

# บทที่ 1

## หลักการสื่อสาร

หลักการสื่อสารที่สมบูรณ์ จะต้องเป็นผู้ส่งสารและผู้รับสาร เพื่อทำหน้าที่ในการสื่อสารระหว่างกันโดยผ่านช่องทางการสื่อสารหรือที่เรียกว่าตัวกลางเชื่อมต่อกันให้สามารถส่งข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จากต้นทางไปยังปลายทางได้ ข้อมูลข่าวสารที่รับส่งถึงกันนั้นอาจเป็นสัญญาณภาพ เสียง หรือข้อมูล ซึ่งจะต้องส่งจากต้นทางไปยังปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่เกิดการลดทอนหรือสูญเสียของสัญญาณ หรือเกิดน้อยที่สุด ในการสื่อสารมีทั้งแบบมีสายและแบบไร้สาย โดยการสื่อสารแบบมีสาย จะใช้สายนำสัญญาณเป็นตัวกลางในการสื่อสาร ส่วนการสื่อสารแบบไร้สายนั้นจะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการสื่อสาร ซึ่งในปัจจุบันนี้การสื่อสารได้ก้าวหน้าไปอย่างมาก จึงต้องศึกษาพื้นฐานของการสื่อสารไว้เพื่อที่จะสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่สูงขึ้นไปได้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง

ในบทนี้กล่าวถึงหลักการสื่อสารที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของการสื่อสารโทรคมนาคม ซึ่งเป็นสิ่งแรกที่ผู้ศึกษาเรื่องหลักการสื่อสารต้องทำความเข้าใจให้ตรงกัน วิวัฒนาการของระบบสื่อสารนั้นมีความเป็นมาอย่างไร และสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ หลักการของคลื่นที่ใช้ในการสื่อสารนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร และสามารถแพร่กระจายคลื่นวิทยุเพื่อใช้ในการสื่อสารได้โดยวิธีใดบ้าง รวมถึงเทคโนโลยีทางการสื่อสารโทรคมนาคมที่มีการนำมาใช้ในปัจจุบัน ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

### ความหมายของการสื่อสารโทรคมนาคม

ในการศึกษาของการสื่อสารโทรคมนาคมนั้น จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและความเป็นมาของการสื่อสารและโทรคมนาคม ให้มีความเข้าใจตรงกันก่อนที่จะศึกษาในเนื้อหาส่วนอื่น ๆ มีนักวิชาการให้ความหมายของการสื่อสารและโทรคมนาคม ไว้ดังนี้

#### 1. ความหมายของการสื่อสาร

ไพโรจน์ ไววนิชกิจและกมล เขมะรังษี (2539 : 1) ได้กล่าวว่า การสื่อสาร (Communication) หมายถึง พฤติกรรม ขั้นตอน และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ทำให้สามารถส่งหรือแปลความหมายของข้อมูลข่าวสารได้ เป็นกระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกัน

ชุตติพร อนุตริยะและคณะ (2554 : 65) ได้กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง การถ่ายโอนข้อมูลระหว่างผู้ใช้หรือหน่วยการประมวลผลโดยใช้วิธีการที่ ตกลงกันไว้ล่วงหน้า เช่น โทรศัพท์ รหัสมอร์ส สัญญาณคว้น ธงสัญญาณ สัญญาณมือ เป็นต้น การสื่อสารเกี่ยวข้องกับ การนำเสนอ การถ่ายโอน การแปลผล และการประมวลผลข้อมูลระหว่างกลุ่มคน สถานที่และเครื่องจักร ทั้งนี้ ความหมายที่ถูกกำหนดให้กับข้อมูลจะต้องไม่ถูกเปลี่ยนแปลงระหว่างการทำงานหรือการสื่อสาร

บรรจง พลไชย (2554 : 64) ได้กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร สัญลักษณ์หรือสาร จากบุคคลหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งไปยังบุคคลอื่น โดยวิธีการพูด การแสดง

ท่าทาง การใช้สัญลักษณ์หรือการเขียน เพื่อถ่ายทอดข่าวสาร ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ให้อีกฝ่ายหนึ่งได้เข้าใจซึ่งกันละกัน

จากผู้ที่ให้ความหมายของคำว่า “การสื่อสาร” นั้น สามารถสรุปได้ว่า เป็นการส่งข้อมูลระหว่างผู้รับและผู้ส่ง โดยมีรูปแบบที่กำหนดไว้ตายตัวเพื่อให้สามารถสื่อสารกันได้ถูกต้อง อาจจะใช้กระบวนการต่าง ๆ หรือสื่อที่เป็นช่องทางในการสื่อสาร

## 2. ความหมายของโทรคมนาคม

มีนักวิชาการได้กล่าวถึงความหมายของโทรคมนาคม ไว้ดังนี้

โสภานพธรรม นามวงศ์ (2550 : 94) ได้ให้ความหมาย โทรคมนาคม (Telecommunication) หมายถึง การส่งข้อมูลข่าวสารในรูปแบบของตัวอักษร ภาพ และเสียง จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แปลงข้อมูลเป็นพลังงานไฟฟ้า เคลื่อนไหลไปตามตัวกลางสื่อสัญญาณทางกายภาพ เช่น สายเคเบิลทองแดง สายเคเบิลใยแก้วนำแสง หรือโดยใช้ตัวกลางสื่อสัญญาณไร้สาย เช่น คลื่นวิทยุแบบแพร่สัญญาณ คลื่นไมโครเวฟ การส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม แสงอินฟราเรด โดยที่จุดส่งกับจุดรับจะอยู่ห่างไกลกัน โดยจะส่งถึงผู้รับเฉพาะคนใดคนหนึ่งหรือผู้รับทั่วไปก็ได้ เช่น โทรศัพท์ โทรทัศน์ เป็นต้น

เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์ (2554 : 4) ได้กล่าวว่า โทรคมนาคม หมายถึง การสื่อสารที่ช่วยลดระยะทางระหว่างบุคคลอุปกรณ์หรือระบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการส่งแพร่กระจายหรือนำพาด้วยวิธีการทางกลไฟฟ้าแสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ ทางควอนตัมสำหรับการสื่อสารสัญญาณ สัญลักษณ์ ข้อความ เสียง ภาพหรือสื่อประสมให้ผู้รับหรือระบบสามารถเข้าใจได้

พิสิษฐ์ สินธูวงศานนท์ (2554 : 1) ได้กล่าวว่า โทรคมนาคม (Telecommunications) หมายถึง การสื่อสารข้อมูลระยะทางไกลในรูปแบบสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในอดีตระบบโทรคมนาคมให้บริการในรูปแบบของสัญญาณเสียงผ่านสายโทรศัพท์ที่เรียกกันว่าสัญญาณในระบบอะนาล็อก (Analog Signal) แต่ในปัจจุบันสัญญาณโทรคมนาคมกำลังจะกลายเป็นการถ่ายทอดสัญญาณในรูปแบบดิจิทัล (Digital Signal) ทั้งหมด

สรุปได้ว่า การสื่อสาร และ โทรคมนาคม หมายถึง การสื่อสารเป็นการรับส่งข้อมูลข่าวสารระหว่างกัน โดยกระบวนการหรือวิธีการที่มีการตกลงกันไว้เพื่อให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารนั้นมีความครบถ้วนสมบูรณ์ ส่วนโทรคมนาคม จะเป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน ที่มีกระบวนการแปลงข้อมูลข่าวสารเป็นรูปแบบอื่น ๆ ที่สามารถสื่อสารกันได้ไกลขึ้น มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการสื่อสาร เราจึงเรียกรวมกันว่า การสื่อสารโทรคมนาคม นั่นเอง

## วิวัฒนาการของระบบสื่อสาร

การพัฒนาด้านการสื่อสารเป็นสิ่งที่มนุษย์ได้มีความพยายามที่จะติดต่อและส่งข้อมูลระหว่างกันจากระยะทางไกล ๆ เพื่อให้มีความสะดวก รวดเร็ว มีความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลข่าวสารที่จะ

ส่งระหว่างกันและกัน จนทำให้มนุษย์สามารถประดิษฐ์คิดค้นวิธีการต่าง ๆ ให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้ทั่วโลก ซึ่งวิวัฒนาการของการสื่อสาร (ที่งานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2551 : 1) สามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

ปี พ.ศ. 2337 แซมมวล มอร์ส (Samuel F.B Morse) ได้ประดิษฐ์โทรเลขขึ้นมาโดยการใช้สัญลักษณ์จุด (Dots) และขีด (Dashes) เป็นรหัสในการส่งข่าวสาร ซึ่งแซมมวล มอร์ส ได้กำหนดให้สัญลักษณ์จุดและขีดในรูปแบบต่าง ๆ แทนตัวอักษรต่าง ๆ

โทรคมนาคม โดยทั่วไปนั้นอยู่บนมูลเหตุพื้นฐานหลักสองด้าน คือ ภาษาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมสมัย ความหมายโดยรวมของสารานุกรมโทรคมนาคมไทย พ.ศ. 2551 คือ การสื่อสารที่ช่วยลดระยะทางระหว่างบุคคล อุปกรณ์หรือระบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับการส่งแพร่กระจายหรือนำพา ด้วยวิธีการทางกลไฟฟ้า แสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ ทางควอนตัมสำหรับการสื่อสารสัญญาณ ข้อความ เสียงภาพหรือสื่อประสมให้ผู้รับหรือระบบสามารถเข้าใจได้ ซึ่งวิวัฒนาการของการโทรคมนาคมนั้นเริ่มต้นจากการใช้มนุษย์ เป็นผู้ส่งสารและพัฒนาเป็นการส่งสาร ด้วยสิ่งประดิษฐ์ จากธรรมชาติ โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น สัญญาณควัน สัญญาณไฟหรือสัญญาณเสียง ซึ่งมีขอบเขตจำกัด ดังนั้นมนุษย์จึงได้มีการพัฒนาและคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ ทางด้านโทรคมนาคมขึ้น เพื่อก้าวข้ามขอบเขตนั้น ๆ ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้เกิดเทคโนโลยี ที่ใช้สำหรับการสื่อสารโทรคมนาคมขึ้นมากมาย ซึ่งทำให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างรวดเร็ว และได้ระยะทางที่ไกลมากขึ้น เริ่มต้นการพัฒนาจากการสื่อสารระหว่างบุคคล กลายเป็นการสื่อสารระดับเครือข่ายระหว่างประเทศ และและครอบคลุมทั่วโลกในที่สุด (ชุตีพร อนุตริยะ และคณะ. 2554 : 2)

