

เครื่องรับวิทยุ

(Radio Recievers)



วิชัย ไสยมโรสง

120.-



เครื่องรับวิทยุ (Radio Receivers)

กลุ่มอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ISBN 978-616-495-314-7

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2569

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม



แถมฟรี e-book
แต่ละบทเรียน
ในรูปแบบ QR Code

เรียบเรียงโดย

วิชัย โรมไธสง

จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย โดย...



บริษัท วังอักษร จำกัด

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



บริษัท วังอักษร จำกัด ขอสงวนลิขสิทธิ์

ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์เพิ่มเติม พ.ศ. 2565
ห้ามมิให้ทำการคัดลอก ดัดแปลง แก้ไขเนื้อหา หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนไม่ว่ารูปแบบใด
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้ เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมาย
ของเจ้าของแต่ละราย บริษัทฯ มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้
วิชา เครื่องรับวิทยุ
(Radio Receivers)

ครั้งที่	รายการสอน		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
1 – 2	บทเรียนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ	ใบงานที่ 1.1 การวัดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ ใบงานที่ 1.2 การใช้งานเครื่องรับวิทยุ	2	6	8
3 – 7	บทเรียนที่ 2 หลักการรับ - ส่งวิทยุ	ใบกิจกรรมที่ 2.1 การรับสัญญาณวิทยุแบบเอเอ็ม ใบกิจกรรมที่ 2.2 การรับสัญญาณวิทยุแบบเอฟเอ็ม ใบกิจกรรมที่ 2.3 การส่งวิทยุเอเอ็มแบบเอสเอสบีและดีเอสบี ใบกิจกรรมที่ 2.4 การรับ - ส่งวิทยุแบบเอฟเอ็มสเตอริโอมัลติเพล็กซ์	5	15	20
8 – 11	บทเรียนที่ 3 วงจรในเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม/เอฟเอ็ม	ใบงานที่ 3.1 การตรวจซ่อมเครื่องรับวิทยุเอเอ็มป้อนกลับ ใบงานที่ 3.2 การตรวจซ่อมเครื่องรับวิทยุเอเอ็มทรานซิสเตอร์ ใบงานที่ 3.3 การตรวจซ่อมเครื่องรับวิทยุเอฟเอ็ม	4	12	16
12	บทเรียนที่ 4 วงจรเอฟเอ็มสเตอริโอมัลติเพล็กซ์	ใบงานที่ 4.1 การตรวจซ่อมวงจรเอฟเอ็มสเตอริโอมัลติเพล็กซ์	1	3	4
13-15	บทเรียนที่ 5 วงจรขยายเสียง	ใบงานที่ 5.1 การตรวจซ่อมวงจรโทนคอนโทรลแพสซีฟ ใบงานที่ 5.2 การตรวจซ่อมวงจรขยายกำลังคลาส A ใบงานที่ 5.3 การตรวจซ่อมวงจรขยายกำลังโอทีแอล	3	9	12
16	บทเรียนที่ 6 วงจรภาคจ่ายไฟฟ้า	ใบงานที่ 6.1 การตรวจซ่อมวงจรจ่ายไฟฟ้าเครื่องรับวิทยุ	1	3	4
17	บทเรียนที่ 7 การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม	ใบงานที่ 7.1 ทดสอบและปรับตั้งเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม	1	3	4
18	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		1	3	4
รวม			18	54	72



คำนำ

บริษัท วังอักษร จำกัด ได้จัดทำหนังสือวิชา **เครื่องรับวิทยุ (Radio Receivers)** เพื่อใช้บูรณาการและประกอบการเรียนการสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) และหลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะ

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ ใบกิจกรรม ใบงาน แบบฝึกหัดคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น 7 บทเรียน คือ **บทเรียนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ บทเรียนที่ 2 หลักการรับ - ส่งวิทยุ บทเรียนที่ 3 วงจรในเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม/เอฟเอ็ม บทเรียนที่ 4 วงจรเอฟเอ็มสเตอริโออัลติเพล็กซ์ บทเรียนที่ 5 วงจรขยายเสียง บทเรียนที่ 6 วงจรภาคจ่ายไฟฟ้า บทเรียนที่ 7 การประกอบ ทดสอบ และปรับแต่งเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม**

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัยตามแผนการพัฒนาศึกษาด้านอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้และสมรรถนะตามหลักสูตร

วิชัย โรมไธสง



สารบัญ

บทเรียนที่ 1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ.....	1
1.1	โครงสร้างของคลื่นวิทยุ.....	2
1.2	การกระจายคลื่นวิทยุ.....	5
ใบงานที่ 1.1	การวัดสัญญาณความถี่รูปคลื่นไซน์.....	10
ใบงานที่ 1.2	การทดสอบเครื่องรับวิทยุ.....	12
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1.....	14
บทเรียนที่ 2	หลักการรับ - ส่งวิทยุ.....	16
2.1	หลักการรับ - ส่งวิทยุเบื้องต้น.....	17
2.2	หลักการรับ - ส่งวิทยุแบบเอเอ็ม.....	18
2.3	หลักการรับ - ส่งวิทยุแบบเอฟเอ็ม.....	22
2.4	หลักการส่งวิทยุเอเอ็มแบบเอสเอสบีและดีเอสบี.....	25
2.5	หลักการรับ - ส่งวิทยุแบบเอฟเอ็มสเตอริโอโมัลติเพล็กซ์.....	28
ใบกิจกรรมที่ 2.1	การรับสัญญาณวิทยุแบบเอเอ็ม.....	34
ใบกิจกรรมที่ 2.2	การรับสัญญาณวิทยุแบบเอฟเอ็ม.....	38
ใบกิจกรรมที่ 2.3	การส่งวิทยุเอเอ็มแบบเอสเอสบีและดีเอสบี.....	43
ใบกิจกรรมที่ 2.4	การรับ - ส่งวิทยุแบบเอฟเอ็มสเตอริโอโมัลติเพล็กซ์.....	46
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2.....	49
บทเรียนที่ 3	วงจรเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม/เอฟเอ็ม.....	51
3.1	เครื่องรับวิทยุเอเอ็มที่มีการป้อนกลับ.....	52
3.2	เครื่องรับวิทยุเอเอ็ม.....	56
3.3	วงจรเครื่องรับวิทยุเอฟเอ็ม.....	63
ใบงานที่ 3.1	การตรวจสอบเครื่องมือรับวิทยุเอเอ็มป้อนกลับ.....	71
ใบงานที่ 3.2	การตรวจสอบเครื่องมือรับวิทยุเอเอ็มทรานซิสเตอร์.....	74
ใบงานที่ 3.3	การตรวจสอบเครื่องมือรับวิทยุเอฟเอ็ม.....	81
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3.....	86



