

สายส่งและสายอากาศ (Transmission Line and Antenna)



สายนต์ ชื่นอารมย์

110.-

สายส่งและสายอากาศ (Transmission Line and Antenna)

กลุ่มอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ISBN 978-616-495-287-4

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2567

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

QR Code e-book 4 สี

ฟรีในเล่ม

เรียบเรียงโดย

สายัณต์ ชื่นอารมย์

ผู้ตรวจสอบ

พนมยงค์ อุ่ประสิทธิ์วงศ์

จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย โดย...

บริษัท วังอักษร จำกัด



วังอักษร

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-4 Mobile 08-8585-1521

e-mail : wangaksorn9@gmail.com Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com

Line ID : wangaksorn



สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2565

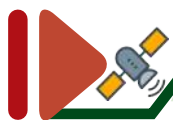
โดยบริษัท วังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต

เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด



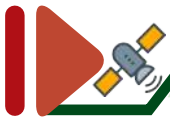
ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้
วิชา สายส่งและสายอากาศ
(Transmission Line and Antenna)

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
1	บทเรียนที่ 1 พื้นฐานสายส่งสัญญาณ	ใบงานที่ 1.1 การต่อสายส่งสัญญาณ ใบงานที่ 1.2 วิธีการและขั้นตอนการเข้าหัวสาย RJ - 45	1	3	4
2-3	บทเรียนที่ 2 คุณสมบัติ โครงสร้าง และพารามิเตอร์	ใบกิจกรรมที่ 2.1 คุณสมบัติทางอิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณ ใบกิจกรรมที่ 2.2 สมบัติการเปลี่ยนเฟสและความเร็วเฟสของสายส่งสัญญาณ	2	6	8
4-5	บทเรียนที่ 3 คลื่นและมาตรฐานของสายส่งสัญญาณ	ใบกิจกรรมที่ 3.1 สมบัติการสะท้อนและอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าของคลื่นนิ่ง ใบกิจกรรมที่ 3.2 กำลังส่งของเครื่องส่งวิทยุ	2	6	8
6-7	บทเรียนที่ 4 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ	ใบกิจกรรมที่ 4.1 ความถี่และความยาวคลื่น ใบกิจกรรมที่ 4.2 การแพร่กระจายคลื่นวิทยุในอากาศ	2	6	8
8-9	บทเรียนที่ 5 หลักการสำคัญของสายอากาศ	ใบกิจกรรมที่ 5.1 ความยาวของสายอากาศ ใบกิจกรรมที่ 5.2 ความยาวของสายอากาศแบบยาโกโดโพล	2	6	8



ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
10-11	บทเรียนที่ 6 คุณสมบัติ พารามิเตอร์ และรูปแบบการ กระจายคลื่น	ใบกิจกรรมที่ 6.1 รูปแบบการกระจายคลื่น ของสายอากาศแบบยาگیไดโพล ใบกิจกรรมที่ 6.2 การกำหนดพารอนต์ - ทู - แบริค เรโซ	2	6	8
12-13	บทเรียนที่ 7 ชนิดของสายอากาศกับย่านความถี่	ใบงานที่ 7.1 การสร้างสายอากาศ เครื่องส่งวิทยุ	2	6	8
14-15	บทเรียนที่ 8 การสร้าง ติดตั้ง ทดสอบและแมตชิงสาย อากาศ	ใบงานที่ 8.1 สร้างสายอากาศไดโพล สำหรับวิทยุสมัครเล่น	2	6	8
16-17	บทเรียนที่ 9 การติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม	ใบงานที่ 9.1 การติดตั้งงานรับสัญญาณ ดาวเทียม C - Band ใบงานที่ 9.2 การติดตั้งงานรับสัญญาณ ดาวเทียม KU - Band	2	6	8
18	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		1	3	4
	รวม		18	54	72





บริษัท วังอักษร จำกัด ได้จัดทำหนังสือวิชา **สายส่งและสายอากาศ (Transmission Line and Antenna)** เพื่อใช้บูรณาการและประกอบการเรียนการสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) หลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะ

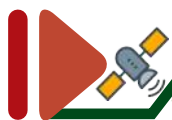
หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ ใบกิจกรรม ใบงาน แบบฝึกหัดคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น 9 บทเรียน คือ **บทเรียนที่ 1 พื้นฐานสายส่งสัญญาณ บทเรียนที่ 2 คุณสมบัติ โครงสร้าง และพารามิเตอร์ บทเรียนที่ 3 คลื่นและมาตรฐานของสายส่งสัญญาณ บทเรียนที่ 4 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ บทเรียนที่ 5 หลักการสำคัญของสายอากาศ บทเรียนที่ 6 คุณสมบัติ พารามิเตอร์ และรูปแบบการกระจายคลื่น บทเรียนที่ 7 ชนิดของสายอากาศกับย่านความถี่ บทเรียนที่ 8 การสร้าง ติดตั้ง ทดสอบและแมตชิงสายอากาศ และบทเรียนที่ 9 การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม**

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัย ตามแผนการพัฒนาศึกษาด้านวิชาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้และสมรรถนะตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างโทรคมนาคม (เครือข่ายมีสาย) ระดับ 1

สายนต์ ชื่นอารมย์



บทเรียนที่ 1 พื้นฐานสายส่งสัญญาณ.....	1
1.1 หลักการและประเภท.....	2
1.2 ชนิดของสายส่งสัญญาณ.....	4
1.3 วงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณ.....	8
1.4 สัมประสิทธิ์ขั้นต้นกับสายส่งสัญญาณ.....	9
ใบงานที่ 1.1 การต่อสายส่งสัญญาณ.....	11
ใบงานที่ 1.2 วิธีการและขั้นตอนการเข้าหัวสาย RJ - 45.....	14
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1.....	17
 บทเรียนที่ 2 คุณสมบัติ โครงสร้าง และพารามิเตอร์.....	20
2.1 คุณสมบัติทางอิมพีแดนซ์.....	21
2.2 สัมประสิทธิ์การลดทอน.....	26
2.3 สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนเฟส.....	28
2.4 ความเร็วเฟส.....	29
ใบกิจกรรมที่ 2.1 คุณสมบัติทางอิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณ.....	32
ใบกิจกรรมที่ 2.2 สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนเฟสและความเร็วเฟสของสายส่งสัญญาณ.....	35
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2.....	37
 บทเรียนที่ 3 คลื่นและมาตรฐานของสายส่งสัญญาณ.....	39
3.1 คลื่นในสายส่งสัญญาณ.....	40
3.2 สัมประสิทธิ์การสะท้อน.....	42
3.3 คลื่นนิ่ง.....	44
3.4 แรงดันไฟฟ้าของคลื่นนิ่ง.....	45
3.5 มาตรฐานของสายส่งสัญญาณ.....	47
ใบกิจกรรมที่ 3.1 สัมประสิทธิ์การสะท้อนและอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าของคลื่นนิ่ง.....	51
ใบกิจกรรมที่ 3.2 กำลังส่งของเครื่องส่งวิทยุ.....	53
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3.....	55