ปี พ.ศ. 2399 อันโตนิโอ เมอูซซี (Antonio Meucci) นักประดิษฐ์ชาวอิตาลีได้ประดิษฐ์โทรศัพท์ขึ้นเป็นครั้งแรก

ปี พ.ศ. 2407 ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) ได้ค้นพบพื้นฐานเบื้องต้นของหลักการวิทยุ โดยได้พบการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งสามารถเดินทางผ่านอากาศได้ด้วยความเร็วแสง  $3 \times 10^8$  เมตรต่อวินาที

ปี พ.ศ. 2430 เฮนริช รูดอล์ฟ เฮอร์ตซ์ (Hienrich Rudolph Hertz) ได้ค้นพบการเดินทางของคลื่น ต้องเป็นไฟฟ้ากระแสสลับจึงจะสามารถเดินทางไปในอากาศได้ ซึ่งได้นำทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเจมส์ แมกซ์เวล มาใช้ในการรับส่งวิทยุ

ปี พ.ศ. 2440 กุกลีเอลโม มาร์โคนี (Guglielmo Marconi) ได้ประดิษฐ์ระบบสื่อสารแบบโทรเลขไร้สายชุดแรกขึ้นมา ซึ่งสามารถผสมสัญญาณข้อมูลโทรเลขลงไปในคลื่นวิทยุ ซึ่งทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ไกลขึ้น

ปี พ.ศ. 2463 ได้มีการเปิดการสื่อสารทางไกลระหว่างประเทศขึ้นเพื่อการค้า โดยเป็นการติดต่อระหว่างประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส นอร์เวย์ ญี่ปุ่น และเยอรมัน

ปี พ.ศ. 2474 ได้มีการตั้งสถานีโทรทัศน์ขึ้นที่ติกเอ็มไพร์สเตทและได้มีการทดลองส่งสัญญาณเป็นครั้งแรก

ปี พ.ศ. 2497 บริษัทโซนี่ได้ผลิตเครื่องรับวิทยุแบบทรานซิสเตอร์ขึ้นจำหน่ายเป็นครั้งแรก

ปี พ.ศ. 2500 รัสเซียได้ส่งดาวเทียมชื่อ สปุตนิก (Sputnik) ขึ้นสู่อวกาศเป็นครั้งแรก และเป็นจุดเริ่มต้นให้มนุษยชาติพัฒนาศักยภาพในการสื่อสารให้มีความเจริญรุดหน้าขึ้นไปเรื่อย ๆ

จากวิวัฒนาการของระบบสื่อสารตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ด้วยการเริ่มต้นของการสื่อสารที่อาศัยสื่อกลางที่เป็นสายนำสัญญาณสื่อสารระหว่างกันอันมีขีดจำกัดด้วยระยะทาง จนมีการค้นพบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้การสื่อสารสามารถรับส่งข้อมูลข่าวสารโดยการแพร่กระจายคลื่นไปในอากาศ ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ไกลขึ้น ด้วยการสื่อสารระหว่างประเทศ และการสื่อสารผ่านดาวเทียมในเวลาต่อมา

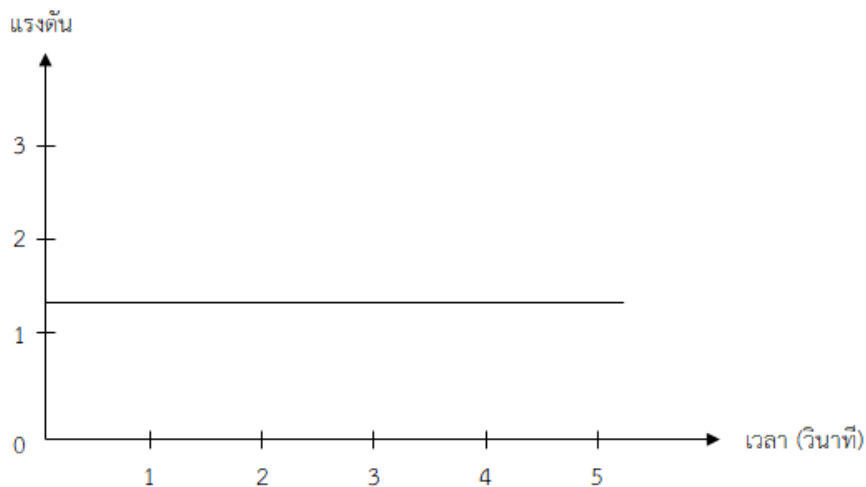
## หลักการของคลื่นที่ใช้ในการสื่อสาร

จากประวัติและวิวัฒนาการของระบบสื่อสาร จะเห็นได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามประดิษฐ์คิดค้นเพื่อการสื่อสาร โดยสิ่งสำคัญที่จะใช้ในการสื่อสารได้นั้นก็คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ได้มีการค้นพบและทำการทดลองใช้ในการสื่อสารจนประสบความสำเร็จ เพื่อให้เข้าใจในการสื่อสารวิทยุมากขึ้นจึงต้องทำความเข้าใจหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐานเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแส ได้แก่ ไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนี้

### 1. ไฟฟ้ากระแส

ไฟฟ้ากระแสเป็นไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอย่างต่อเนื่องจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด (ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2551 : 45) คือ

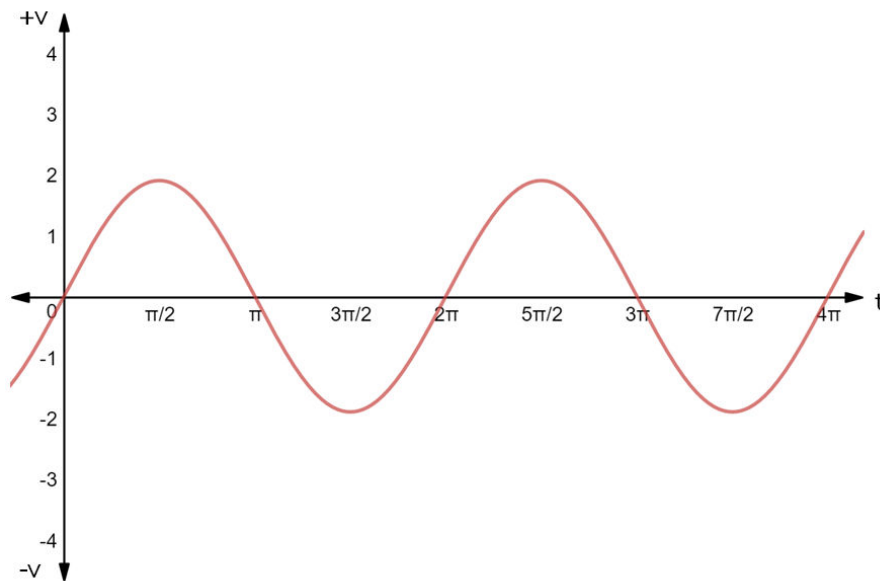
1.1 ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current : DC) คือ กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางไหลไปในทิศทางเดียวเสมอ คือ จะไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบเสมอ เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย ซึ่งสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง แสดงได้ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 46)

1.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current : AC) คือ กระแสไฟฟ้าที่มีการสลับสับเปลี่ยนชั่วอยู่ตลอดเวลาอย่างสม่ำเสมอ ทิศทางของกระแสไฟฟ้าจะสลับสับเปลี่ยนไปมาระหว่างชั่วบวกและชั่วลบ เช่น ไฟฟ้าตามบ้านเรือน ไฟฟ้ากระแสสลับเกิดจากการหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็กเป็นผลให้กระแสไฟฟ้าไหลกลับไปกลับมา ซึ่งรูปคลื่นของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับนั้นจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 46)

1.2.1 ส่วนประกอบของไฟฟ้ากระแสสลับ เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับมีการเปลี่ยนแปลงในชั่วบวกและลบ สลับกันไปมา เรียกว่า สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ ในการพิจารณารูปสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับนั้นจะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน (ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2552 : 17) คือ

1.2.1.1 คาบเวลา (Period) หมายถึง เวลาที่รูปคลื่นซายน์เกิดการเปลี่ยนแปลงจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ ก่อนที่จะมีการเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงสัญญาณใหม่ ซึ่งจะมีการนับเป็นรอบหรือไซเคิล (Cycle) ซึ่งจะใช้นิยาม T (Time)

1.2.1.2 ความถี่ (Frequency) หมายถึง จำนวนของการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณทางใด ๆ ในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งมีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือที่เรียกว่า เฮิรตซ์ (Hz)

ความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลาและความถี่พิจารณาได้จากสมการที่ 1.1 ดังนี้

$$f = \frac{1}{T} \quad (1.1)$$

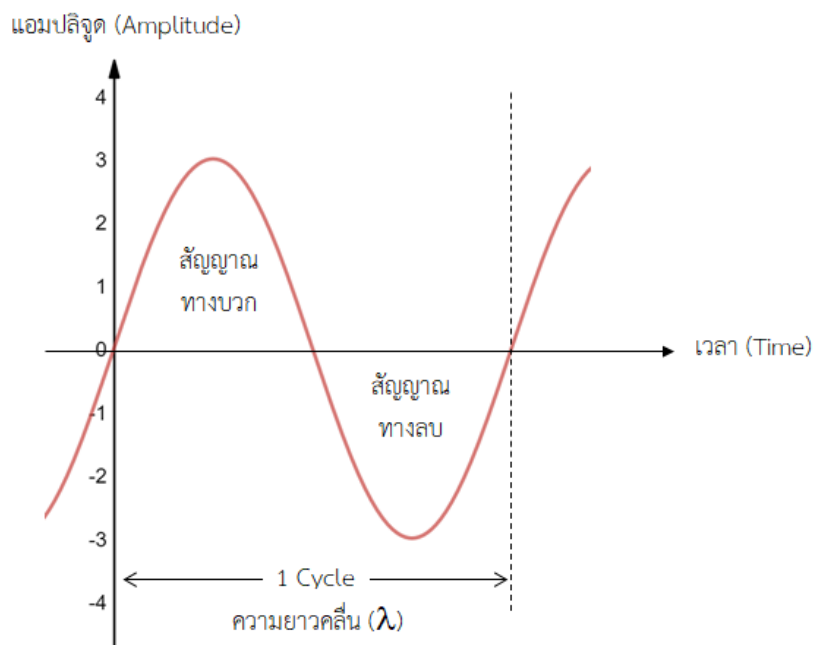
เมื่อ T คือ คาบเวลา (Time : sec)

f คือ ความถี่ (Frequency : Hz)

