆ

7.4 ไม่ควรแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิ

7.5 มีขนาดเหมาะสมกับเส้นใยแสง

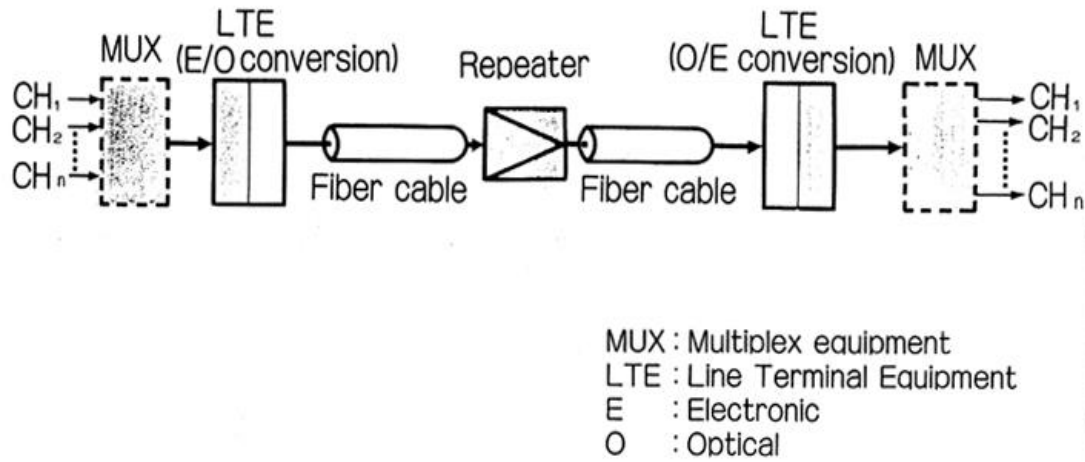
7.6 มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์อื่น ๆ

7.7 อายุการใช้งานยาวนาน

อุปกรณ์ Photodetector มีหลายชนิด เช่น Photomultipliers based photoconductors , phototransistors และ photodiodes แต่อย่างไรก็ตาม ตัวรับแสงเหล่านี้บางตัวมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามต้องการ photomultiplier ประกอบด้วย photocathode และ electron multiplier รวมอยู่ในหลอดสูญญากาศ มีอัตราขยายสูง และ noise ต่ำ แต่มีขนาดใหญ่ต้องการแรงดันไฟฟ้าสูงจึงไม่เหมาะสมกับระบบเส้นใยแสง สำหรับ photodetector ที่เป็นสารกึ่งตัวนำ photodiode เป็นตัวรับแสงที่เหมาะสมกับระบบเส้นใยแสงเพราะมีขนาดเล็ก วัสดุที่ใช้เหมาะสมมีความไวสูง และการตอบสนองเร็ว photodiodes ที่ใช้งานมี 2 ชนิดคือ

1. PIN diode
2. APD (avalanche photodiode)

8. โครงสร้างของระบบสื่อสารเคเบิลใยแก้วนำแสง



รูปที่ 3-7 แสดงโครงสร้างของระบบสื่อสารเคเบิลใยแก้วนำแสงซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

- Multiplex Equipment
- Optical Line Terminal Equipment
- Optical Fiber Cable