บทเรียนที่ 4 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ..... 57

4.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและคลื่นวิทยุ.....	58
4.2 ปัจจัยสำคัญของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	61
4.3 การแพร่ในอากาศ.....	64
4.4 ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์.....	67
4.5 การหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	69
ใบกิจกรรมที่ 4.1 ความถี่และความยาวคลื่น.....	73
ใบกิจกรรมที่ 4.2 การแพร่กระจายคลื่นวิทยุในอากาศ.....	75
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4.....	77

บทเรียนที่ 5 หลักการสำคัญของสายอากาศ..... 79

5.1 การแพร่จากสายอากาศ.....	80
5.2 หลักการเบื้องต้นของสายอากาศ.....	82
5.3 ความยาวของสายอากาศ.....	83
5.4 อิมพีแดนซ์ของสายอากาศ.....	87
5.5 อัตราขยายของสายอากาศ.....	89
ใบกิจกรรมที่ 5.1 ความยาวของสายอากาศ.....	93
ใบกิจกรรมที่ 5.2 ความยาวของสายอากาศแบบยาگیไดโพล.....	95
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5.....	97

บทเรียนที่ 6 คุณสมบัติ พารามิเตอร์ และรูปแบบการกระจายคลื่น..... 100

6.1 การแพร่ของคลื่นในลวดตัวนำ.....	101
6.2 ฮาร์โมนิกส์รีโซแนนซ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	102
6.3 ความถี่รีโซแนนซ์.....	103
6.4 ค่าความต้านทานและรีแอ็กแตนซ์.....	106
6.5 รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศ.....	108
ใบกิจกรรมที่ 6.1 รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศแบบยาگیไดโพล.....	118
ใบกิจกรรมที่ 6.2 การกำหนดฟรอนต์ - ทู - แบริค เรโซ.....	120
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6.....	122



บทเรียนที่ 7 ชนิดของสายอากาศกับย่านความถี่..... 125

7.1 หลักการทั่วไปของสายอากาศ.....	126
7.2 ชนิดของสายอากาศกับย่านความถี่.....	129
7.3 สายอากาศแบบลูป.....	129
7.4 สายอากาศแบบโมโนโพล.....	132
7.5 สายอากาศแบบยาگی.....	137
7.6 สายอากาศสะท้อนคลื่นแบบพาราโบลิค.....	142
ใบงานที่ 7.1 การสร้างสายอากาศเครื่องส่งวิทยุ.....	143
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7.....	148

บทเรียนที่ 8 การสร้าง ติดตั้ง ทดสอบ และแมตชิงสายอากาศ..... 151

8.1 การสร้างสายอากาศย่านความถี่ VHF.....	152
8.2 การติดตั้งและทดสอบวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง.....	156
8.3 การติดตั้งเสาอากาศ.....	159
8.4 สดับ บาลัน และการแมตชิงสายอากาศ.....	163
ใบงานที่ 8.1 สร้างสายอากาศไดโพลสำหรับวิทยุสมัครเล่น.....	171
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8.....	174

บทเรียนที่ 9 การติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม..... 176

9.1 การรับและส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม.....	177
9.2 สัญญาณดาวเทียม.....	181
9.3 C – Band และ KU – Band.....	183
9.4 เครื่องมือและอุปกรณ์การติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม.....	186
9.5 การติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม.....	189
9.6 การค้นหาตำแหน่งดาวเทียม.....	194
9.7 ข้อควรระวัง.....	200
9.8 พื้นฐานการติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม.....	200
9.9 การดูแลรักษางานรับสัญญาณดาวเทียม.....	213
ใบงานที่ 9.1 การติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม C - Band.....	215
ใบงานที่ 9.2 การติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม KU - Band.....	219
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 9.....	222



คำศัพท์ประจำบทเรียน..... 224

บรรณานุกรม..... 228



บทเรียนที่

1

พื้นฐานสายส่งสัญญาณ

หัวเรื่องหลัก

- 1.1 หลักการและประเภท
- 1.2 ชนิดของสายส่งสัญญาณ
- 1.3 อัตราก้าวหน้าของสายส่งสัญญาณ
- 1.4 สัมประสิทธิ์ขึ้นต้นกับสายส่งสัญญาณ

สแกนเพื่อดู
e-book 4 สิบ
บนมือถือ



ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

ตัด-ต่อสายส่งสัญญาณและเข้าหัวสายที่ใช้ในระบบสายส่งสัญญาณตามหลักการด้วยความปลอดภัย

แนวคิดหลัก

ระบบเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุ ประกอบด้วยสายส่งสัญญาณทำหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณความถี่วิทยุจากระบบเครื่องส่งวิทยุเข้าไปที่สายอากาศ นอกจากนี้สายส่งสัญญาณจะต้องเชื่อมโยงสัญญาณความถี่วิทยุจากสายอากาศภาครับเข้าไปที่ระบบการแปลงสัญญาณทำให้เกิดเป็นข้อมูล

สมรรถนะการเรียนรู้

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดของสายส่งสัญญาณ
2. ติดตั้งและทดสอบสายส่งสัญญาณเข้ากับระบบสื่อสาร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายและหลักการของสายส่งสัญญาณได้ถูกต้อง
2. อธิบายความหมาย หน้าที่ และชนิดของสายส่งสัญญาณได้ถูกต้อง
3. เขียนวงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณได้ถูกต้อง
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ขึ้นต้นกับสายส่งสัญญาณได้ถูกต้อง
5. ตัด-ต่อสายส่งสัญญาณและเข้าหัวสายสัญญาณกับขั้วต่อแบบเอฟ-ไทพ์ ได้ถูกต้อง
6. ทดสอบขั้นตอนการเข้าหัวสาย RJ-45 ได้ถูกต้อง
7. เก็บอุปกรณ์และเครื่องมือด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต และมีความรับผิดชอบได้
8. ประยุกต์ความรู้สายส่งสัญญาณในการปฏิบัติงานอาชีพ

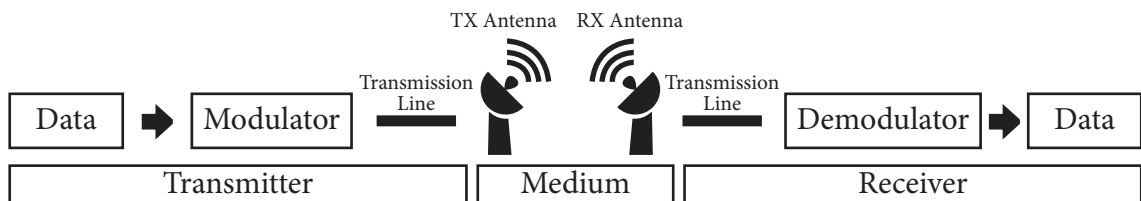
เนื้อหาสาระ

สายส่งสัญญาณหรือสายนำสัญญาณที่นำมาใช้กับระบบสื่อสารและโทรคมนาคมพบว่าเป็นการเชื่อมโยงสัญญาณจากภาคส่งวิทยุเข้าไปที่สายอากาศของเครื่องส่งวิทยุ แล้วจะต้องเชื่อมโยงสัญญาณจากสายอากาศภาครับวิทยุไปที่ระบบภาครับวิทยุ แล้วทำให้เกิดข้อมูลและข่าวสารให้กับผู้รับฟัง ซึ่งการเดินทางของสัญญาณไปที่ปลายทาง จะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงและทนทาน เพื่อใช้งานได้เป็นระยะเวลายาวนาน