ตัวอย่างที่ 1.1 จงหาค่าความถี่ เมื่อคลื่นมีคาบเวลา  $2 \times 10^{-3}$  วินาที  
วิธีทำ จากสมการที่ 1.1 สามารถแสดงวิธีการคำนวณหาความถี่ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{2 \times 10^{-3}} \\ \therefore f &= 500 \text{ Hz} \end{aligned}$$

ลักษณะของส่วนประกอบของสัญญาณคลื่นไซน์ประกอบไปด้วย แอมพลิจูดของสัญญาณทางบวกและสัญญาณทางลบ ความยาวคลื่นในช่วง 1 ไซเคิล ในแกนของเวลา (ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2552 : 178) ดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 ส่วนประกอบของคลื่นไซน์  
 ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 46)

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล (2552 : 178) ได้ให้อธิบายองค์ประกอบของสัญญาณคลื่นไซน์ จากภาพที่ 1.3 ไว้ดังนี้

1. แอมพลิจูด (Amplitude) คือ ระดับของสัญญาณ ที่มีขนาดความสูงจากยอดสูงสุด (สัญญาณทางบวก) ถึงต่ำสุด (สัญญาณทางลบ) ของระดับสัญญาณไฟฟ้า
2. ความยาวคลื่น (Wave Length) คือความยาวของสัญญาณคลื่นไซน์ จากจุดเริ่มต้น ไปถึงจุดสิ้นสุดใน 1 คาบเวลา ใช้เครื่องหมาย แลมด้า ( $\lambda$ ) มีหน่วยเป็นเมตร
3. ความเร็วของคลื่น (Velocity) คือ ความเร็วของคลื่นที่เดินทางด้วยความเร็วเท่าแสง มีค่า  $3 \times 10^8$  เมตร/วินาที

ความสัมพันธ์ความยาวคลื่นและความถี่ในภาพที่ 1.3 สามารถพิจารณาได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ (ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2552 : 178) ดังสมการที่ 1.2

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (1.2)$$

เมื่อ  $\lambda$  คือ ความยาวคลื่น (เมตร)

$f$  คือ ความถี่ (Hz)

$v$  คือ ความเร็วคลื่น ( $3 \times 10^8$  เมตร/วินาที)

ตัวอย่างที่ 1.2 จงหาค่าความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) เมื่อคลื่นมีความถี่ ( $f$ ) เท่ากับ 100 MHz  
วิธีทำ จากสมการที่ 1.2 สามารถคำนวณหาความยาวคลื่น ได้ดังนี้

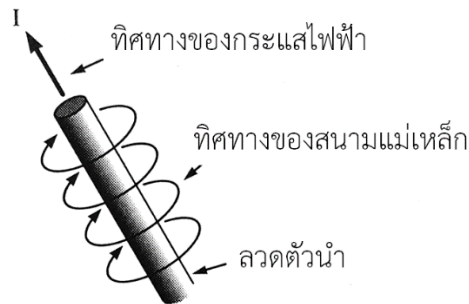
$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{v}{f} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{1 \times 10^6} \\ \therefore \lambda &= 3 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

จากองค์ประกอบของไฟฟ้ากระแสสลับเราสามารถพิจารณาในการคำนวณหาความถี่ได้ในเชิงเวลาและความยาวคลื่นได้ โดยสัญญาณคลื่นไซน์ใน 1 รอบ (Cycle) จะอาศัยเวลาเป็นตัวกำหนด ถ้าเวลาน้อย ความถี่จะมาก ซึ่งการที่คลื่นเดินทางครบ 1 รอบ โดยใช้เวลาน้อย ความยาวคลื่นจะน้อยด้วยเช่นกัน ดังนั้นเราสามารถนำเอาองค์ประกอบของไฟฟ้ากระแสสลับมาใช้ในการอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ในหัวข้อถัดไป

## 2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบสื่อสาร เพราะระบบสื่อสารส่วนใหญ่จะอาศัยหลักการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเดินทางไปในอากาศได้ จึงทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเป็นตัวพาสัญญาณข่าวสารไปได้ไกลมากขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2552 : 12-15) ดังนี้

3.1 กฎของแอมแปร์ (Ampere's Law) เป็นกฎที่อธิบายถึงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวนำ โดยจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกา ถ้าหากมองจากตัวนำและทิศทางของกระแสไหลออกจากจุดสังเกต ดังภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 การเกิดสนามแม่เหล็กตามกฎของแอมแปร์  
ที่มา : ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล (2552 : 13)

3.2 กฎของฟาราเดย์ (Faraday's Law) อธิบายไว้ว่า สนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive Force : emf) ขึ้น โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$\text{emf} = \frac{-d\Phi}{dt} \quad (1.3)$$

เมื่อ  $\Phi$  คือ ฟลักซ์แม่เหล็ก

3.3 กฎของเฟลมมิ่ง (Flaming's Law) หรือเรียกกันทั่วไปว่า กฎมือซ้าย หรือ กฎมือขวา แต่การอธิบาย จากกฎนี้กำหนดให้กางนิ้วชี้และนิ้วกลางทำมุมฉากกัน นิ้วโป้งจะชี้ขึ้นตั้งฉากกับนิ้วชี้และนิ้วกลาง นิ้วชี้แทนทิศทางของสนามแม่เหล็ก นิ้วกลางแทนทิศทางของกระแสไฟฟ้าและนิ้วโป้งแทนทิศทางของการเคลื่อนที่ ถ้าใช้มือขวาจะเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของทิศทางของ



สนามแม่เหล็ก ทิศทางของกระแสไฟฟ้า และทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำในไดนาโม หรือ เจนเนอเรเตอร์ แต่ถ้าใช้มือซ้ายจะเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวในมอเตอร์ ดังภาพที่ 1.5

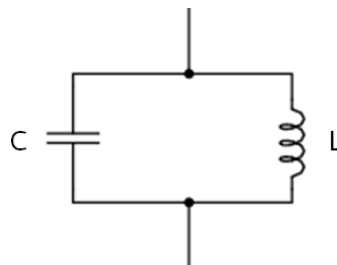


ภาพที่ 1.5 การใช้กฎของมือซ้าย อธิบายกฎของเฟลมมิ่ง  
ที่มา : ชัยวัฒน์ ลี้มพรจิตรวิไล (2552 : 14)

สรุปได้ว่า การแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ไปในอากาศ จะประกอบไปด้วย ทิศทางของสนามแม่เหล็กและทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ตั้งฉากกันและมีทิศทางการเคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศทางทั้งสอง โดยสนามแม่เหล็กจะมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาทำให้เกิดเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้ารอบขดลวดตัวนำ

### 3. การส่งและรับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้น เราสามารถส่งและรับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้ได้โดย อาศัยวงจรจูน (Tune Circuit) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วงจรรีโซแนนซ์ (Resonance Circuit) ที่ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำมาต่อขนานกัน (ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2551 : 48-49) ดังภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 วงจรจูน

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 49)

จากวงจรจูนในภาพที่ 1.6 เมื่อตัวเก็บประจุได้รับการชาร์จประจุเต็มแล้วและนำมาต่อเข้ากับตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้าก็จะทำให้ประจุไฟฟ้าในวงจรเกิดการเคลื่อนที่ไปมา นำมาเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ 1.4

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (\text{Hz}) \quad (1.4)$$

จากสมการ เราสามารถหาความถี่ของวงจรโดยการคำนวณหาค่าของ L และ C ได้จากสมการที่ 1.5 และ 1.6 (ชัยวัฒน์ ลี้มพรจิตรวิไล. 2552 : 21) ดังนี้

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C} \quad (\text{Henry}) \quad (1.5)$$

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} \quad (\text{Farad}) \quad (1.6)$$

สรุปได้ว่า การสื่อสารจะอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจายไปในอากาศโดยอาศัยวงจรจูน หรือวงจรรีโซแนนซ์ที่ความถี่นั้น ๆ ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ตัว คือ ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำ นำมาคำนวณหาความถี่รีโซแนนซ์

#### 4. แแถบความถี่คลื่นวิทยุ

คลื่นวิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมาก จะอยู่ในช่วงความถี่ 10 kHz ถึง 300 GHz ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน คลื่นวิทยุแต่ละชนิดจะแบ่งตามความถี่แต่ละช่วงซึ่งมีชื่อเรียกต่างกัน (ชัยวัฒน์ ลี้มพรจิตรวิไล. 2552 : 177) ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดของแถบความถี่คลื่นวิทยุ

ความถี่	ความยาวคลื่น	ชื่อย่านความถี่	สายนำสัญญาณ	การใช้งาน
3Hz - 30kHz	$10^8 - 10^4$ เมตร	Very Low Frequency : VLF	สายคู่ธรรมดา	เสียงดนตรี ระบบโทรศัพท์ ระบบสื่อสารข้อมูล
30 - 300kHz	$10^4 - 10^3$ เมตร	Low Frequency : LF	สายคู่ธรรมดา	ระบบเดินเรือ ระบบ สื่อสารในสายส่งไฟฟ้า
300 - 3MHz	$10^3 - 10^2$ เมตร	Medium Frequency : MF	สายโคแอกเซียล	ระบบกระจายเสียงวิทยุ AM
3 - 30MHz	$10^2 - 10$ เมตร	High Frequency : HF	สายโคแอกเซียล	วิทยุ CB

### ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ความถี่	ความยาวคลื่น	ชื่อย่านความถี่	สายนำสัญญาณ	การใช้งาน
30 - 300MHz	10 - 1 เมตร	Very High Frequency : VHF	สายโคแอกเซียล	ระบบโทรทัศน์ VHF วิทยุ FM วิทยุสมัครเล่น ระบบควบคุมจราจรทางอากาศ
300 - 3GHz	100 - 10 เซนติเมตร	Ultra High Frequency : UHF	ท่อนำคลื่น	ระบบโทรทัศน์ UHF เรดาร์
3 - 30GHz	10 - 1 เซนติเมตร	Super High Frequency : SHF	ท่อนำคลื่น	เรดาร์ ดาวเทียม และการสื่อสารอวกาศ
30 - 300GHz	100 - 10 มิลลิเมตร	Extremely High Frequency : EHF	ท่อนำคลื่น	วิทยุดาราศาสตร์

ที่มา : ชัยวัฒน์ ลิมพรจิตร์วิไล (2552 : 177)

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีองค์ประกอบเช่นเดียวกับไฟฟ้า กระแสสลับที่ประกอบไปด้วยคาบเวลาและความถี่ เมื่อนำมาพิจารณาในเชิงความยาวคลื่นชายน์จะมีองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความเร็วคลื่นที่มีความเร็วเท่ากับแสง ซึ่งเมื่อคลื่นถูกส่งออกไปในอากาศโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำจะเรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าตามกฎมือซ้าย และเมื่อการรับส่งคลื่นวิทยุจะอาศัยวงจรจูนหรือวงจรเรโซแนนซ์ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ตัว คือ L และ C ที่ทำหน้าที่ในการผลิตความถี่และกรองความถี่ โดยการใช้งานความถี่วิทยุสามารถแบ่งได้ตามแถบความถี่วิทยุและการใช้งาน โดยแต่ละแถบความถี่วิทยุจะมีชื่อเรียกตามค่าความถี่และความยาวคลื่นของคลื่นวิทยุนั้น ๆ

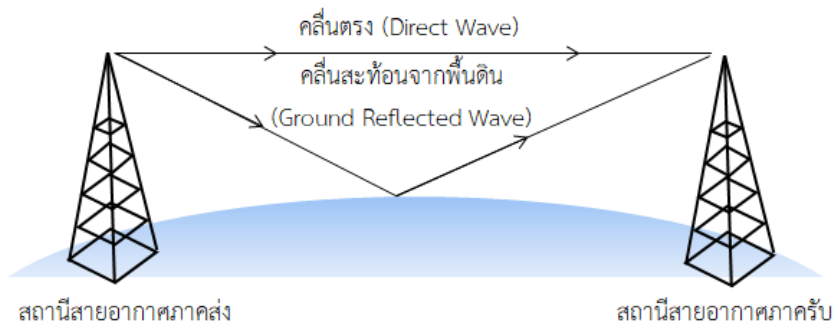
### การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ

ประสิทธิภาพการรับส่งสัญญาณเป็นสิ่งสำคัญในระบบการสื่อสาร ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับส่งสัญญาณนั้นนอกจากภาครับและภาคส่งจะดีแล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะการเดินทางของคลื่น ลักษณะของการกระจายคลื่น ตัวกลางและสื่อส่งสัญญาณอีกด้วย ดังนั้นการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ สามารถอธิบายได้ (เกียร์ติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์. 2554 : 243-246) ดังนี้

#### 1. ลักษณะการเดินทางของคลื่น

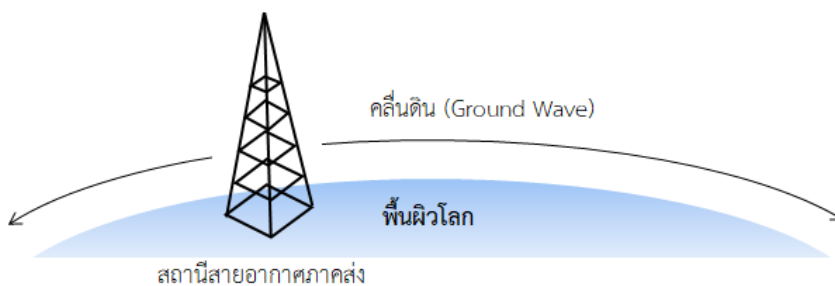
คลื่นวิทยุที่ส่งจากสายอากาศภาคส่งไปยังสายอากาศภาครับนั้น มีลักษณะการเดินทางหลายชนิด คือ อาจเป็นคลื่นตรง (Direct Wave) คลื่นสะท้อนจากพื้นดิน (Ground-Reflected Wave) คลื่นสะท้อนจากชั้นบรรยากาศ (Ionosphere-Reflected Wave) หรือคลื่นที่เดินทางตามผิวโลก (Surface Wave) ดังนี้

1.1 ลักษณะการเดินทางของคลื่นสั้น คลื่นวิทยุที่เป็นคลื่นสั้นนั้น ระยะทางระหว่างสายอากาศภาคส่งกับสายอากาศภาครับมีค่าน้อยมาก ลักษณะการเดินทางของคลื่นย่านความถี่สูงมาก (Very High Frequency : VHF) และย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency : UHF) เป็นคลื่นตรงที่ส่งสัญญาณตรงจากสายอากาศภาคส่งไปยังสายอากาศภาครับ หรือคลื่นสะท้อนจากพื้นดินที่ส่งคลื่นออกจากสายอากาศภาครับ ดังภาพที่ 1.7



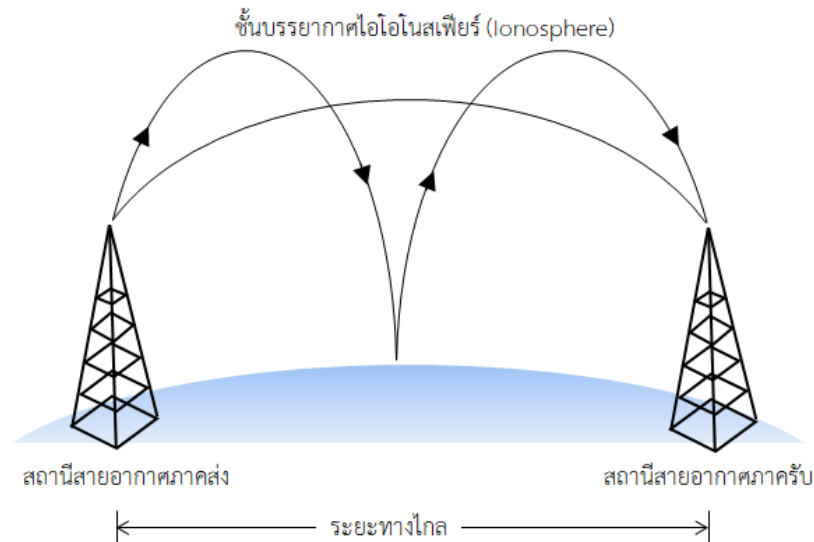
ภาพที่ 1.7 การเดินทางของคลื่นตรง และคลื่นสะท้อนจากพื้นดิน  
ที่มา : เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์ (2554 : 243)

คลื่นที่เดินทางตามผิวโลก (กรณีสายอากาศมีความสูงไม่มากนัก) จัดรวมอยู่กลุ่มเดียวกันเรียกว่าคลื่นดิน (Ground Wave) หรือคลื่นโทรโปสเฟียร์ (Tropospheric Wave) ซึ่งเป็นคลื่นที่ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ (การเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบของสายอากาศ) ทำให้เกิดความเข้มของสนามไฟฟ้าทางด้านรับมีการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพะอย่างยิ่งขึ้นในย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) และย่านความถี่สูงมาก (VHF) นั้นเกิดการหักเห (Refraction) การสะท้อน (Reflection) และการดูดกลืน (Absorption) ดังนั้นคลื่นวิทยุในย่านความถี่สูงมากและย่านความถี่สูงยิ่ง ถูกเรียกว่าคลื่นโทรโปสเฟียร์มากกว่าคลื่นดิน ดังภาพที่ 1.8



ภาพที่ 1.8 การเดินทางของคลื่นที่เดินทางตามผิวโลก หรือคลื่นดิน  
ที่มา : เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์ (2554 : 243)

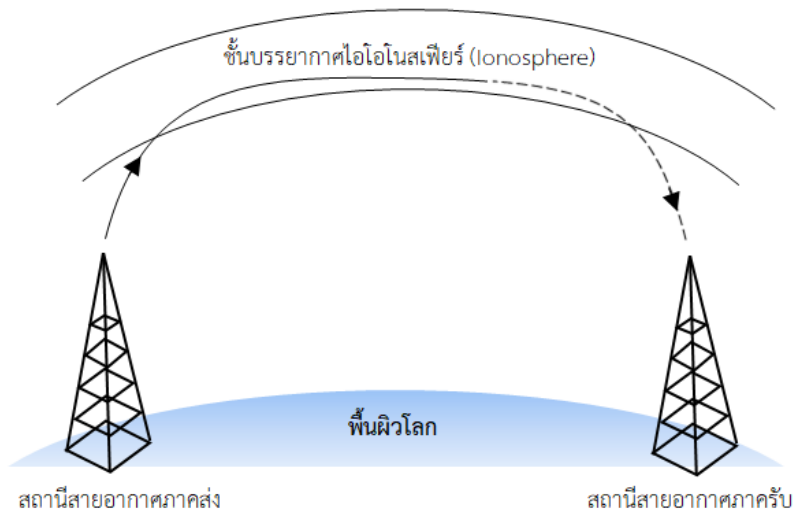
สำหรับคลื่นสั้นในกรณีที่มีระยะทางระหว่างสายอากาศภาคส่งและภาครับมีค่ามากนั้นคลื่นทำมุมค่าหนึ่งกับพื้นดิน และคลื่นที่หันเข้าหาบรรยากาศชั้น สะท้อนกลับที่บรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) หรืออาจหักเหกลับมายังสายอากาศภาครับ ดังภาพที่ 1.9



ภาพที่ 1.9 การเดินทางของคลื่นไอโอโนสเฟียร์

ที่มา : เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์ (2554 : 244)

คลื่นสั้นมีการเดินทางแบบคลื่นที่เดินทางตามผิวโลกและคลื่นไอโอโนสเฟียร์ในระยะทางที่ไกลและไกลตามลำดับ แต่เนื่องด้วยคลื่นที่เดินทางตามผิวโลกเกิดการลดทอนกำลัง (Attenuation) มาก โดยทั่วไปจึงส่งสัญญาณคลื่นสั้นเดินทางแบบคลื่นไอโอโนสเฟียร์แทน ดังภาพที่ 1.10