บทเรียนที่ 4	วงจรเอฟเอ็มสเตอริโอแมล์ติเพล็กซ์.....	90
4.1	ความถี่เอฟเอ็มสเตอริโอแมล์ติเพล็กซ์.....	91
4.2	บล็อกไดอะแกรมเอฟเอ็มระบบสเตอริโอแมล์ติเพล็กซ์.....	93
4.3	วงจรเครื่องรับวิทยุเอฟเอ็มสเตอริโอแมล์ติเพล็กซ์.....	94
ใบงานที่ 4.1	การตรวจสอบเอฟเอ็มสเตอริโอแมล์ติเพล็กซ์.....	98
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4.....	102
บทเรียนที่ 5	วงจรขยายเสียง.....	104
5.1	วงจรควบคุมเสียงเบสและเสียงแหลม.....	105
5.2	วงจรขยายกำลัง.....	109
ใบงานที่ 5.1	ตรวจสอบวงจรโทนคอนโทรลแพสซีฟ.....	118
ใบงานที่ 5.2	ตรวจสอบวงจรขยายกำลังคลาส A.....	120
ใบงานที่ 5.3	ตรวจสอบวงจรขยายกำลังโอทีแอล.....	123
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5.....	126
บทเรียนที่ 6	วงจรภาคจ่ายไฟฟ้า.....	131
6.1	วงจรไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่.....	132
6.2	ภาคจ่ายไฟฟ้าที่เป็นวงจรเรกติไฟเออร์.....	133
6.3	ภาคจ่ายไฟฟ้าที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่กับวงจรเรกูเลเตอร์.....	137
6.4	ภาคจ่ายไฟฟ้าที่ประกอบด้วยวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าวงจรเรกูเลเตอร์ และแบตเตอรี่สำรอง.....	138
ใบงานที่ 6.1	การตรวจสอบวงจรจ่ายไฟฟ้าเครื่องรับวิทยุ.....	143
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6.....	145
บทเรียนที่ 7	การประกอบ ทดสอบ และปรับแต่งเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม.....	149
7.1	การประกอบเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม.....	150
7.2	การทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม.....	150
7.3	การตรวจสอบเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม.....	156
ใบงานที่ 7.1	ทดสอบและปรับตั้งเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม.....	159
	แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7.....	162
คำศัพท์.....	165	
บรรณานุกรม.....	170	



บทเรียนที่ 1

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ



หัวข้อหลัก

- 1.1 โครงสร้างของคลื่นวิทยุ
- 1.2 การกระจายคลื่นวิทยุ



สแกนเพื่อดู
e-book 4 ลี
บนมือถือ



ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน



ศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคลื่นวิทยุเพื่อประยุกต์ใช้ในการวัด ทดสอบ ปรับตั้ง และตรวจสอบเครื่องรับวิทยุ



แนวคิดหลัก



คลื่นวิทยุ คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งซึ่งมีถี่อยู่ในช่วง 3 kHz - 300 GHz ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของคลื่นวิทยุออกได้ 8 ย่าน ไล่จากความถี่ต่ำไปยังความถี่สูง โดยแต่ละช่วงมักถูกนำมาใช้งานแตกต่างกัน ซึ่งช่วงของความถี่ที่นิยมใช้หรือมีการใช้งานกันมากที่สุด คือ 30 kHz - 300 MHz นั่นเอง



สมรรถนะการเรียนรู้



แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและการกระจายของคลื่นวิทยุ



จุดประสงค์การเรียนรู้



1. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง และการกระจายตัวของคลื่นวิทยุได้ถูกต้อง
2. เลือกใช้เครื่องมือวัดและทดสอบคุณสมบัติอย่างเหมาะสม
3. มีเจตคติที่ดีเกี่ยวกับการใช้คลื่นวิทยุและเครื่องรับวิทยุ
4. ทดสอบการใช้งานเครื่องรับวิทยุเอเอ็ม/เอฟเอ็มได้



บทเรียนนี้เป็นการเริ่มต้นเรียนรู้เกี่ยวกับคลื่นวิทยุ โดยมีทั้งเครื่องส่งวิทยุและเครื่องรับวิทยุ ซึ่งคลื่นวิทยุเป็นคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถเดินทางในสภาวะสุญญากาศได้ด้วยความเร็ว 300×10^6 เมตรต่อวินาที การกระจายคลื่นวิทยุออกจากเครื่องส่งวิทยุจะต้องส่งผ่านลวดตัวนำเรียกว่า **สายอากาศ** ซึ่งกระแสไฟฟ้าสลับที่ไหลในสายอากาศจะต้องสร้างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าให้เกิดขึ้นพร้อมกัน ดังนั้น คลื่นวิทยุที่กระจายออกจากสายอากาศจึงประกอบด้วยสนามแม่เหล็กกับสนามไฟฟ้า