1.1 หลักการและประเภท



สายส่งสัญญาณ เรียกทับศัพท์คือ **ทรานส์มิสชันไลน์ (Transmission Line)** เมื่อพิจารณาทางด้านสายส่งและสายอากาศในระบบสื่อสารและโทรคมนาคมพบว่า สายส่งสัญญาณทำหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณ (Coupling) ความถี่วิทยุ (Radio Frequency, RF) จากระบบเครื่องส่งวิทยุ (Transmitter, TX) ไปที่สายอากาศของเครื่องส่งวิทยุ แล้วจะต้องเชื่อมโยงสัญญาณความถี่วิทยุจากสายอากาศภาครับวิทยุ (RX Antenna) ไปที่ระบบเครื่องรับวิทยุ (Receiver) จึงถือได้ว่าเครื่องส่งวิทยุเป็นการส่งข้อมูลและข่าวสาร ขณะเดียวกันเครื่องรับวิทยุจะรับข้อมูลและข่าวสาร ดังนั้น สายส่งสัญญาณจึงเป็นตัวกลางในการส่งและรับข้อมูลข่าวสารในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 1.1 ระบบเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุในระบบการสื่อสารและโทรคมนาคม

พิจารณารูปที่ 1.1 แสดงระบบการสื่อสารและโทรคมนาคมประกอบด้วยภาคส่งสัญญาณวิทยุและภาครับสัญญาณวิทยุ ในส่วนของภาคส่งวิทยุ (เครื่องส่งวิทยุ) จะนำข้อมูลและข่าวสาร (Data) ที่มีความถี่ต่ำมาผสมคลื่น (Modulator) กับคลื่นพาห์ (Carrier Wave) ความถี่สูงได้เป็นสัญญาณความถี่ต่ำกับสัญญาณความถี่สูง ส่งทางสายส่งสัญญาณ (Transmission Line) เข้าไปที่สายอากาศของเครื่องส่งวิทยุ (TX Antenna) ในส่วนของภาครับวิทยุ (เครื่องรับวิทยุ) จะรับสัญญาณจากภาคส่งวิทยุผ่านทางสายอากาศภาครับวิทยุ (RX Antenna) แล้วส่งทางสายส่งสัญญาณแล้วทำการแยกคลื่น (Demodulator) เหลือเพียงข้อมูลข่าวสารความถี่ต่ำออกมาเป็นสัญญาณเสียงให้กับผู้รับฟัง (รับข้อมูลและข่าวสาร)

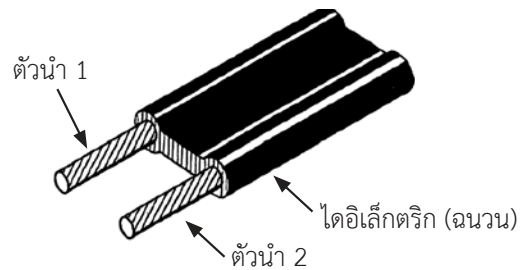
พิจารณาสายส่งสัญญาณพบว่า สายส่งสัญญาณจะมีคุณภาพดีและมีประสิทธิภาพ กำลังไฟฟ้าที่รับมาจะส่งออกไปให้โหลดได้มากที่สุดและมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในการส่งสัญญาณน้อยที่สุดด้วย เพื่อลดระดับสัญญาณรบกวนลง

ในงานสื่อสารโทรคมนาคมเมื่อพิจารณาทางด้านสายส่งและสายอากาศพบว่า ประเภทของสายส่งสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. สายส่งสัญญาณแบบสมดุล (Balance Transmission Line)
2. สายส่งสัญญาณแบบไม่สมดุล (Unbalance Transmission Line)

1.1.1 สายส่งสัญญาณแบบสมดุล

สายส่งสัญญาณแบบสมดุลแสดงในรูปที่ 1.2 ประกอบด้วยตัวนำ 2 เส้นวางขนานกัน มีฉนวนเรียกว่า **ไดอิเล็กตริก (Dielectric)** คั่นกลาง แล้วไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งของสายตัวนำต่อเข้ากับกราวด์ของระบบ ซึ่งสัญญาณจากตัวนำทั้งสองมีกระแสไฟฟ้าไหลในปริมาณที่เท่ากันแต่มีเฟสต่างกัน 180°



รูปที่ 1.2 สายส่งสัญญาณแบบสมดุล

สายส่งสัญญาณแบบสมดุลเรียกว่า **สายตัวนำคู่ (Twin Lead)** มีอิมพีแดนซ์ของสายเท่ากับ 300Ω ใช้กับสายอากาศของเครื่องรับโทรทัศน์ โดยข้อเสียของสายตัวนำคู่จะเกิดการรบกวนได้ง่าย เพราะไม่มีระบบป้องกันสัญญาณรบกวนที่ดีพอ

1.1.2 สายส่งสัญญาณแบบไม่สมดุล



รูปที่ 1.3 สายส่งสัญญาณแบบไม่สมดุล

สายส่งสัญญาณแบบไม่สมดุล แสดงในรูปที่ 1.3 เป็นสายส่งสัญญาณที่ประกอบด้วยส่วนของสัญญาณ (สายทองแดงตรงกลาง) และกราวด์ (Braid and Foil Shield) ซึ่งสายส่งสัญญาณแบบไม่สมดุลที่พบเห็นคือ สายโคแอกเชียล (Coaxial Cable) โดยมีฉนวนหุ้มสายคั่นกลางระหว่างลวดถักกันสัญญาณรบกวนกับสายทองแดงตรงกลาง มีชีลด์ (Shield) อะลูมิเนียมบางป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดี และป้องกันการแพร่กระจายคลื่นที่เล็ดลอดออกมาจากสายส่งสัญญาณได้ ซึ่งสายส่งสัญญาณแบบโคแอกเชียลโดยทั่วไปมีอิมพีแดนซ์เท่ากับ 75Ω

1.2

ชนิดของสายส่งสัญญาณ



สายส่งสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นมีรูปแบบที่หลากหลาย มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งานแต่ละอย่างและย่านความถี่ใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 สายตีเกลียว

สายตีเกลียวหรือสายทวิสต์แพร์ไลน์ (Twisted Pair Line) แสดงในรูปที่ 1.4 พบว่า เป็นการนำสายตัวนำที่ถูกหุ้มด้วยฉนวนจำนวน 2 เส้น มาบิดและตีเกลียวตลอดสาย โดยฉนวนของสายทำมาจากสายพีวีซี (Polyvinyl Chloride, PVC) ใช้กับสัญญาณความถี่ต่ำได้ดี