**ภาพที่ 1.10** การเดินทางเป็นเส้นตรงในไอโอโนสเฟียร์

ที่มา : เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์ (2554 : 244)

สำหรับระยะทางสูงสุดคลื่นวิทยุย่านความถี่สูงมาก ซึ่งเป็นคลื่นสั้นประเภทหนึ่งมีค่าเท่ากับความยาวของเส้นระยะสายตาสูงสุดระหว่างสายอากาศภาคส่งกับสายอากาศภาครับ (Line of Sight) เหมาะสำหรับการใช้งานการสื่อสารระบบวิทยุเอฟเอ็ม (Frequency Modulation : FM) การส่งสัญญาณแพร่ภาพโทรทัศน์ และการสื่อสารในการเดินเรือ เป็นต้น

1.2 ลักษณะการเดินทางของคลื่นปานกลาง ลักษณะของการเดินทางของคลื่นปานกลางในกลางวันเป็นคลื่นที่เดินทางตามผิวโลก ส่วนในเวลากลางคืนมีทั้งคลื่นที่เดินทางตามผิวโลกและคลื่นที่สะท้อนจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งโดยทั่วไปอยู่ในย่านความถี่ปานกลาง (Medium Frequency : MF) 300 ถึง 3,000 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz) เหมาะสำหรับการสื่อสารด้านระบบการเตือนภัยทางทะเล ระบบคลื่นวิทยุสมัครเล่น (Amateur Radio) และการออกอากาศระบบคลื่นวิทยุเอเอ็ม (Amplitude Modulation : AM)

1.3 ลักษณะของการเดินทางคลื่นยาว การเดินทางของคลื่นยาวมีทั้งคลื่นที่เดินทางตามผิวโลกและคลื่นสะท้อนจากชั้นบรรยากาศหรือคลื่นฟ้า (Sky Wave) สำหรับการสื่อสารระยะทางไกล และระยะไกลขึ้นอยู่กับค่าบัพทอนกำลังของคลื่น (Attenuation Constant) หากคลื่นยาวมีค่าความถี่ต่ำมาก ๆ เดินทางในลักษณะตามผิวโลก ค่าบัพทอนกำลังของคลื่นนั้นจะมีค่าน้อย ทำให้คลื่นสามารถเดินทางไปได้ในระยะทางที่ไกล เหมาะสำหรับคลื่นที่มีย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LF) 30 ถึง 300 กิโลเฮิร์ตซ์ และย่านความถี่สูง (High Frequency : HF) 3 ถึง 30 เมกะเฮิร์ตซ์ สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานโดยทั่วไปคลื่นยาวใช้งานในระบบวิทยุนำร่อง (Radio Navigational Aid) และระบบการสื่อสารกับเรือดำน้ำ คลื่นยาวนั้นสามารถเดินทางเข้าไปในน้ำได้ลึกพอสมควร ดังนั้น จึงสามารถ

นำมาใช้ในการติดต่อสื่อสารกับเรือดำน้ำได้ แต่ไม่สามารถส่งสัญญาณคลื่นจากเรือดำน้ำที่ดำอยู่ใต้น้ำขึ้นมาได้

## 2. ลักษณะการแพร่กระจายคลื่น

การเดินทางไปข้างหน้าของคลื่นวิทยุซึ่งเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าถูกเรียกว่า การแพร่ (Propagation) เนื่องจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นแยกจากกัน ในการกระจายออกไปในทุกทิศทุกทาง ในการนี้มีวิธีการหลายอย่างเพื่อส่งคลื่นวิทยุไปยังสายอากาศด้านรับ ซึ่งอาจจัดแบ่งได้ (ไฟโรจน์ ไววานิชกิจและกมล เขมะรังษี. 2539 : 55) ดังนี้

2.1 คลื่นดิน (Ground Wave) สัญญาณวิทยุนี้ถูกส่งใกล้กับพื้นดินและอยู่ในพื้นดิน

2.2 คลื่นผิวดิน (Surface Wave) สัญญาณวิทยุนี้จะถูกส่งเหนือผิวโลก โดยส่วนมากเป็นเส้นตรงไปยังสายอากาศด้านรับ

2.3 คลื่นฟ้า (Sky Wave) สัญญาณวิทยุจะถูกส่งขึ้นไปบนท้องฟ้า บางส่วนของพลังงานจะสูญเสียไป แต่บางส่วนของคลื่นฟ้าจะกลับลงมาบนพื้นโลกจากการสะท้อนและหักเหของคลื่นจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere)

## 3. สายนำสัญญาณ

สายนำสัญญาณหรือสายส่งสัญญาณเป็นส่วนสำคัญในระบบสื่อสาร เพราะเป็นตัวกลางในการนำพาสัญญาณจากต้นทางไปยังปลายทางโดยที่สัญญาณจะต้องลดทอนน้อยที่สุด โดยสายส่งสัญญาณ (Transmission Line) คือ สายตัวนำสองเส้นที่เชื่อมต่ออยู่ระหว่างเครื่องส่งหรือเครื่องรับกับสายอากาศ อาจเป็นไปได้ที่สายอากาศติดตั้งอยู่ห่างจากเครื่องส่งหรือเครื่องรับ ซึ่งชนิดและลักษณะของสายนำสัญญาณจะมีความแตกต่างกันตามการใช้งาน และตามย่านความถี่ที่ใช้ ซึ่งสายนำสัญญาณสามารถแบ่งตามโครงสร้าง (ไฟโรจน์ ไววานิชกิจและกมล เขมะรังษี. 2539 : 35-37 และ ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2551 : 27-29) ดังนี้

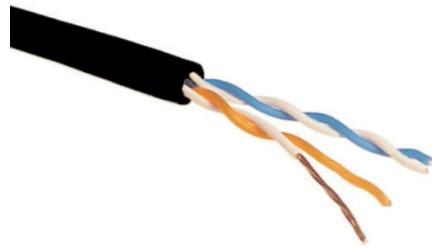
3.1 สายเดี่ยว (Single Line) เป็นสายส่งสัญญาณเพียงเส้นเดียวที่ต่อระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับ ซึ่งสายส่งสัญญาณชนิดนี้ใช้งานได้ดีกับความถี่ต่ำ ดังภาพที่ 1.11



ภาพที่ 1.11 สายส่งสัญญาณแบบสายเดี่ยว

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 27)

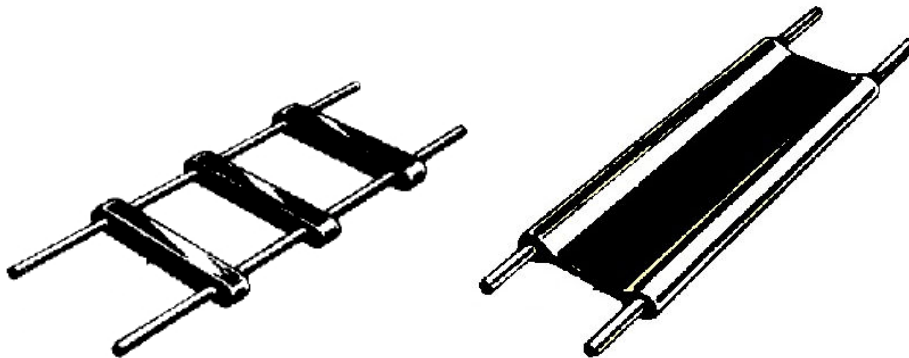
3.2 สายตีเกลียว (Twist Pair Line) เป็นสายส่งสัญญาณสองเส้นตีเกลียวตลอดสาย ซึ่งสายส่งสัญญาณชนิดนี้ใช้งานได้ดีกับความถี่ต่ำ ดังภาพที่ 1.12



ภาพที่ 1.12 สายส่งสัญญาณแบบสายตีเกลียว

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 28)

3.3 สายสองเส้นคู่ขนาน (Parallel Two-Wire Line) เป็นสายส่งสัญญาณสองเส้นวางขนานกัน และวางห่างกันตลอดความยาวสาย ซึ่งสายส่งสัญญาณชนิดนี้ใช้งานได้ดีกับความถี่ต่ำ ดังภาพที่ 1.13

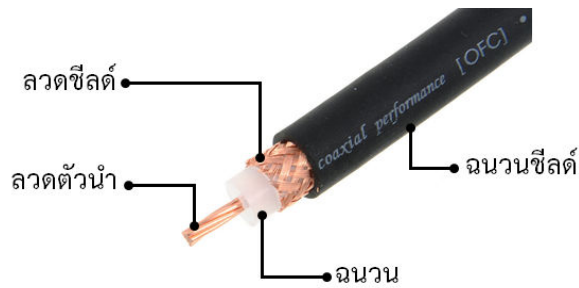


ภาพที่ 1.13 สายส่งสัญญาณแบบสายสองเส้นคู่ขนาน

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 28)

3.4 สายโคแอกเซียล (Coaxial Line) เป็นสายส่งสัญญาณที่มีเส้นลวดตัวนำ 1 เส้น แกนกลางหุ้มด้วยฉนวน โดยมีเส้นลวดชีลด์ถูกรอบฉนวนที่หุ้มสายไฟและมีฉนวนชีลด์หุ้มรอบเส้นลวดที่ถักอีกที สายส่งสัญญาณชนิดนี้ใช้งานได้ดีกับความถี่ย่านสูง VHF และ UHF เพราะมีการสูญเสียจากการแพร่กระจายคลื่นต่ำ ดังภาพที่ 1.14





ภาพที่ 1.14 สายโคแอกเซียล

ที่มา : Sommer Cable RG213 50 Ohms (1996 : 1)