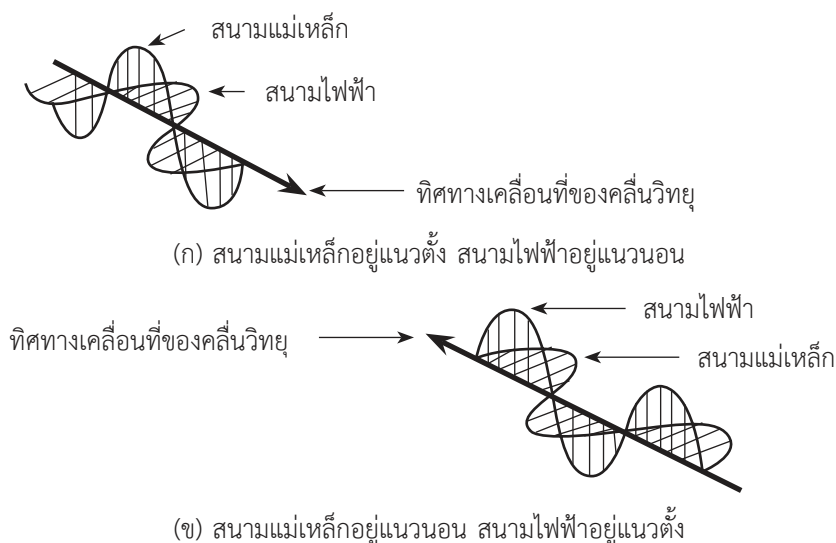
คลื่นวิทยุจึงเป็นคลื่นพาหะ (คลื่นพาหะ) ที่นำส่งคลื่นเสียงจากเครื่องส่งวิทยุให้เดินทางไปพร้อมกัน ออกทางสายอากาศ ทำให้คลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำสามารถเดินทางไปได้ไกลจนถึงจุดหมาย หรือเครื่องรับวิทยุที่ทำหน้าที่รับสัญญาณวิทยุ และแยกคลื่นเสียงออกจากคลื่นวิทยุ ให้ผู้ฟังสามารถได้ยินเสียงตามปกติ

1.1

โครงสร้างของคลื่นวิทยุ



เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า (Electric Field) ขึ้นรอบ ๆ ขดลวดตัวนำ สนามไฟฟ้างี้จะเพิ่มความเข้มสูงขึ้นแล้วค่อย ๆ ลดต่ำลง และสลับทิศทางในที่สุด โดยสนามไฟฟ้าจะสลับกันอย่างต่อเนื่องตามกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดตัวนำ ขณะเดียวกันสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ก็เกิดขึ้นรอบ ๆ ขดลวดตัวนำด้วย โดยจะตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 1.1 ซึ่งเป็นโครงสร้างของคลื่นวิทยุ

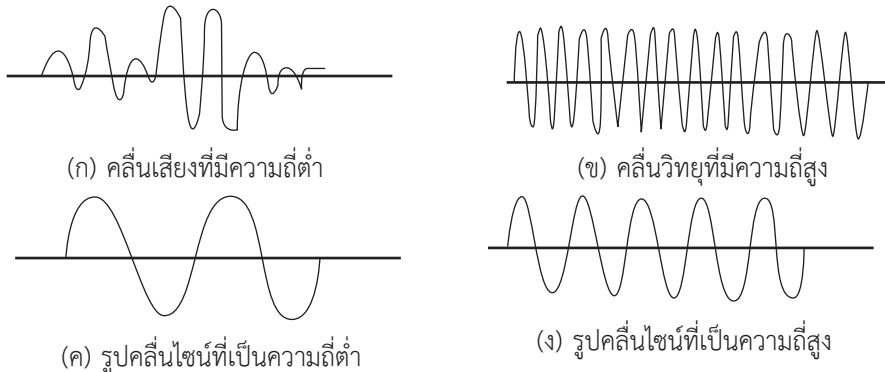


รูปที่ 1.1 โครงสร้างของคลื่นวิทยุ

การกระจายคลื่นวิทยุออกจากเครื่องส่งวิทยุจะต้องส่งผ่านลวดตัวนำเรียกว่า **สายอากาศ (Antenna)** ซึ่งกระแสไฟฟ้าสลับที่ไหลในสายอากาศ จะต้องสร้างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าให้เกิดขึ้นพร้อมกัน ดังนั้น คลื่นวิทยุที่กระจายออกจากสายอากาศจึงประกอบด้วยสนามแม่เหล็กกับสนามไฟฟ้า

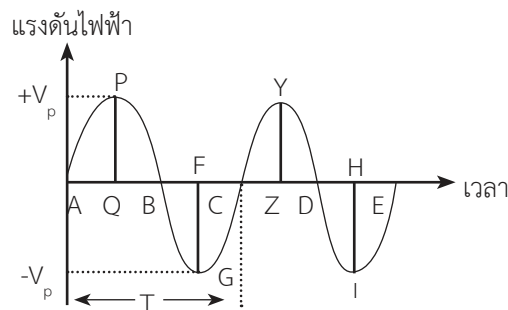
1.1.1 องค์ประกอบของคลื่น

คลื่น (Wave) หมายถึง การสั่นหรือทำให้เกิดการแกว่งแล้วเกิดพลังงานที่ถ่ายทอดจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งได้ รูปแบบทั่วไปของคลื่นแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ คลื่นความถี่ต่ำกับคลื่นความถี่สูง คลื่นที่เป็นความถี่ต่ำ ได้แก่ คลื่นเสียงอยู่ในรูปแบบเสียงเพลงและข่าวสารจึงไม่สามารถเดินทางในระยะไกลได้ ขณะที่คลื่นที่เป็นความถี่สูงเรียกว่า **คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave)** สามารถที่จะเดินทางในระยะไกลได้ ดังนั้น เครื่องส่งวิทยุจะส่งออกอากาศได้จะต้องมีคลื่นความถี่สูงนำพาคลื่นความถี่ต่ำส่งออกทางสายอากาศ ทำให้เกิดการรับ - ส่งวิทยุ โทรศัพท์ เป็นต้น ซึ่งรูปที่ 1.2 แสดงรูปคลื่นต่าง ๆ