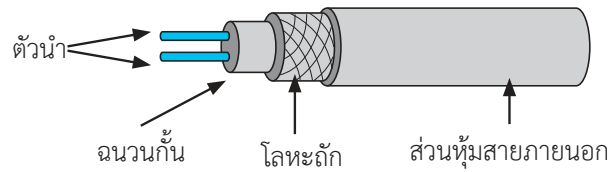


1.2.2 สายทวินลีด

สายทวินลีด (Twin Lead) หรือสายตัวนำคู่ เป็นสายตัวนำสองเส้นคู่ขนาน (Parallel Two Wire Line) ใช้ฉนวนกันไว้เป็นระยะที่เท่ากันโดยตลอดฉนวนที่อยู่โดยรอบเป็นอากาศ (รูปที่ 1.2) ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่มากเกินไป วิธีแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียพลังงานหรือสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดจึงต้องใช้ฉนวน เรียกว่า **โพลีเอสเตอร์ (Polyester)** ได้สายชนิดใหม่ เรียกว่า **สายริบบอนคู่ (Two Wire Ribbon)** หรือเรียกว่า **สายทวินลีด** สายส่งสัญญาณชนิดนี้ใช้กับความถี่ต่ำได้ดี และที่ความถี่สูงจะทำให้การสูญเสียจากการแผ่กระจายคลื่น (Radiation Loss) สูงตามไปด้วย

1.2.3 สายคู่พร้อมมีที่กำบัง

สายคู่พร้อมมีที่กำบังหรือสายคู่มีกำบัง เรียกว่า **ชีลด์แพร์ไลน์ (Shield Pair Line)** แสดงในรูปที่ 1.5 เป็นสายส่งสัญญาณมีตัวนำ 2 เส้นขนานกัน ถูกหุ้มด้วยฉนวนกันแล้วถูกหุ้มด้วยโลหะตัวนำถักเป็นชีลด์ (Shield) ซ้อนทับโดยรอบและถูกหุ้มด้วยฉนวนภายนอกอีกครั้ง ใช้เป็นสายส่งสัญญาณความถี่สูงได้ดี และสามารถป้องกันการรบกวนของสัญญาณจากภายนอกได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 1.5 สายคู่พร้อมมีที่กำบัง

1.2.4 สายโคแอกเซียล

1. โครงสร้าง สายโคแอกเซียลมีโครงสร้างประกอบด้วยแกนกลางเป็นสายทองแดงซึ่งเป็นสายสัญญาณ ตามรูปที่ 1.6 ถูกห่อหุ้มด้วยฉนวน ชั้นต่อไปเป็นใยโลหะถักเป็นตาข่าย (กราวด์) หุ้มอีกชั้นหนึ่ง จากนั้นจึงหุ้มด้วยฉนวนชั้นนอกสุดอีกครั้ง



รูปที่ 1.6 สายโคแอกเซียล

การส่งสัญญาณจะส่งไปตามแกนทองแดง ถัดมาเป็นฉนวนพลาสติก (Plastic Insulator) ซึ่งเป็นฉนวนภายใน ชั้นต่อมาเป็นใยโลหะถักเป็นตาข่ายใช้เป็นสายกราวด์เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก โดยทองแดงกับใยโลหะถักจะไม่ต่อถึงกัน ไม่เช่นนั้นอาจทำให้เกิดการลัดวงจรได้

2. ชนิด สายโคแอกเซียลแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) สายโคแอกเซียลบาง (Thin Coaxial Cable) มีความยืดหยุ่นสูงเป็นสายส่งสัญญาณขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.40 mm ใช้ส่งสัญญาณได้ไกลถึง 186 m ก่อนที่สัญญาณจะเริ่มจะอ่อนกำลังลง

2) สายโคแอกเซียลหนา (Thick Coaxial Cable) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เท่าของสายโคแอกเซียลแบบบาง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.80 mm สามารถนำสัญญาณได้ไกลกว่าสายโคแอกเซียลแบบบาง คือ นำสัญญาณได้ไกลถึง 500 m

ทั้งสายโคแอกเซียลแบบบางและแบบหนาเป็นสายส่งสัญญาณที่นิยมใช้งานกันมากกับความถี่สูงย่าน VHF (30 MHz - 300 MHz) และ UHF (300 MHz - 3,000 MHz) เนื่องจากการสูญเสียจากการแพร่กระจายคลื่นต่ำ

3. เกรด เกรดของสายโคแอกเซียลมีทั้งระดับ PVC และ Plenum ซึ่งเกรดระดับ PVC จะใช้พลาสติกเป็นวัสดุห่อหุ้ม ใช้ในสำนักงานเพราะมีความยืดหยุ่นสูง โดยสายโคแอกเซียลเกรด PVC เมื่อติดไฟจะเกิดแก๊สเป็นอันตรายต่อมนุษย์

เกรดของสายโคแอกเซียลระดับ Plenum เป็นสายติดตั้งระหว่างชั้นและติดตั้งเพดาน ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี เป็นเกรดทนไฟ และถ้าติดไฟแก๊สที่เกิดขึ้นก็จะไม่เกิดอันตรายมากนัก

4. **หัวเชื่อมต่อ** ทั้งสายโคแอกเชียลบางและสายโคแอกเชียลหนาจะใช้หัวเชื่อมต่อชนิดเดียวกัน เรียกว่า **หัวเชื่อมต่อ BNC** มีรูปแบบหลากหลาย แสดงในรูปที่ 1.7 ดังนี้



รูปที่ 1.7 หัวเชื่อมต่อสัญญาณของสายโคแอกเชียล

หมายเลข 1 เป็นหัวเชื่อมต่อสาย BNC (BNC Cable Connector) เป็นหัวเชื่อมต่อเข้ากับปลายสาย ทำหน้าที่เป็นตัวต่อและตัวขยายเพื่อนำสัญญาณออกไปใช้งาน

หมายเลข 2 เป็นหัวเชื่อมต่อสายรูปตัว T (T - Connector) ใช้เชื่อมต่อระหว่างสายสัญญาณ กับเน็ตเวิร์กการ์ด (Network Card) มีลักษณะแยกสัญญาณออกเป็น 3 ทาง (Connector 3 Way) ใช้กับ F - Type และ Twist Type

หมายเลข 3 เป็นหัวเชื่อมต่อสายแบบ Barrel (BNC Barrel Connector) ใช้เชื่อมต่อสัญญาณ ให้สายมีขนาดยาวขึ้น โดยเป็นตัวแปลงสัญญาณจากหัวต่อ BNC ไปเป็นหัวต่อ RCA

หมายเลข 4 เป็นตัวสิ้นสุดสัญญาณ (BNC Terminator) ใช้สิ้นสุดสัญญาณที่ปลายสายเพื่อป้องกัน ไม่ให้สัญญาณเกิดการสะท้อนกลับ ไม่เช่นนั้นอาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้น

5. **มาตรฐาน RG** แม้ว่าส่วนใหญ่สายโคแอกเชียลจะมีลักษณะที่คล้ายกัน แต่แบ่งออกได้ หลายประเภทโดยใช้มาตรฐาน RG (Radio Guide Scale) ซึ่งสายโคแอกเชียลที่นิยมใช้งานมากที่สุด มีอิมพีแดนซ์ของสายเท่ากับ 75Ω เช่น RG - 6/U ใช้กับสัญญาณโทรทัศน์และติดตั้งกับระบบเคเบิลทีวี (TV Cable) อีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้งานกับวิทยุสื่อสาร นั่นคือ สายโคแอกเชียลแบบ RG - 58/U โดยมี อิมพีแดนซ์ของสายเท่ากับ 50Ω สายโคแอกเชียลตามมาตรฐาน RG มีรายละเอียดดังนี้