สายโคแอกเซียลเป็นสายแบบไม่สมดุลเนื่องจากการต่อลวดตัวนำที่เป็นตาข่ายเข้ากับกราวด์ และให้มีกระแสไหลในลวดตัวนำตรงกลาง การนำสายมาใช้กับสัญญาณความถี่สูงขึ้นในช่วงความถี่วิทยุหรือเมื่อความยาวของสายนำสัญญาณมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่าความยาวของคลื่น ( $\lambda$ ) สายตัวนำไม่เพียงแต่จะมีคุณสมบัติของความต้านทาน แต่จะเสมือนมีการต่อตัวนำ (Inductor) และตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นโครงข่ายอยู่บนสายนำสัญญาณนั้นด้วย ที่ความถี่สูง ๆ ตัวนำคู่ขนานจะปรากฏมีค่าอิมพีแดนซ์เชิงซ้อนเกิดขึ้น โดยสายจะแสดงเป็นการต่ออนุกรมของตัวนำ และจะเสมือนมีการต่อตัวเก็บประจุขนานกันระหว่างตัวนำบนสายส่งสองเส้น ผลคือที่ความถี่สูง ๆ สายส่งจะกลายเป็นวงจรกรองความถี่ต่ำ (Low Pass Filter) หลาย ๆ ชุดต่อกัน

สายนำสัญญาณเมื่อนำมาใช้กับความถี่สูงดังกล่าวข้างต้น ก็จะมีค่าอิมพีแดนซ์ประจำตัวอยู่ เรียกว่า คุณสมบัติของอิมพีแดนซ์  $Z_0$  (Characteristic Impedance) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของสาย และระยะต่าง ๆ

สายแบบคู่ขนานจะมีคุณสมบัติของอิมพีแดนซ์ ดังสมการที่ 1.7

$$Z_0 = 276 \log \left( \frac{2S}{D} \right) \quad (1.7)$$

เมื่อ  $S$  = ระยะห่างระหว่างสายตัวนำคู่ขนานซึ่งวัดจากจุดศูนย์กลางของตัวนำทั้งสองเส้น

$D$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ

สายแบบโคแอกเซียลจะมีค่าคุณสมบัติของอิมพีแดนซ์ ดังสมการที่ 1.8

$$Z_0 = 138 \log \left( \frac{D}{d} \right) \quad (1.8)$$

เมื่อ  $D$  = เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดตัวนำที่เป็นแบบถักซึ่งอยู่ด้านนอก

$d$  = เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดตัวนำตันที่อยู่ด้านใน

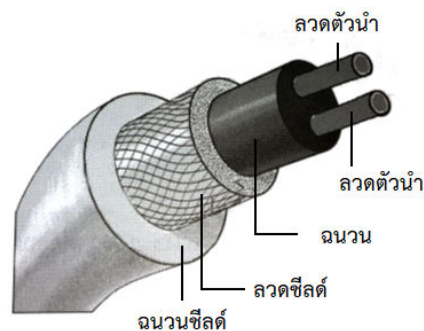
โดยปกติสายนำสัญญาณทั่วไปจะมีค่าของคุณสมบัติอิมพีแดนซ์  $Z_0$  คงที่ค่าหนึ่ง เช่น สายซึ่งใช้กับโทรทัศน์ในอดีตที่เป็นสายคู่ขนาน 2 เส้น และมีฉนวนชั้นกลางจะมีค่าอิมพีแดนซ์ประมาณ 300 โอห์ม สำหรับสายโคแอกเซียลโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 50 โอห์ม และ 75 โอห์ม สายโคแอกเซียลโดยทั่วไปมักมีชื่อชนิดขึ้นต้นด้วยตัวอักษร RG (Radio Guide) มีคุณสมบัติประจำสายคือค่าอิมพีแดนซ์คุณสมบัติ ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ค่าการลดทอนของสัญญาณ มีหน่วยเป็น dB/100 ฟุต สามารถจำแนกชนิดของสาย ค่าอิมพีแดนซ์ของสาย และการประยุกต์ใช้งาน ได้ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 คุณสมบัติของสายนำสัญญาณและการใช้งาน

ชนิดสาย	ค่าอิมพีแดนซ์คุณสมบัติ	การประยุกต์ใช้งาน
RG6/U	75 โอห์ม	สายอากาศโทรทัศน์, สายของโทรทัศน์แบบเคเบิล สายอากาศความถี่สูง (HF's)
RG11/U	75 โอห์ม	สายอากาศความถี่สูงมาก (VHF's)
RG58/U	50 โอห์ม	สายอากาศความถี่ย่านสาธารณะ (CB, Citizen Band)
RG214/U	50 โอห์ม	สายอากาศความถี่อัลตราไฮและไมโครเวฟ
Twin Lead	300 โอห์ม	สายอากาศโทรทัศน์
UTP	100 โอห์ม	ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ที่มา : Coaxial Cable (2011 : 1)

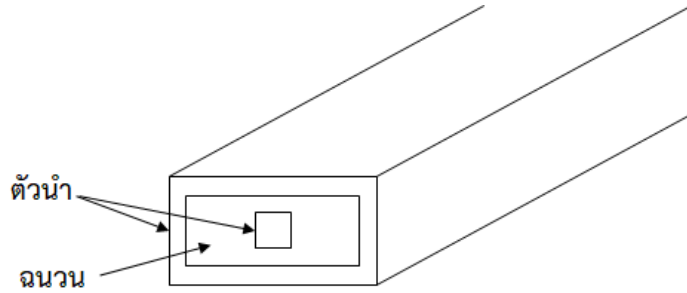
3.5 สายคู่มีกำบัง (Shield Pair Line) เป็นสายส่งสัญญาณที่มีสายตัวนำ 2 เส้นวางขนานกัน หุ้มด้วยฉนวนและหุ้มด้วยตัวนำ ทำเป็นชีลด์ซ้อนทับโดยรอบอีกอัน การชีลด์ก็เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปภายนอก และป้องกันการรบกวนของสัญญาณไฟฟ้าจากภายนอก สายส่งชนิดนี้ใช้งานได้กับความถี่สูง ดังภาพที่ 1.15



ภาพที่ 1.14 สายส่งสัญญาณไฟฟ้าแบบมีคู่สายกำบัง

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 28)

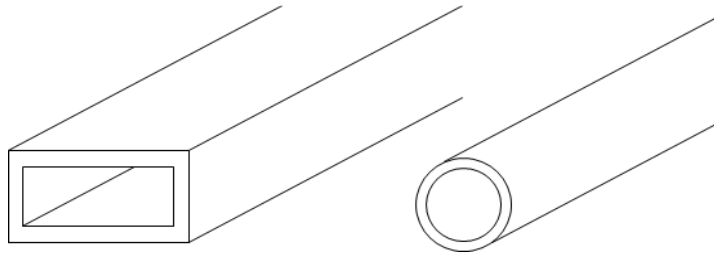
3.6 สายแบบท่อน (Strip Line) เป็นสายส่งสัญญาณที่มีสายตัวนำ 2 เส้น วางซ้อนกันอยู่เป็นท่อนสี่เหลี่ยมโดยมีฉนวนหุ้มระหว่างกัน ตรงกลางจะเป็นลวดตัวนำเส้นเดียวที่มีฉนวนหุ้มและหุ้มด้วยท่อตัวนำซ้อนทับอีกชั้น สายส่งสัญญาณชนิดนี้ใช้งานได้กับความถี่สูงมาก ๆ ดังภาพที่ 1.16



ภาพที่ 1.15 สายส่งสัญญาณแบบสายชนิดเป็นท่อน

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 29)

3.7 เวฟไกด์ (Wave Guide) เป็นสายส่งสัญญาณแบบท่อนำคลื่น ซึ่งภายในท่อนำคลื่นจะกลวง ทั้งนี้ผิวด้านในของท่อนำคลื่นจะถูกเคลือบด้วยวัสดุนำไฟฟ้า สายส่งสัญญาณชนิดนี้ใช้งานได้ดีกับคลื่นไมโครเวฟ ดังภาพที่ 1.17



ภาพที่ 1.16 สายส่งสัญญาณแบบเวฟไกด์

ที่มา : ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2551 : 29)

จะเห็นได้ว่าการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ สามารถจำแนกได้เป็นการเดินทางของคลื่นที่อาศัยสภาพแวดล้อมของอากาศ ชั้นบรรยากาศ และผิวโลกในการเป็นสื่อกลางในการกระจายคลื่น ส่วนลักษณะการแพร่กระจายคลื่นจะคล้ายกับการเดินทางของคลื่น แต่จะมีชื่อเรียกตามลักษณะของการแพร่กระจายคลื่นเป็นคลื่นกราวด์ หรือคลื่นดิน คลื่นเซอร์เฟส หรือคลื่นผิวดิน และคลื่นฟ้า ซึ่งตัวกลางสื่อนำสัญญาณก็เป็นส่วนของการส่งสัญญาณไปตามสายที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามความถี่ที่ใช้งาน

## เทคโนโลยีทางการสื่อสารโทรคมนาคม

ระบบสื่อสารโทรคมนาคมมีพัฒนาการเรื่อยมา โดยนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ มาช่วยให้ระบบสื่อสาร สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก ซึ่งสามารถแบ่งเทคโนโลยีที่ใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม (เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์. 2554 : 50-57) ได้ดังนี้

### 1. สายสื่อสาร

ระบบการสื่อสารมีความจำเป็นในการถ่ายโอนข้อมูลรูปแบบสัญญาณต่าง ๆ เพื่อให้สัญญาณเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังที่อื่น ๆ ได้ สายส่งสัญญาณมีความหลากหลาย อาทิ สายคู่ขนาน ช่องเปิด สายคู่ขนานช่องปิด สายตีเกลียวคู่ สายคู่หุ้มด้วยฉนวนสายแกนร่วมและเส้นใยนำแสง การเลือกใช้สายส่งสัญญาณจะขึ้นกับคุณสมบัติที่ต้องการต่าง ๆ เช่น ความกว้างของแถบความถี่ สัญญาณที่ใช้ระยะทางที่ใช้สายส่ง งบประมาณ และสภาพแวดล้อมของจุดติดตั้งรวมถึงคุณสมบัติเฉพาะของสาย เช่น การลดทอนภายในสาย ลักษณะเฉพาะอื่น ๆ ของสาย การเหนี่ยวนำรบกวนข้ามช่องสัญญาณและการสะท้อนภายในสาย เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเหมาะสมกับการใช้งานประเภทต่าง ๆ แม้การสื่อสารแบบไร้สายจะมีความสะดวกและคล่องตัวมากกว่า แต่สายส่ง (รวมถึงลูกผสมระหว่างการใช้สายและแบบไร้สาย) ก็ยังคงความสำคัญตามยุคสมัยในการเป็นช่องทางรับส่งสัญญาณเฉพาะทางระหว่างผู้รับส่ง เช่น โทรเลข โทรศัพท์และเทเลกซ์ในอดีต โทรศัพท์ โทรสาร การสื่อสารข้อมูลผ่านสายด้วยโมเด็มและอื่น ๆ รวมทั้งเป็นช่องทางสัญญาณแรกที่ทำให้เกิดพัฒนาการของการสลับสายหรือสวิตชิงเพื่อการเชื่อมต่อของผู้ใช้งานที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา

### 2. การสื่อสารด้วยแสง

จุดเริ่มต้นเมื่อมีการค้นพบกฎที่อธิบายพฤติกรรมของแสงและวิธีการใช้งานมาตั้งแต่ยุคโบราณ แม้ว่าการใช้งานแสงจะเป็นวิวัฒนาการช่วงแรกของยุคโทรคมนาคมจากโทรเลขเชิงแสงนั้น แต่มนุษย์กลับได้ใช้ช่องสัญญาณสื่อสารที่กำเนิดจากไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่มาโดยตลอด ทว่าแสงยังคงเป็นช่องทางคู่ขนานอันมีพัฒนาการประยุกต์ตามมาเช่นกัน จนกระทั่งการค้นพบเลเซอร์และเส้นใยนำแสงในเวลาต่อมา ทำให้การรับส่งสัญญาณเสียง ภาพและข้อมูลได้ในปริมาณที่มากและระดับความเร็วสูง พัฒนาสู่การให้บริการแบบความถี่แถบกว้างหรือบรอดแบนด์ความเร็วสูง การรับส่งสัญญาณแสงมีทั้งผ่านเส้นใยนำแสงแบบพาดสาย ฝังดิน และใต้น้ำจนไปถึงการส่งตรงผ่านอากาศจากอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือจากพื้นสู่ดาวเทียมและระหว่างดาวเทียม เป็นต้น วิวัฒนาการเทคโนโลยีโทรคมนาคมที่ใช้แสงมีความก้าวหน้าตามระบบที่ใช้ไฟฟ้า การสื่อสารเชิงแสงจึงเป็นการหลอมรวมเทคโนโลยีที่มีอยู่ก่อนหน้า ประวัติการประดิษฐ์จึงเกี่ยวข้องกับการค้นพบทางไฟฟ้าสื่อสารที่ได้รับการพัฒนามาในยุคก่อนหน้านั้นเป็นสำคัญ

### 3. สื่อสารที่ไร้สาย

การค้นพบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือจุดเริ่มต้นของการสื่อสารไร้สายรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการใช้งานคุณสมบัติเฉพาะของช่วงความถี่ต่าง ๆ อาทิ คลื่นรังสีแกมมา คลื่นรังสีเอ็กซ์ คลื่นแสง อินฟราเรด คลื่นไมโครเวฟและคลื่นวิทยุ เป็นต้น ในระบบการสื่อสารระหว่างเครื่องรับและเครื่องส่ง

สัญญาณวิทยุ นั้น ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการรับส่งสัญญาณขึ้นอยู่กับลักษณะการเดินทางของคลื่นซึ่งมีหลายรูปแบบคือ คลื่นตรง คลื่นสะท้อนจากพื้นดิน คลื่นสะท้อนจากชั้นบรรยากาศ หรือคลื่นที่เดินทางตามผิวโลก ซึ่งลักษณะการเดินทางของคลื่นเหล่านี้ สามารถนำไปประยุกต์ให้เหมาะสมทั้งคุณภาพและระยะทางการสื่อสารที่ต้องการ สามารถครอบคลุมได้ทั้งระยะไกลข้ามทวีปมาจนถึงใกล้ตัวระหว่างอุปกรณ์หรือบุคคลได้

#### 4. การสื่อสารทางน้ำและการชลประทาน

การสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับน้ำมีทั้งการสื่อสารไร้สาย แบบใช้สายและการประยุกต์ เช่น การสื่อสารเหนือพื้นน้ำอันเป็นการสื่อสารไร้สายรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของโลกครอบคลุมบริเวณที่เป็นพื้นน้ำ รวมถึงหนอง บึง แม่น้ำ ทะเล มหาสมุทร การสื่อสารเหนือพื้นน้ำสำหรับการสื่อสารทางไกล แบ่งออกเป็นการสื่อสารโดยใช้คลื่นตรง การสื่อสารผ่านระบบดาวเทียม การสื่อสารโดยใช้คลื่นดิน การสื่อสารแบบกระจายกระจายคลื่นโทรโพสเฟียร์ และการสื่อสารจากการสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ซึ่งจะมีการใช้ย่านความถี่และวิธีการที่แตกต่างกัน ส่วนระบบใช้สายหรือเคเบิลใต้น้ำเป็นช่องทางการสื่อสารที่ใช้สำหรับรับ-ส่งสัญญาณผ่านสายเคเบิลเฉพาะชนิดที่วางฝังอยู่ใต้ทะเลเชื่อมโยงระหว่างสถานีเคเบิลใต้น้ำสองสถานี ซึ่งอาจเป็นระหว่างจุดต่อจุดหรือประเทศต่อประเทศ ในยุคแรกใช้สายเคเบิลใต้น้ำชนิดสายทองแดงและสายแกนร่วมหรือสายโคแอกเซียลซึ่งมีปัญหาการรับ-ส่งสัญญาณจากสัญญาณรบกวน ต่อมาการปรับรวมกับระบบเคเบิลใต้น้ำชนิดเส้นใยนำแสงทำให้ปัญหาลดน้อยลงในสภาพภูมิอากาศแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดจนระบบโทรมาตรก็เป็นหนึ่งการสื่อสารประยุกต์อันเกี่ยวข้องระหว่างระบบโทรคมนาคมกับน้ำ

#### 5. การสื่อสารเพื่อการบิน

เทคโนโลยีการบินเริ่มต้นครั้งแรกเมื่อออวิลล์ ไรต์และวิลเบอร์ ไรต์ เริ่มประดิษฐ์เครื่องบินขึ้นเป็นครั้งแรก มีวิวัฒนาการจนมีการจราจรทางอากาศมากขึ้น จึงเริ่มมีการควบคุมการบินหรือผู้ควบคุมจราจรทางอากาศ พร้อมทั้งมีการนำอุปกรณ์หรือระบบด้านการสื่อสารมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการบิน เพื่อใช้บอกระยะทาง เวลาและอื่น ๆ เช่น ระบบคลื่นนำร่องการบินใช้บอกระยะทางเรดาร์ ระบบบอกระยะห่างจากที่ตั้ง ต่อมาได้มีการจัดตั้งองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศเพื่อดูแลความปลอดภัยโดยกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติทางการบิน สำหรับประเทศไทยการบินเริ่มต้นในช่วงรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ต่อเนื่องมาได้เริ่มจัดซื้อเครื่องบินจากต่างประเทศเข้ามาใช้งานภารกิจเครื่องบินทิ้งระเบิดและประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ พร้อมทั้งเปิดให้บริการเครื่องบินสำหรับบริการภาคเอกชน จนวิวัฒนาการมาสู่การให้บริการแก่บุคคลทั่วไปในเวลาต่อมา การสื่อสารวิทยุ การบินไทยเริ่มต้นเมื่อจัดตั้งบริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด เพื่อให้บริการควบคุมจราจรทางอากาศ วิทยุการบินจึงมีความสำคัญทั้งทางด้านการทหารและกิจการพลเรือนในการให้บริการระบบสื่อสารวิทยุระหว่างภาคพื้นดินกับอากาศยาน

## 6. การกระจายสัญญาณภาพ

การแพร่ภาพโทรทัศน์เป็นวิธีการรับส่งข้อมูลข่าวสารทั้งข้อมูลภาพและเสียง เป็นสิ่งประดิษฐ์สนองจินตนาการของมนุษย์ด้านการมองเห็นที่สำคัญ โดยเริ่มต้นเมื่อมีการค้นพบ สารเคลือบนิยมนก่อกำเนิดการคิดค้นหลักการสแกนภาพที่ใช้ระบบจานหมุนแบบกลไก ส่งผลให้เกิดการพัฒนาหลอดส่งภาพ หลอดรับภาพ จนมีวิวัฒนาการเป็นระบบโทรทัศน์ในเวลาต่อมา กับการ ออกอากาศโดยส่งภาพและเงา แพร่ภาพขาว-ดำ สู่พัฒนาการแพร่ภาพสีและเทคโนโลยีผสมอื่น ๆ พัฒนาการพื้นฐานของระบบโทรทัศน์นี้โดยรวมเริ่มจากระบบสัญญาณอนาล็อกขาวดำสู่ระบบสี ออกอากาศด้วยทั้งคลื่น VHF และ UHF สู่การกระจายสัญญาณแบบดิจิทัลโดยตรงสู่บ้านผ่าน ดาวเทียมหรือทางเคเบิลชุมชนและจนถึงผ่านทางอินเทอร์เน็ต หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องรับภาพ ระยะไกล ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตมนุษย์ทั้งรูปแบบเป็นอุปกรณ์ประจำบ้านหรือประจำกายโดย ปกติไปแล้ว

## 7. ดาวเทียมกับการสื่อสาร

จุดเริ่มต้นจากแนวความคิดของเซอร์ อาร์เธอร์ ซี คลาร์ก ผู้แต่งหนังสือ 2001 : A Space Odyssey ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการสื่อสารระยะทางไกลและครอบคลุมพื้นที่กว้าง ได้ก่อให้เกิด พัฒนาการการสื่อสารผ่านดาวเทียมในเวลาต่อมา สปุตนิก 1 ดาวเทียมดวงแรกของโลกจึงขึ้นสู่อวกาศ โดยสหภาพโซเวียต และปีถัดมาประเทศสหรัฐอเมริกาส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศเช่นกัน ส่วนการสื่อสาร ผ่านดาวเทียมในประเทศไทยเริ่มขึ้นกับดาวเทียมอินเทลแซท ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารเพื่อให้ บริการโทรศัพท์ ต่อเนื่องมาประเทศไทยมีดาวเทียมเป็นของตนเองครั้งแรกภายใต้ชื่อว่า ไทยคม หลังจากนั้นประเทศไทยส่งดาวเทียม ไทยพัฒ จากโครงการแทมแซทและดาวเทียมสำรวจระยะไกลเพื่อ สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ มีชื่อว่า ดาวเทียมธีออส ขึ้นสู่ท้องฟ้าเพื่อสื่อสารมุมมองจากอวกาศกลับสู่พื้น โลกเช่นเดียวกัน