รูปที่ 1.2 รูปคลื่นความถี่ต่ำและความถี่สูงแบบต่าง ๆ

องค์ประกอบของคลื่นไซน์ (Sine Wave) พิจารณาจากรูปที่ 1.3 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1.3 องค์ประกอบของคลื่นไซน์

1. ช่วงแนวตั้ง PQ หมายถึง ขนาดแรงดันไฟฟ้าสูงสุดมีหน่วยเป็นโวลต์ พีค (Peak Voltage, V_p) เรียกแรงดันไฟฟ้านี้ว่า **ขนาดแอมพลิจูด (Amplitude)** ซึ่งขนาดแอมพลิจูดมีทั้งแรงดันไฟฟ้าบวกและแรงดันไฟฟ้าลบ โดยแรงดันไฟฟ้าบวก คือ ช่วงระยะ PQ (เท่ากับช่วง YZ) ขณะที่แรงดันไฟฟ้าลบ คือ ช่วงระยะ FG มีค่าเท่ากับช่วง HI ดังนั้น คลื่นที่มีแอมพลิจูดสูงจะทำให้ความแรงของสัญญาณสูงขึ้นด้วย

2. คาบเวลา (Period) หมายถึง ระยะเวลาของคลื่นที่เคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ (Cycle) ได้แก่ ช่วงเวลา T มีหน่วยเป็นวินาที (Second, S) คาบเวลาจะแปรผกผันจากค่าความถี่ (Frequency, f) มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hertz, Hz)

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

ดังนั้น คลื่นที่มีคาบเวลามาก จะทำให้คลื่นนั้นมีความถี่ต่ำลง ส่วนคลื่นที่มีคาบเวลาน้อย จะทำให้คลื่นนั้นมีความถี่ที่สูงขึ้น

ตัวอย่างที่ 1.1 รูปคลื่นไซน์มีความถี่ 35 kHz มีคาบเวลาเท่าไร

วิธีทำ คาบเวลา $(T) = \frac{1}{f} = \frac{1}{35 \times 10^3} = 0.03 \text{ ms}$

ดังนั้น รูปคลื่นนี้มีคาบเวลาเท่ากับ 0.03 มิลลิวินาที

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.2 รูปคลื่นวิทยุมีคาบเวลาเท่ากับ $20 \mu\text{s}$ มีความถี่เท่าไร

วิธีทำ ความถี่ $(f) = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \times 10^{-6}} = \frac{10^6}{20} = 50 \text{ kHz}$

ดังนั้น รูปคลื่นนี้มีความถี่เท่ากับ 50 กิโลเฮิร์ตซ์

ตอบ

1.1.2 องค์ประกอบของคลื่นวิทยุ

คลื่นที่ใช้ในการรับ - ส่งวิทยุประกอบด้วยคลื่นความถี่เสียง (Audio Frequency, AF) กับคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency, RF) คลื่นความถี่เสียงหรือคลื่นเสียง เป็นคลื่นที่มีความต่ำระหว่าง 20 Hz - 20 kHz ซึ่งถ้าแอมพลิจูดของคลื่นเสียงมีค่าสูงขึ้น จะทำให้เกิดเสียงดังมาก และหากค่าแอมพลิจูดของคลื่นเสียงมีค่าลดลง จะทำให้ความดังของเสียงลดลงทำให้ได้ยินเสียงเบา

ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นตัวกำหนดเสียงทุ้ม (Bass) กับเสียงแหลม (Treble) ซึ่งถ้าคลื่นเสียงมีความถี่สูงจะทำให้เกิดเสียงแหลม และคลื่นเสียงมีความถี่ต่ำจะทำให้เกิดเสียงทุ้ม คลื่นความถี่วิทยุหรือคลื่นวิทยุเป็นคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ซึ่งมนุษย์จะไม่สามารถรับคลื่นนี้ได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าว มนุษย์จึงพยายามที่จะนำคลื่นเสียงให้เดินทางไกลได้ จำเป็นต้องอาศัยคลื่นพาห์ (Carrier Wave) ที่เป็นคลื่นวิทยุนำพาคลื่นเสียงส่งออกไปในอากาศ ทำให้ระบบการรับ - ส่งวิทยุได้กำเนิดขึ้น

อย่างไรก็ตาม การเดินทางของคลื่นวิทยุจะไม่อาศัยตัวกลางในการนำพา โดยจะเดินทางเท่ากับความเร็วแสง คือ 300×10^6 เมตรต่อวินาที ซึ่งอัตราส่วนระหว่างความเร็วแสงต่อค่าของความถี่เรียกว่า **ความยาวคลื่น**

กำหนด f คือความถี่มีหน่วยเป็นเฮิร์ตซ์ (Hz)

λ คือแลมด้าหมายถึง ความยาวคลื่น มีหน่วยเป็นเมตร (m) (1.2)

C คือ ความเร็วแสงมีค่าคงที่ คือ 300×10^6 เมตรต่อวินาที (m/s)

จะได้ $C = f\lambda$

ตัวอย่างที่ 1.3 คลื่นเสียงมีความถี่เท่ากับ 30 kHz ความยาวคลื่นมีค่าเท่าไร

วิธีทำ ความเร็วแสง $C = f\lambda$
 ความยาวคลื่น $\lambda = \frac{C}{f} = \frac{300 \times 10^6}{30 \times 10^3}$
 $\lambda = 10 \text{ km}$

ดังนั้น ค่าความยาวคลื่นเท่ากับ 10 กิโลเมตร

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.4 ความถี่วิทยุมีความยาวคลื่น 60 เมตร คาบเวลามีค่าเท่าไร