1) **สาย RG - 6** เป็นสายนำสัญญาณภาพแล้วนำสัญญาณภาพแบบต่าง ๆ มาใช้งาน เช่น เคเบิลทีวี ดาวเทียม ระบบเสียง/ภาพ (Audio/Video) ฯลฯ นอกจากนี้สาย RG - 6 ยังสามารถนำมาใช้ กับระบบโทรทัศน์กล้องวงจรปิด (CCTV) มากที่สุดอีกด้วย

พิจารณาระบบกล้องวงจรปิดควรใช้สาย RG - 6 ที่มีคุณภาพดี มีชีลด์เพื่อป้องกันสัญญาณ รบกวนได้สูงถึง 95% เพราะถ้านำสาย RG - 6 ที่มีคุณภาพในการชีลด์สัญญาณรบกวนเพียง 60% ถึง 80% จะทำให้คุณภาพของภาพจากกล้องวงจรปิดออกมาไม่ดี และเมื่อใช้งานเป็นเวลานาน ๆ อาจทำให้เกิดปัญหา ทางสัญญาณภาพในภายหลังได้

สาย RG - 6 มีทั้งชีลด์ทองแดง (Copper Shield) และชีลด์อะลูมิเนียม (Aluminum Shield) หากเป็นจุดที่ต้องเดินสายระหว่าง 400 m - 700 m ขึ้นไป ควรใช้สาย RG - 6 ชนิดที่เป็นชีลด์ ทองแดง แต่ถ้าจุดเดินสายมีระยะทางไม่เกิน 400 m ควรใช้สาย RG - 6 ชนิดที่เป็นชีลด์อะลูมิเนียม

สาย RG - 6 มีทั้งที่เป็นสายสีขาวและสายสีดำ ซึ่งสาย RG - 6 สีขาวเป็นสายเกรดต่ำ ไม่ทนทานต่อแสงแดด โดยฉนวนหุ้มสายเกิดกรอบ ขาดและเปื่อยยุ่ยง่าย ใช้งานอาคารได้เท่านั้น

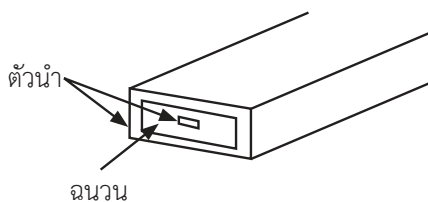
ส่วนสาย RG - 6 สีดำมีคุณภาพดีกว่าสาย RG - 6 สีขาว เนื่องจากสาย RG - 6 สีดำจะทนทานต่อการสึกกร่อนและแสงแดดได้ ใช้ในงานนอกอาคารและทนต่อความร้อนได้ดี ในส่วนอิมพีแดนซ์ของสาย RG - 6 มีค่าเท่ากับ $75\ \Omega$ เช่น สาย RG - 6 รุ่น Belden 1694A และสาย RG - 6 รุ่น Belden 8215 เป็นต้น

2) สาย RG - 58 ใช้สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ RF ที่มีพลังงานต่ำ เช่น วิทยุสื่อสาร วิทยุสมัครเล่นตำรวจ และสายอากาศถูกออกแบบมาเพื่อทำงานร่วมกับสายเคเบิล $50\ \Omega$ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของสาย RG - 58 มีค่าเท่ากับ 5 mm มีน้ำหนัก 37 g/m ทนแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ไม่เกิน 300 V ใช้กับกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดถึง $1,800\text{ W}$ และสาย RG - 58 บางครั้งก็นำมาใช้เป็นผู้ให้บริการทั่วไปของสัญญาณในห้องปฏิบัติการร่วมกับการเชื่อมต่อสัญญาณ BNC ที่ใช้กันทั่วไปในการทดสอบอุปกรณ์และการวัด เช่น ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) เป็นต้น ในส่วนอิมพีแดนซ์ของสาย RG - 58 มีค่าระหว่าง $50\ \Omega$ ถึง $53\ \Omega$ เส้นสาย RG - 58 รุ่น Belden 7807A มีอิมพีแดนซ์เท่ากับ $50\ \Omega$ สาย RG - 58 รุ่น WMCQ 124 มีอิมพีแดนซ์เท่ากับ $52\ \Omega$ และสาย RG - 58 รุ่น Belden 8219 มีอิมพีแดนซ์เท่ากับ $53\ \Omega$ เป็นต้น

3) สาย RG - 59 เป็นสายนำสัญญาณภาพเช่นเดียวกับสาย RG - 6 ความแตกต่างระหว่างสาย RG - 59 กับสาย RG - 6 คือ ขนาดสาย RG - 59 มีขนาดเล็กกว่าและมีความยืดหยุ่นสูงกว่าสาย RG - 6 ซึ่งสาย RG - 59 ถูกใช้ในงานภายในอาคารและในลิฟต์ สามารถนำสัญญาณภาพได้ไกลไม่เกิน 200 m แต่ถ้าต้องการนำสัญญาณเดินได้ไกล ๆ ต้องใช้อุปกรณ์ขยายสัญญาณภาพ เรียกว่า **บูสเตอร์ (Booster)**

4) สาย RG - 11 เป็นสายนำสัญญาณที่มีขนาดใหญ่ โดยนำสัญญาณภาพได้ไกลถึง 1 km เหมาะกับการใช้งานระบบโทรทัศน์กลังวงจรปิดระยะไกลได้ดีและมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นสายส่งสัญญาณที่มีขนาดใหญ่กว่าสาย RG - 6 และสาย RG - 59 เนื่องจากตัวนำแกนกลางมีขนาดใหญ่ จึงนำสัญญาณภาพเดินทางได้ไกล ๆ ได้ดี โดยอิมพีแดนซ์ของสาย RG - 11 มีค่าเท่ากับ $75\ \Omega$ เช่น สาย RG - 11 รุ่น Belden 8213 มีอิมพีแดนซ์เท่ากับ $75\ \Omega$ เป็นต้น

6. สายสตริปหรือสตริปไลน์ (Strip Line) เป็นสายส่งสัญญาณแบบท่อน แสดงในรูปที่ 1.8 ประกอบด้วยสายตัวนำ 2 เส้นวางซ้อนกัน ตัวนำตอนกลางถูกหุ้มด้วยฉนวนแล้วถูกหุ้มด้วยท่อตัวนำซ้อนทับโดยรอบอีกชั้น ใช้งานได้ดีกับความถี่สูงมาก จึงทำให้อำนาจสนามแม่เหล็กไฟฟ้าถูกกำหนดขอบเขตในการเคลื่อนที่และไม่เกิดปัญหาการแพร่กระจายสู่ภายนอกได้