## 8. ท้องฟ้า อวกาศและเวลากับการสื่อสาร

โลกเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะจักรวาลเป็นบริวารของดวงอาทิตย์และได้รับอิทธิพล โดยตรงทั้งด้าน แสงสว่าง ความร้อน และเวลา รวมทั้งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น ผลของจุดดับและพายุสุริยะจากดวงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงต่อชั้นบรรยากาศ อันอาจส่งผลต่อ ระบบการสื่อสารบนโลก ทว่าโลกอาจได้รับประโยชน์จากการแตกตัวของวัตถุบนท้องฟ้าหรืออวกาศ เพื่อการสะท้อนคลื่นวิทยุระยะไกลได้ด้วยเช่นกัน มนุษย์ได้เรียนรู้จากห้องสมุดท้องฟ้า ที่เป็นแหล่ง ข้อมูลอายุมากที่สุดและใหญ่ที่สุด และได้นำมาประยุกต์ใช้กับการสื่อสารด้วยเช่นกัน เช่น ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์กับการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์สื่อสาร และรังสีไมโครเวฟ พื้นหลังอันบ่งชี้ถึง คลื่นวิทยุที่มีอยู่ในจักรวาลมานานแล้ว

## 9. การสื่อสารเพื่อการป้องกันบรรเทาและฟื้นฟูภัยพิบัติ

ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นทั้งจากธรรมชาติไม่ว่าจะเป็น พายุ แผ่นดินไหว สึนามิ อุทกภัย ไฟป่า หรือจากการกระทำของมนุษย์ อาจส่งผลกระทบต่อเพียงระดับบุคคล ชุมชน หรือทั้งโลก ต่างก็สร้าง

ความเสียหายต่อชีวิตทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมได้ หากมีการเตรียมความพร้อมการจัดการในสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อให้สามารถรับมือกับภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้นได้อย่างทันการณ์ ทั้งในเรื่องของระบบป้องกัน การเตือนภัย เครื่องมือช่วยเหลือที่รวดเร็วและทันสมัย อีกทั้งการสื่อสารโทรคมนาคม และการขนส่งที่มีประสิทธิภาพแล้วนั้น ก็จะสามารถป้องกัน ลดความเสี่ยงและลดระดับความรุนแรงจากภัยพิบัติที่ได้รับลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถฟื้นฟูสภาพจิตใจและสิ่งแวดล้อมให้กลับสู่สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็ว

## 10. โทรคมนาคมเพื่อความเท่าเทียมของผู้พิการ

บุคคลซึ่งความสามารถถูกจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันและการมีส่วนร่วมทางสังคมได้โดยวิธีการทั่วไป เนื่องจากมีความบกพร่องทางการเห็น การได้ยิน การเคลื่อนไหว การสื่อสาร จิตใจ อารมณ์ พฤติกรรม สติปัญญาหรือการเรียนรู้และมีความต้องการจำเป็นพิเศษทางด้านต่าง ๆ เพื่อให้สามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมได้อย่างบุคคลทั่วไป หรือคนพิการนั้น ควรได้รับการสนับสนุนหรือความช่วยเหลือซึ่งรวมถึงการส่งเสริมการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร การสื่อสาร เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ตลอดจนเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก โดยเฉพาะต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบปกติได้ด้วย ประเทศไทยมีกฎหมายเพื่อให้คนพิการและผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงบริการด้านโทรคมนาคมได้โดยทั่วถึง เพื่อกำหนดอุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกแก่คนพิการในอาคารสถานที่ ยานพาหนะหรือบริการสาธารณะอื่นให้ได้มาตรฐานและมีความเหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการสื่อสารมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ตั้งแต่เริ่มต้นมีการสื่อสารที่แบ่งการสื่อสารออกเป็น การสื่อสารแบบสาย และแบบไร้สาย และยังสามารถแยกย่อยออกไปได้อีก เช่น การสื่อสารทางแสง การสื่อสารโดยใช้คลื่นวิทยุ เหล่านี้เองจึงเป็นการพัฒนาทางเทคโนโลยีโทรคมนาคมเพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ใช้อำนวยความสะดวกและใช้แก้ปัญหาสภาพต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

## บทสรุป

การสื่อสารมีความจำเป็นอย่างมากในการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน ไม่ว่าจะทำอะไรก็ล้วนแล้วแต่ต้องใช้การสื่อสารเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการสื่อสารนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง ผู้ที่ให้นิยามคำว่าสื่อสารนั้นก็มียุคหลายความหมาย ซึ่งการสื่อสารนั้นก็เป็นการติดต่อระหว่างกันโดยใช้ข้อตกลงที่ได้กำหนดไว้ให้เหมือนกัน เพื่อให้สามารถเข้าใจตรงกันได้ เมื่อนำมารวมกับคำว่าโทรคมนาคม แล้ว ก็จะทำให้การสื่อสารนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยในการสื่อสาร การใช้ช่องทางในการสื่อสารอื่น ๆ ที่หลากหลาย เช่น การสื่อสารโดยคลื่นวิทยุ การสื่อสารโดยใช้แสง เป็นต้น ทำให้สามารถส่งข้อมูล ภาพ เสียง ไปยังผู้รับได้อย่างรวดเร็ว แม้ว่าการสื่อสารทั้งสองฝั่งจะอยู่ไกลกันมากก็ตาม ทำให้ไร้ขีดจำกัดที่จะติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การสื่อสารได้กำเนิดขึ้นโดยอาศัยหลักการง่าย ๆ เพื่อให้มีความสะดวกและรวดเร็ว มีความถูกต้องแม่นยำของข่าวสารระหว่างกัน และได้มีวิวัฒนาการมาเรื่อย ๆ ตั้งแต่ใช้ควัน สัญญาณมือ ในการสื่อสาร มาจนกระทั่งได้มีการประดิษฐ์คิดค้นการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้การสื่อสารมีการเปลี่ยนแปลงมาเรื่อย ๆ ตั้งแต่การประดิษฐ์การสื่อสารด้วยรหัสมอร์ส การประดิษฐ์โทรศัพท์ ซึ่งเป็นการสื่อสารด้วยสาย ต่อมาได้มีการค้นพบการแพร่กระจายคลื่น ทำให้การสื่อสารสามารถไปได้ไกลมากขึ้นโดยใช้คลื่นวิทยุ การสื่อสารทางแสง การสื่อสารที่ครอบคลุมทุกพื้นที่บนผิวโลก ได้แก่ การสื่อสารดาวเทียม เป็นต้น

ดังนั้น ก่อนที่จะมีระบบการสื่อสารในปัจจุบัน สิ่งที่จะต้องศึกษาที่ใช้ในการสื่อสารก็คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อันเป็นพื้นฐานของไฟฟ้ากระแสสลับที่มีเรื่องของคลื่นมาเกี่ยวข้อง โดยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาความถี่ ความยาวคลื่น คาบเวลา เป็นต้น สำหรับการสื่อสารวิทยุต้องอาศัยการแพร่กระจายคลื่นที่นำไปใช้ในการส่งและรับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อาศัยหลักการของวงจรจูน หรือวงจรรีโซแนนซ์ ที่ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำ นอกจากนี้แล้วการสื่อสารยังได้กำหนดแถบความถี่คลื่นวิทยุ เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการสื่อสาร ซึ่งเรียกว่าย่านความถี่วิทยุ ตั้งแต่ความถี่ต่ำ 10kHz ไปจนถึงความถี่ย่านสูง 300GHz ที่แบ่งออกเป็นความถี่ช่วงต่าง ๆ และมีการนำไปใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

การสื่อสารโดยการใช้คลื่นวิทยุ มีการสื่อสารหลายลักษณะโดยอาศัยการแพร่กระจายคลื่นวิทยุตามลักษณะการเดินทางของคลื่น ได้แก่ คลื่นตรง คลื่นสะท้อนผิวดิน คลื่นสะท้อนจากชั้นบรรยากาศ หรือคลื่นที่เดินทางตามผิวโลก ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยความถี่ที่ใช้งาน เมื่อส่งออกไปในอากาศแล้วนั้น คลื่นก็จะมีลักษณะการเดินทางที่แตกต่างกัน เช่น ความถี่ต่ำหรือคลื่นยาว คลื่นก็จะเดินทางตามความโค้งของผิวโลก สามารถเดินไปได้ไกล และมีการลดทอนของสัญญาณน้อย ความถี่ปานกลางมีการเดินทางของคลื่นตามผิวโลกและสะท้อนชั้นบรรยากาศของโลกในแต่ละช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ใช้ในวิทยุวิทยุสื่อสาร ส่วนคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นสั้น ใช้ในการสื่อสารที่อาศัยการสะท้อนชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์สะท้อนมายังผิวโลก หรือใช้ในการสื่อสารระดับสายตา เป็นต้น

สำหรับเทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคมที่นำมาใช้กันในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกเป็น 10 ลักษณะตามการใช้งาน ได้แก่ สายสื่อสาร การสื่อสารด้วยแสง สื่อสารที่ไร้สาย การสื่อสารทางน้ำ และการชลประทาน การสื่อสารเพื่อการบิน การกระจายสัญญาณภาพ ดาวเทียมกับการสื่อสาร ท้องฟ้า อวกาศและเวลากับการสื่อสาร การสื่อสารเพื่อการป้องกันบรรเทาและฟื้นฟูภัยพิบัติ และโทรคมนาคมเพื่อความเท่าเทียมของผู้พิการ

จะเห็นได้ว่า การสื่อสารสามารถที่จะเข้าไปอยู่ในทุก ๆ กิจกรรมของการดำเนินชีวิตของมนุษย์โลก เพราะมนุษย์ยังต้องอาศัยการสื่อสารเป็นหลัก ตลอดจนถึงต้องใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการสื่อสาร รวมเรียกว่า การสื่อสารโทรคมนาคม