วิธีทำ โจทย์กำหนดความยาวคลื่น (λ) = 60 เมตร

$$1. \text{ ความถี่วิทยุ } (f) = \frac{C}{\lambda} = \frac{300 \times 10^6}{60}$$

$$f = 5 \text{ MHz}$$

$$2. \text{ คาบเวลา } (T) = \frac{C}{f} = \frac{1}{5 \times 10^6}$$

$$T = 0.2 \text{ } \mu\text{s}$$

ดังนั้น คาบเวลาเท่ากับ 0.2 ไมโครวินาที

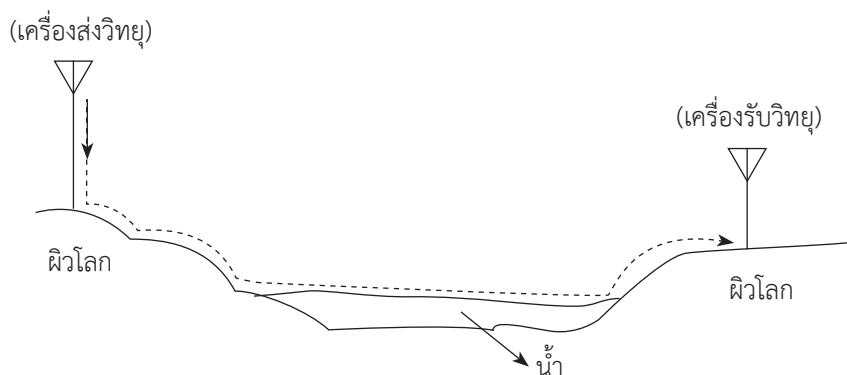
ตอบ

1.2 การกระจายคลื่นวิทยุ



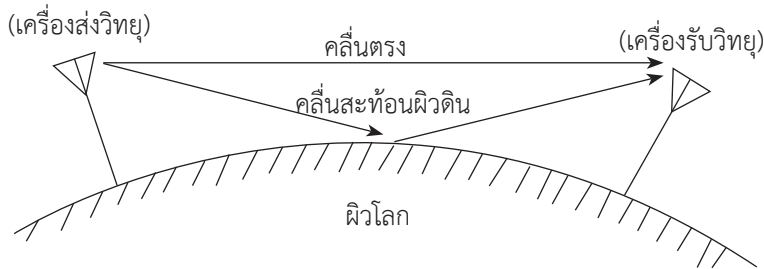
เมื่อเครื่องส่งทำการส่งคลื่นวิทยุออกมาทางสายอากาศ สัญญาณที่ส่งออกมานั้นอยู่ในรูปของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทิศทางของคลื่นวิทยุที่ออกมาจากสายอากาศมีรูปแบบแตกต่างกัน อาจกระจายคลื่นไปในทิศทางเดียว หรือกระจายรอบ ๆ ตัวสายอากาศก็ได้ โดยทั่วไปพบว่า คลื่นวิทยุจะแพร่กระจายออกไปได้นั้น ต้องขึ้นอยู่กับกำลังของเครื่องส่งวิทยุ ความถี่ของคลื่น ความสูงของเสาอากาศและสภาพพื้นที่ภูมิประเทศ โดยเฉพาะสภาพภูมิประเทศจะไม่สามารถบังคับได้ เพราะขึ้นอยู่กับสภาพของบรรยากาศและรังสีจากดวงอาทิตย์ ส่วนที่จะบังคับคลื่นวิทยุให้สามารถแพร่กระจายออกไปได้ไกลนั้น จะต้องเพิ่มกำลังวัตต์ของเครื่องส่งวิทยุ เพิ่มความถี่ของคลื่นวิทยุให้สูงขึ้น และเพิ่มความสูงของเสาอากาศที่เครื่องส่งวิทยุ คลื่นวิทยุที่สามารถแพร่กระจายออกไปที่เครื่องรับวิทยุ มี 4 แบบด้วยกัน คือ คลื่นดิน คลื่นอากาศ คลื่นฟ้า และคลื่นสื่อสารดาวเทียม

1. คลื่นดิน เรียกว่า **กราวด์เวฟ (Ground Wave)** เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ไปตามพื้นผิวโลก แสดงในรูปที่ 1.4 หากผิวโลกมีความแห้งจะทำให้คลื่นเดินทางได้ไม่ไกล แต่ถ้าผิวโลกมีความชื้นจะทำให้คลื่นวิทยุเดินทางได้ไกล คลื่นดินนี้พบมากในการติดต่อสื่อสารทางเรือดำน้ำ เป็นต้น



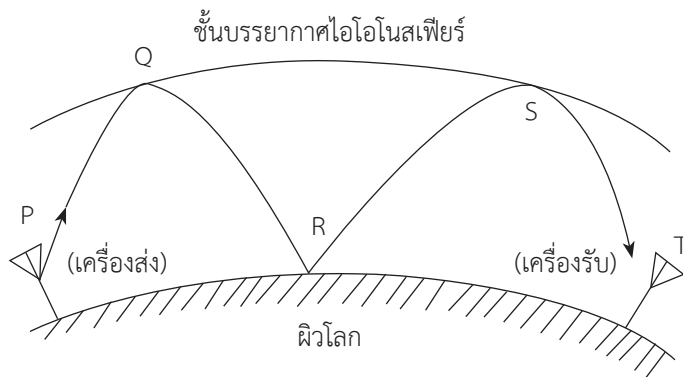
รูปที่ 1.4 คลื่นดินที่เดินทางไปตามพื้นผิวโลก

2. **คลื่นอากาศ** เรียกว่า **สเปซเวฟ (Space Wave)** มี 2 ชนิด คือ คลื่นตรง (Direct Wave) กับคลื่นสะท้อนผิวดิน (Ground Reflected Wave) ดังแสดงในรูปที่ 1.5 โดยคลื่นตรงนั้นจะส่งโดยตรงจากเครื่องส่งไปที่เครื่องรับ เรียกว่า **ส่งในระดับสายตา (Line of Sight)** ส่วนคลื่นสะท้อนผิวดินนั้นมีลักษณะ คือ เครื่องส่งจะส่งคลื่นไปที่ผิวดิน จากนั้นจะสะท้อนกลับไปที่เครื่องรับ สำหรับคลื่นอากาศนี้มีตัวแปรสำคัญทำให้คลื่นวิทยุเกิดการจางหายได้ นั่นคือ พื้นผิวโลกกับความสูงของเสาอากาศ