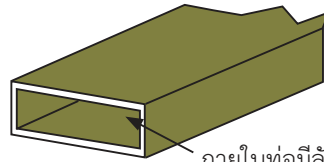
(ก) โครงสร้าง



(ข) รูปลักษณะจริง

รูปที่ 1.8 สายสตริปความถี่สูง

7. เวฟไกด์ (Wave Guide) หรือสายท่อนำคลื่น แสดงในรูปที่ 1.9 เป็นสายส่งสัญญาณแบบท่อนำคลื่น ซึ่งภายในท่อนำคลื่นมีลักษณะกลวง ใช้งานได้ดีกับคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) โดยผิวด้านในท่อนำคลื่นถูกเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าอย่างดี เพื่อทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) เดินทางผ่านได้อย่างสะดวก



(ก) รูปลักษณะจริง

(ข) โครงสร้าง
ภายในท่อมัลักษณะกลวง

รูปที่ 1.9 เวฟไกด์

1.3

วงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณ

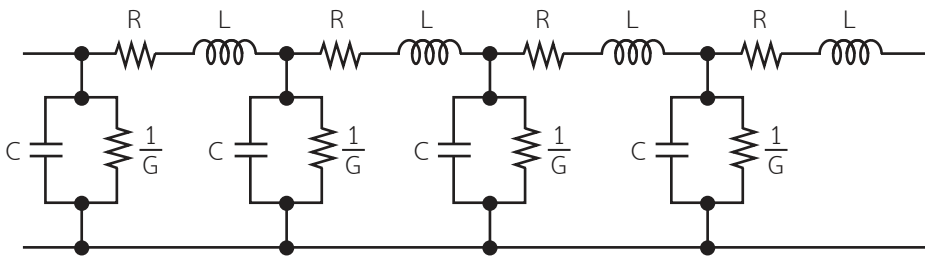


จุดประสงค์หลักของการใช้สายส่งสัญญาณ คือ ส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง ซึ่งโครงสร้างหลักของสายส่งสัญญาณประกอบด้วยคู่ตัวนำ 2 เส้นที่แยกจากกัน โดยมีฉนวนคั่นไว้เพื่อป้องกันการลัดวงจร

โครงสร้างตัวนำของสายส่งสัญญาณ มีตัวแปรหรือสัมประสิทธิ์ขั้นต้น (Primary Coefficient) 4 ค่าดังนี้

1. ความต้านทาน (Resistance, R) เป็นค่าความต้านทานของตัวนำ
2. ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Inductance, L) ขึ้นอยู่กับพื้นที่ตัดขวางของตัวนำ
3. คอนดักแตนซ์ (Conductance, G) หรือความต้านทานการรั่วไหลเป็นค่าความต้านทานของฉนวน เนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าบางส่วนรั่วไหลระหว่างตัวนำ 2 เส้น

4. คาปาซิแตนซ์ (Capacitance, C) หรือความจุไฟฟ้าของตัวนำและฉนวนสัมประสิทธิ์ขั้นต้น ทั้ง 4 ค่าที่เกิดขึ้นในสายส่งสัญญาณขึ้นอยู่กับขนาดทางฟิสิกส์ของตัวนำและฉนวนที่ใช้ ซึ่งรูปที่ 1.10 แสดงวงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณ (Equivalent Circuits of Transmission Line) นอกจากนี้ ค่าความต้านทาน (R) กับคอนดักแตนซ์ (G) ยังขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นที่เดินทางในสาย



รูปที่ 1.10 วงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณ

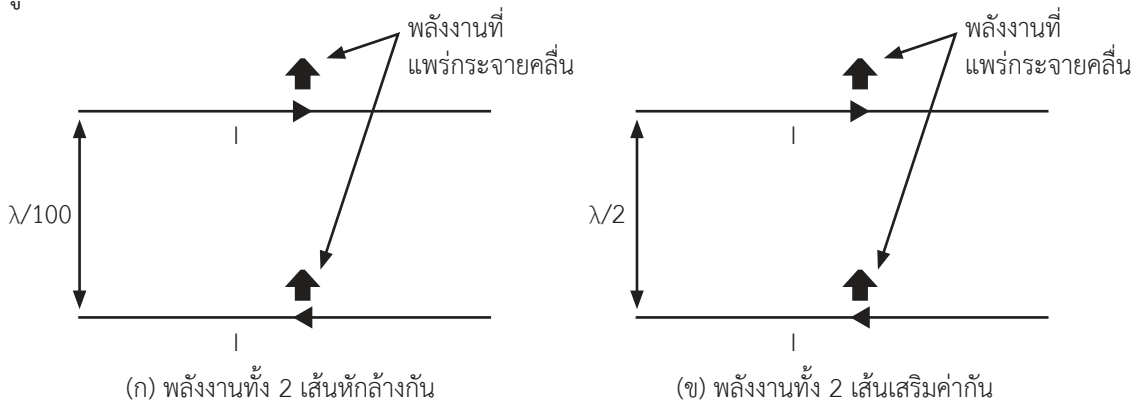
ประกอบด้วยสัมประสิทธิ์ขึ้นต้นทั้ง 4 ค่าจะกระจายตลอดตามสาย โดยค่า R ต่ออนุกรมกับ L ส่วนค่า C และ G ต่อขนานกัน

1.4 สัมประสิทธิ์ขึ้นต้นกับสายส่งสัญญาณ



พิจารณาสายโคแอกเชียลมีตัวนำ 2 เส้น คือ ตัวนำชั้นในกับตัวนำชั้นนอก ซึ่งตัวนำชั้นใน คือ ลวดทองแดงหรือสายทองแดงตรงกลาง ส่วนตัวนำชั้นนอก คือ ลวดถักกันสัญญาณรบกวน ตัวนำชั้นนอก ทำหน้าที่เป็นฉากกัน (Screen) เพื่อลดการแพร่พลังงานจากภายในสายออกสู่ภายนอกสาย และจะต้องป้องกันพลังงานจากภายนอกแทรกเข้ามารบกวนภายในสาย

กรณีสายแบนเส้นคู่หรือสายทวินลิต ระยะห่างระหว่างตัวนำทั้งสองมีความสำคัญมาก แสดงในรูปที่ 1.11

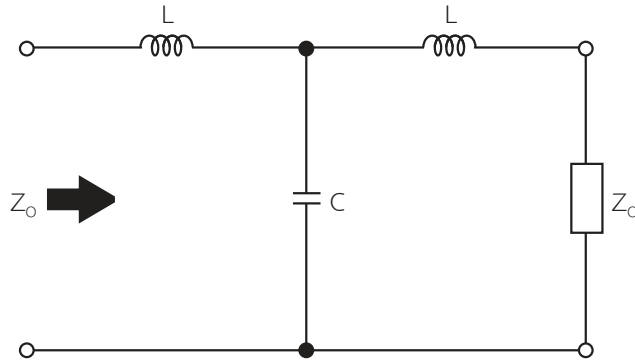


รูปที่ 1.11 การแพร่กระจายคลื่นจากสายแบนเส้นคู่

พิจารณารูปที่ 1.11 (ก) แสดงทิศทางกระแสไฟฟ้า (I) ในตัวนำทั้งสองมีทิศทางตรงข้ามกัน มีระยะห่างระหว่างตัวนำเท่ากับ $\lambda/100$ ซึ่ง 1λ คือ 1 ช่วงความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับ 360° พลังงานที่แพร่ออกจากตัวนำเส้นล่างมีเฟสต่างกับกับพลังงานที่แพร่ออกจากเส้นบน ระยะห่างขนาด $\lambda/100$ เท่ากับ $360^\circ/100 = 3.60^\circ$ ทำให้พลังงานทั้งสองเส้นเกือบหักล้างกันหมด