รูปที่ 1.5 คลื่นอากาศที่ประกอบด้วยคลื่นตรงกับคลื่นสะท้อนผิวดิน

3. **คลื่นฟ้า** เรียกว่า **สกายเวฟ (Sky Wave)** แสดง ในรูปที่ 1.6 คลื่นฟ้านี้เป็นคลื่นที่ส่งไปกระทบกับชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) ที่จุด Q แล้วสะท้อนกลับมายังผิวโลก (ที่จุด R) จากนั้นก็จะไปกระทบกับชั้นบรรยากาศอีกครั้ง (ที่จุด S) และจะสะท้อนเข้าไปที่เครื่องรับ (ที่จุด T) การส่งคลื่นวิธีนี้ จะทำให้การเดินทางของคลื่นวิทยุสามารถเดินทางได้ไกลมากกว่าคลื่นอากาศ



รูปที่ 1.6 คลื่นฟ้าที่กระทบกับชั้นบรรยากาศและผิวโลกส่งคลื่นไปที่เครื่องรับ

4. **คลื่นสื่อสารดาวเทียม** ในการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมจำเป็นต้องส่งคลื่นด้วยความถี่สูง ในย่าน UHF (3 GHz - 30 GHz) วิธีการ คือ สร้างสถานีทวนสัญญาณ เรียกว่า **ดาวเทียม** โดยให้ดาวเทียมอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,200 กิโลเมตร (22,000 ไมล์) จากนั้นเครื่องส่งจะส่งคลื่นวิทยุขึ้นไปที่ดาวเทียม ที่เครื่องรับของดาวเทียมจะทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นพร้อมทั้งเปลี่ยนเป็นความถี่ใหม่ ซึ่งสัญญาณและความถี่ใหม่นี้จะถูกส่งลงไปตามพื้นผิวโลก ทำให้เครื่องรับที่อยู่บริเวณนั้นสามารถรับคลื่นวิทยุออกมาได้

1.2.1 ความถี่ที่ใช้ในการรับ - ส่งวิทยุทั่วไป

คลื่นวิทยุ (Radio Wave) จัดได้ว่าเป็นคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) ได้แก่ คลื่นความร้อน คลื่นแสง เป็นต้น ซึ่งช่วงความถี่ของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แสดงตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ช่วงย่านความถี่ของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ชนิดของคลื่น	ช่วงของความถี่
คลื่นไมโครเวฟ	20 Hz - 20 kHz
คลื่นวิทยุ	30 kHz - 3000 GHz
คลื่นรังสีอินฟราเรด	300 GHz - 375 THz
คลื่นแสง	375 THz - 750 THz
รังสีอัลตราไวโอเล็ต	750 THz - (3×10^4) THz
รังสีเอกซ์	(3×10^3) THz - (3×10^7) THz
รังสีแกมมา	(3×10^6) THz - (3×10^8) THz
รังสีคอสมิก	มากกว่า 6×10^8 THz

จากข้อมูลตารางที่ 1.1 มีข้อพิจารณา คือ คลื่นรังสีคอสมิก (Cosmic Ray) มีช่วงย่านความถี่สูงสุด ขณะที่คลื่นเสียงมีช่วงย่านความถี่ต่ำสุด อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคำศัพท์คลื่นวิทยุจะมีช่วงความถี่ต่าง ๆ ดังนี้

1. คลื่นความถี่ต่ำมาก ๆ (Extremely Low Frequency, ELF) เรียกว่า **ย่านความถี่ ELF** ใช้สำหรับการรับ - ส่งวิทยุทางเรือดำน้ำ มีช่วงความถี่ระหว่าง 30 Hz - 3 kHz

2. คลื่นความถี่ต่ำมาก (Very Low Frequency, VLF) เรียกว่า **ย่านความถี่ VLF** ใช้สำหรับวิทยุนำร่องและโทรเลข มีช่วงความถี่ระหว่าง 3 kHz - 30 kHz

3. คลื่นความถี่ต่ำ (Low Frequency, LF) เรียกว่า **ย่านความถี่ LF** ใช้ในการหาตำแหน่งเรือและกิจการวิทยุที่ใช้คลื่นยาว (Long Wave) มีช่วงความถี่ระหว่าง 30 kHz - 300 kHz

4. คลื่นความถี่กลาง (Medium Frequency, MF) เรียกว่า **ย่านความถี่ MF** ใช้ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในระบบเอเอ็ม เครื่องรับ - ส่งวิทยุสื่อสารของทหารและตำรวจ เป็นต้น มีช่วงความถี่ระหว่าง 300 kHz - 3,000 kHz

5. คลื่นความถี่สูง (High Frequency, HF) เรียกว่า **ย่านความถี่ HF** ใช้ในกิจการวิทยุคลื่นสั้น (Short Wave) เครื่องรับ - ส่งวิทยุความถี่ 27 MHz เพื่อการศึกษา และเครื่องรับ - ส่งวิทยุบังคับ เป็นต้น มีช่วงความถี่ระหว่าง 3 MHz - 30 MHz

6. คลื่นความถี่สูงมาก (Very High Frequency, VHF) เรียกว่า **ย่านความถี่ VHF** ใช้ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในระบบเอฟเอ็ม วิทยุสมัครเล่น วิทยุสื่อสารของหน่วยงานราชการและเอกชน ระบบการรับ - ส่งโทรทัศน์ เป็นต้น มีช่วงความถี่ระหว่าง 30 MHz - 300 MHz

7. คลื่นความถี่สูงยิ่งยวด (Ultra High Frequency, UHF) เรียกว่า ย่านความถี่ UHF ใช้ใน

การรับ - ส่งโทรทัศน์ เคเบิลทีวีต่าง ๆ โทรศัพท์ระบบเซลลูลาร์ (Cellular Mobile) เป็นต้น มีช่วงความถี่ระหว่าง 300 MHz - 3,000 MHz

8. คลื่นความถี่สูงยิ่งยวดมาก (Super High Frequency, SHF) เรียกว่า ย่านความถี่ SHF

ใช้ในกิจการวิทยุและโทรคมนาคม ระบบไมโครเวฟ เป็นต้น มีช่วงความถี่ระหว่าง 3 GHz - 30 GHz

9. คลื่นความถี่สูงยิ่งยวดมาก ๆ (Extremely High Frequency, EHF) เรียกว่า ย่านความถี่

EHF ใช้ในกิจการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม เป็นต้น มีช่วงความถี่ระหว่าง 30 GHz - 300 GHz

ย่านความถี่ VLF และ LF จะต้องใช้สายอากาศที่มีกำลังส่งสูง ใช้วิธีส่งแบบคลื่นดินได้ระยะทางหลายพันกิโลเมตร และสัญญาณวิทยุจะไม่เกิดการจางหาย (การจางหายของคลื่นวิทยุ หมายถึง การลดทอนขนาดสัญญาณวิทยุที่สายอากาศรับได้)

ย่านความถี่ MF ใช้วิธีส่งแบบคลื่นดิน ส่งได้ระยะทางน้อยลงประมาณหลายร้อยกิโลเมตร

ย่านความถี่ HF ใช้วิธีส่งแบบคลื่นฟ้า ขณะที่ย่านความถี่ VHF หรือสูงกว่าจะใช้วิธีส่งแบบคลื่นฟ้าผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์

การศึกษาถึงการรับ - ส่งวิทยุจะพิจารณาคลื่นวิทยุในย่านความถี่กลาง MF ถึงคลื่นความถี่สูงมาก VHF เหตุผล คือ วิทยุเอเอ็มกระจายเสียงช่วงความถี่ 540 kHz - 1,600 kHz (ย่านความถี่ MF) ส่วนวิทยุเอฟเอ็มกระจายเสียงช่วงความถี่ 88 MHz - 108 MHz (ย่านความถี่ VHF) นั้นหมายความว่าค่าความยาวคลื่นของวิทยุเอเอ็มจึงมีค่าระหว่าง 187.50 เมตร - 555.55 เมตร และค่าความยาวคลื่นของวิทยุเอฟเอ็มจึงมีค่าระหว่าง 2.78 เมตร - 3.41 เมตร



สรุปสาระสำคัญ

1. โครงสร้างคลื่นวิทยุประกอบด้วยสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า ดังนั้น คลื่นวิทยุที่กระจายออกจากสายอากาศจึงประกอบด้วยสนามแม่เหล็กกับสนามไฟฟ้า ซึ่งคลื่นวิทยุนี้เป็นคลื่นพาห้ (คลื่นพาหะ) และเป็นคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่นำส่งคลื่นเสียงจากเครื่องเสียงวิทยุให้เดินทางไปด้วยกันออกจากสายอากาศ ทำให้คลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำสามารถเดินทางไปได้ไกลจนถึงจุดหมาย หรือเครื่องรับวิทยุที่ทำหน้าที่รับสัญญาณวิทยุและแยกคลื่นเสียงออกจากคลื่นวิทยุให้ผู้ฟังสามารถได้ยินเสียงตามปกติ

2. คลื่น หมายถึง การสั่นหรือแกว่ง ทำให้เกิดพลังงานที่ถ่ายจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งได้ โดยรูปแบบทั่วไปของคลื่นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ คลื่นความถี่ต่ำกับคลื่นความถี่สูง ซึ่งคลื่นที่เป็นความถี่ต่ำอยู่ในแบบข้อมูลและข่าวสาร ไม่สามารถเดินทางไกลได้ ขณะที่คลื่นที่เป็นความถี่สูง เรียกว่า **คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า** สามารถเดินทางไกลได้ ดังนั้น เครื่องส่งวิทยุจะส่งออกได้ต้องมีคลื่นความถี่สูงนำพาคลื่นความถี่ต่ำส่งออกจากสายอากาศ ทำให้เกิดการรับ - ส่งวิทยุขึ้น

3. องค์ประกอบหลักของคลื่น ประกอบด้วยแอมพลิจูดและคาบเวลา โดยแอมพลิจูดแสดงถึงขนาดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด ส่วนคาบเวลา คือ ระยะเวลาของคลื่นที่เคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ โดยคาบเวลานี้จะแปรผกผันกับค่าความถี่ ดังนั้น คาบเวลา $(T) = \frac{1}{f}$; f คือ ความถี่

4. การเดินทางของคลื่นวิทยุจะไม่อาศัยตัวกลางในการนำพา โดยเดินทางเท่ากับความเร็วแสง คือ 300×10^6 เมตรต่อวินาที โดยอัตราส่วนระหว่างความเร็วแสงต่อค่าของความถี่ เรียกว่า **ความยาวคลื่น**

เมื่อ $C = f\lambda$

C คือ ความเร็วแสงมีค่าคงที่ 300×10^6 เมตรต่อวินาที (m/s)

f คือ ความถี่มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz)

λ คือ แลมด้า หมายถึง ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นเมตร (m)

5. เมื่อเครื่องส่งทำการส่งคลื่นวิทยุออกทางสายอากาศ ทิศทางคลื่นวิทยุที่ออกทางสายอากาศ อาจกระจายในทิศทางเดียว หรือกระจายรอบ ๆ สายอากาศได้ ซึ่งคลื่นวิทยุจะแพร่กระจายออกไปได้นั้น ขึ้นอยู่กับกำลังเครื่องวิทยุ ความถี่ของคลื่น ความสูงของเสาอากาศ และสภาพพื้นที่ภูมิประเทศ