พิจารณารูปที่ 1.11 (ข) พบว่าระยะห่างของตัวนำทั้งสองเท่ากับ $\lambda/2 = 360^\circ/2 = 180^\circ$ จากเดิมที่พลังงานจากเส้นล่างมีเฟสตามหลังอยู่ 180° เมื่อบวกกับระยะห่างที่พลังงานเดินทางไปเส้นบนอีก $\lambda/2$ หรือ 180° จะทำให้เฟสเปลี่ยนไปทั้งหมดเท่ากับ $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$ ส่งผลให้พลังงานทั้งสองเส้นเสริมค่ากัน

จากวงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณดังรูปที่ 1.10 พบว่าเมื่อพิจารณาความถี่วิทยุที่มีความถี่สูง ค่าการลดทอนของสายส่งที่เกิดจากค่าความต้านทาน (R) กับค่าคอนดักแตนซ์ (G) จะมีค่าเป็นศูนย์ (มีค่าต่ำมาก) แทนโครงสร้างวงจรสมมูลสายส่งได้ในรูปที่ 1.12



รูปที่ 1.12 วงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณกรณีที่ไม่คิดค่าการลัดทอน

สรุปสาระสำคัญ



1. สายส่งสัญญาณทำหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณความถี่วิทยุจากเครื่องส่งวิทยุไปที่สายอากาศของเครื่องส่งวิทยุ หรือเชื่อมโยงสัญญาณความถี่วิทยุจากสายอากาศภาครับวิทยุไปที่ระบบเครื่องรับวิทยุ
2. สายส่งสัญญาณมี 2 ประเภท คือ สายส่งสัญญาณแบบสมดุลและสายส่งสัญญาณแบบไม่สมดุล ซึ่งสายส่งสัญญาณแบบสมดุลได้แก่ สายทวินลิต มีอิมพีแดนซ์ของสายเท่ากับ 300Ω ส่วนสายส่งสัญญาณแบบไม่สมดุลได้แก่ สายโคแอกเซียลมีอิมพีแดนซ์ของสายเท่ากับ 75Ω
3. สายส่งสัญญาณมีรูปแบบหลากหลายขึ้นอยู่กับการใช้งาน และย่านความถี่ เช่น สายตีเกลียว สายทวินลิต (ตัวนำคู่) สายคู่พร้อมมีที่กำบังและสายโคแอกเซียล
4. จุดประสงค์หลักของการใช้สายส่งสัญญาณคือ จะต้องส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง ซึ่งโครงสร้างหลักของสายส่งสัญญาณประกอบด้วยคู่ตัวนำ 2 เส้นที่แยกจากกันโดยมีฉนวนคั่นไว้เพื่อป้องกันการลัดวงจร

ใบงานที่ 1.1

การต่อสายส่งสัญญาณ

ชื่อ - สกุล..... สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา 1.5 ชั่วโมง กำหนดส่งงาน.....

ผลลัพธ์การปฏิบัติ

ตัด-ต่อสายส่งสัญญาณและเข้าหัวสายสัญญาณกับหัวต่อแบบเอฟ-ไทพ์ ที่ใช้ในระบบสายส่งสัญญาณอย่างถูกต้องและปลอดภัย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อสายส่งสัญญาณแบบโคแอกเชียลเข้ากับแจ็กทีวีตัวผู้แบบช่องอุมมฉากได้ถูกต้อง
2. ต่อสายส่งสัญญาณแบบโคแอกเชียลเข้ากับหัวต่อเอฟ - ไทพ์ ได้ถูกต้อง
3. ต่อสายส่งสัญญาณแบบทวินลิตเข้ากับแมตซิง 75 Ω ได้ถูกต้อง
4. เต็มใจเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการต่อสายส่งสัญญาณได้
5. ยอมรับความคิดเห็นเกี่ยวกับการต่อสายส่งสัญญาณจากบุคคลอื่นได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|--|---|------|
| 1. สายส่งสัญญาณแบบทวินลิตยาว 5 m | 1 | เส้น |
| 2. สายส่งสัญญาณแบบโคแอกเชียลยาว 5 m | 1 | เส้น |
| 3. คัตเตอร์ | 1 | อัน |
| 4. คีมตัด | 1 | ตัว |
| 5. แจ็กทีวีตัวผู้แบบช่องอุมมฉาก | 1 | ตัว |
| 6. แมตซิง 75 Ω | 1 | ตัว |
| 7. หัวต่อเอฟ - ไทพ์ (F - Type Connector) | 1 | ตัว |



แบบประเมินผล
ใบงานที่ 1.1

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ตัดสายส่งสัญญาณแบบทวินลิตยาว 5 m จำนวน 1 เส้น จากนั้นตัดสายส่งสัญญาณแบบโคแอกเชียลยาว 5 m จำนวน 1 เส้น
2. ใช้คัตเตอร์ตัดรอบ ๆ ฉนวนด้านนอกของสายโคแอกเชียล แสดงในรูปที่ 1.1.1



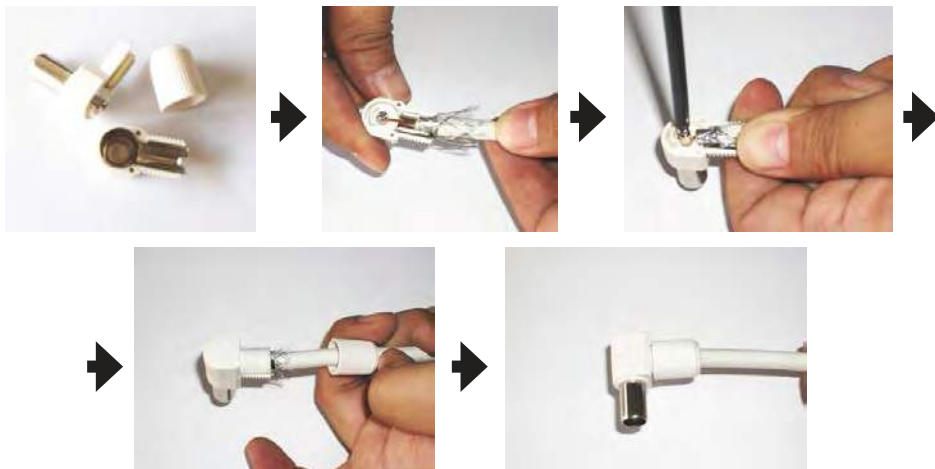
รูปที่ 1.1.1 ตัดรอบ ๆ ฉนวนด้านนอกของสายโคแอกเชียล

3. ใช้คัตเตอร์ตัดรอบด้านในสายโคแอกเชียล โดยแยกเป็นสายทองแดงตรงกลาง (Center Conductor) ฉนวนหุ้มสาย (Dielectric) ฟอยล์ชีลด์ (Foil Shield) และลวดถักกันสัญญาณรบกวน (Braid) ดังรูปที่ 1.1.2



รูปที่ 1.1.2 ตัดรอบด้านในสายโคแอกเชียลออกเป็นส่วนต่าง ๆ ทั้งหมด

4. หมุนแจ็กทีวีตัวผู้แบบช่องอมุมฉากต่อเข้ากับสายส่งสัญญาณแบบโคแอกเชียลแล้วขันนอตให้แน่น ดังรูปที่ 1.1.3



รูปที่ 1.1.3 ต่อแจ็กทีวีตัวผู้แบบช่องอมุมฉากเข้ากับสายส่งสัญญาณโคแอกเชียล

5. จากการทดลองในข้อ 3 นำอุปกรณ์หัวต่อเอฟ - ไทป์แบบเกลียวในหมุนเข้ากับสายส่งสัญญาณแบบโคแอกเชียล ดังรูปที่ 1.1.4

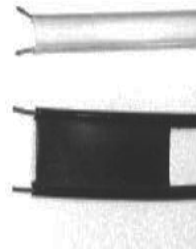


ข้อต่อเอฟ - ไทป์

รูปที่ 1.1.4 ต่อเอฟ - ไทป์เข้ากับสายโคแอกเชียล



6. ใช้คัตเตอร์ตัดรอบสายทวินลิต แยกสองขั้ว แล้วปอกสายให้สวยงาม ดังรูปที่ 1.1.5



รูปที่ 1.1.5 ปอกสายส่งสัญญาณแบบทวินลิต

7. หมุนนอตยึดขั้วต่อเข้ากับอุปกรณ์แมตชิง 75 Ω ให้ต่อสายทวินลิตแล้วยึดนอตให้แน่น ดังรูปที่ 1.1.6



รูปที่ 1.1.6 ต่อสายทวินลิตเข้ากับแมตชิง 75 Ω

คำถามหลังการปฏิบัติ

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นของการต่อสายส่งสัญญาณแบบโคแอกเซียลเข้ากับแจ็กทีวีตัวผู้แบบช่องอุมมฉากคืออะไร

.....

.....

.....

2. การตัดรอบด้านในสายโคแอกเซียลออกเป็นส่วนตัวต่าง ๆ ทั้งหมด มีวิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการปฏิบัติ

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.2

วิธีการและขั้นตอนการเข้าหัวสาย RJ - 45

ชื่อ - สกุล..... สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา 1.5 ชั่วโมง กำหนดส่งงาน.....

ผลลัพธ์การปฏิบัติ

ตัด - ต่อสายแลนเข้ากับหัว RJ - 45 อย่างถูกต้องและปลอดภัย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. รู้และเข้าใจขั้นตอนการเข้าหัวสาย RJ - 45 ได้ถูกต้อง
2. มีทักษะในการตัด - ต่อสายแลนเข้ากับหัวสาย RJ - 45 ได้ถูกต้อง
3. เก็บอุปกรณ์และเครื่องมือด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริตและปลอดภัยได้
4. ยอมรับความคิดเห็นในการเข้าหัวสาย RJ - 45 จากบุคคลอื่นได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--------------------------|-----------|
| 1. สายแลน Cat 5e | 1 เมตร |
| 2. คีมเข้าหัวสาย RJ - 45 | 1 อัน |
| 3. กรรไกร | 1 อัน |
| 4. หัวสายแลน RJ - 45 | 2 หัว |
| 5. อุปกรณ์วัดสัญญาณ | 1 เครื่อง |

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ใช้คัตเตอร์หรือมีดปลอกเปลือกนอกของสายแลน Cat 5e ซึ่งให้ห่างจากปลายสายระหว่าง 2 - 3 ซม. (รูปที่ 1.2.1)



รูปที่ 1.2.1 นำคัตเตอร์ปลอกเปลือกนอกของสายแลน Cat 5e

2. ขั้นตอนต่อมาดึงส่วนของปลอกสายให้แยกออกจากกัน

3. เมื่อปลอกสายแลนเสร็จพบว่า มีเส้นด้ายสีขาว (แล้วแต่ผลิตภัณฑ์ของสายแลน) ให้ใช้กรรไกรตัดเส้นด้ายสีขาวออก

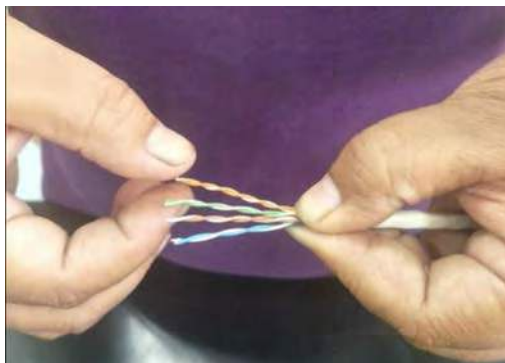
4. ขั้นตอนต่อมาคือ ต้องคลายเกลียวออก พบสายแลนพันเกลียวเป็นคู่อยู่ 4 คู่ กล่าวคือ

คู่ที่ 1 (มี 2 สาย) เป็นสีขาว - ส้มกับส้ม

คู่ที่ 2 (มี 2 สาย) เป็นสีขาว - เขียวกับฟ้า

คู่ที่ 3 (มี 2 สาย) เป็นสีขาว - ฟ้ากับเขียว

คู่ที่ 4 (มี 2 สาย) เป็นสีขาว - น้ำตาลกับน้ำตาล (รูปที่ 1.2.2)



รูปที่ 1.2.2 คลายเกลียวออกพบสายพันเกลียว 4 คู่

5. เพื่อจัดสายให้ตรง จะต้องเรียงลำดับสายใหม่ โดยให้เรียงสีดังนี้ทั้ง 2 ข้าง คือ

สายที่ 1 คือ สีขาว - ส้ม

สายที่ 2 คือ สีส้ม

สายที่ 3 คือ สีขาว - เขียว

สายที่ 4 คือ สีฟ้า

สายที่ 5 คือ สีขาว - ฟ้า

สายที่ 6 คือ สีเขียว

สายที่ 7 คือ สีขาว - น้ำตาล

สายที่ 8 คือ สีน้ำตาล

6. หลังจากเรียงสายอย่างถูกต้องเสร็จ จับสายที่เรียงให้แน่น (อย่าให้สลับสายเป็นอันขาด) แล้วสอดเข้าหัวสายแลน RJ - 45 ให้สุดปลอก

7. นำสายพร้อมปลอกมาเข้าคีมบีบให้แน่นครั้งเดียว

8. เมื่อเข้าหัวสาย RJ - 45 กับสายแลนเสร็จ จากนั้นนำมาทดสอบกับอุปกรณ์วัดสัญญาณให้สังเกตสัญญาณไฟ ถ้าต่อตรงถูกต้องทั้งหมด จะทำให้สัญญาณไฟตรงกันทั้งหมด 8 ช่อง หากสัญญาณไฟช่องใดช่องหนึ่งสลับกัน นั้นหมายถึง มีหัว RJ - 45 ด้านใดด้านหนึ่งเข้าหัวผิด (เกิดการสลับสายกัน) ต้องตัดหัว RJ - 45 ที่เข้าผิด แล้วเข้าหัว RJ - 45 ขึ้นมาใหม่ (รูปที่ 1.2.3 และรูปที่ 1.2.4)