6. คลื่นวิทยุจากเครื่องส่งวิทยุสามารถแพร่กระจายออกไปที่เครื่องรับวิทยุมี 4 แบบ คือ คลื่นดิน คลื่นอากาศ คลื่นฟ้าและคลื่นสื่อสารดาวเทียม

7. คลื่นวิทยุมีช่วงความถี่ต่างๆ ดังนี้

7.1 คลื่นความถี่ต่ำมาก ๆ (ELF) มีความถี่ระหว่าง 30 Hz - 3 kHz

7.2 คลื่นความถี่ต่ำมาก (VLF) มีความถี่ระหว่าง 3 kHz - 30 kHz

7.3 คลื่นความถี่ต่ำ (LF) มีความถี่ระหว่าง 30 kHz - 300 kHz

7.4 คลื่นความถี่กลาง (MF) มีความถี่ระหว่าง 300 kHz - 3,000 kHz

7.5 คลื่นความถี่สูง (HF) มีความถี่ระหว่าง 3 MHz - 30 MHz

7.6 คลื่นความถี่สูงมาก (VHF) มีความถี่ระหว่าง 30 MHz - 300 MHz

7.7 คลื่นความถี่ยิ่งยวด (UHF) มีความถี่ระหว่าง 300 MHz - 3,000 MHz

7.8 คลื่นความถี่ยิ่งยวดมาก (SHF) มีความถี่ระหว่าง 3 GHz - 30 GHz

7.9 คลื่นความถี่ยิ่งยวดมาก ๆ (EHF) มีความถี่ระหว่าง 30 GHz - 300 GHz

ใบงานที่

1.1

การวัดสัญญาณความถี่รูปคลื่นไซน์

ชื่อ.....สกุล.....สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา 3 ชม. กำหนดส่งงาน.....



ผลลัพธ์การปฏิบัติ

วัดและทดสอบสัญญาณรูปคลื่นไซน์เพื่อประยุกต์ใช้ในการวัด ทดสอบ ปรับตั้ง และตรวจซ่อมเครื่องรับวิทยุ



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ต่อใช้งานของออสซิลโลสโคปเข้ากับเครื่องกำเนิดความถี่คลื่นไซน์ได้
2. วัดและอ่านค่าแอมพลิจูด คาบเวลาและความถี่ของคลื่นไซน์ได้
3. ทดสอบความถี่คลื่นไซน์ได้อย่างเหมาะสม



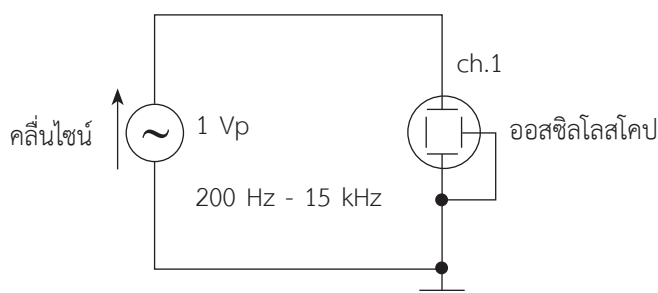
เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|----------------------------------|-----------|
| 1. เครื่องกำเนิดความถี่คลื่นไซน์ | 1 เครื่อง |
| 2. ออสซิลโลสโคปสองเส้นทาง | 1 เครื่อง |
| 3. มัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 4. สายต่อวงจร | 1 ชุด |



ขั้นตอนการปฏิบัติ

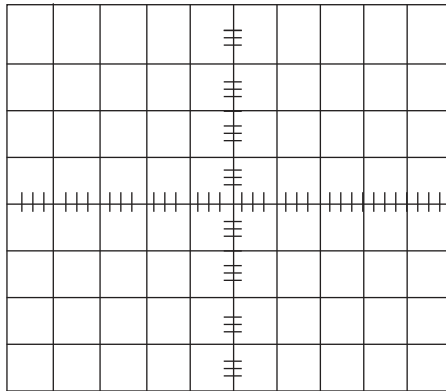
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1.1.1 ปรับเครื่องกำเนิดความถี่คลื่นไซน์ 200 Hz มีแอมพลิจูด 1 Vp ต่อเข้ากับช่องที่ 1 ของออสซิลโลสโคป วัด อ่านค่าและบันทึกแอมพลิจูดกับคาบเวลาลงในรูปที่ 1.1.2



รูปที่ 1.1.1 เครื่องกำเนิดคลื่นไซน์ต่อขนานกับออสซิลโลสโคป



แบบประเมินผล
ใบงานที่ 1.1

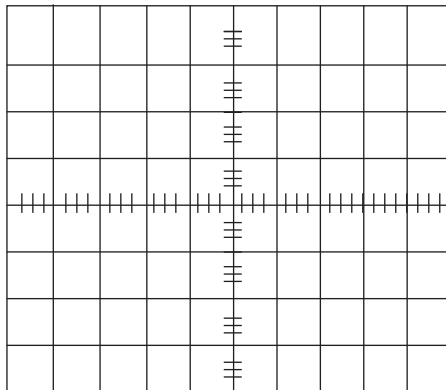


VOLT/DIV

TIME/DIV

รูปที่ 1.1.2 คลื่นไซน์มีความถี่ 200 Hz

2. ต่อย่างจตามรูปที่ 1.1.1 ปรับเครื่องกำเนิดความถี่คลื่นไซน์ 15 kHz มีแอมพลิจูด 1 Vp ต่อเข้ากับช่องที่ 1 ของออสซิลอโคป วัด อ่านค่าและบันทึกแอมพลิจูดกับคาบเวลาลงในรูปที่ 1.1.3



VOLT/DIV

TIME/DIV

รูปที่ 1.1.3 คลื่นไซน์มีความถี่ 15 kHz



คำถามหลังการปฏิบัติ

1. คลื่นไซน์ความถี่ 200 Hz มีคาบเวลาเท่าไร
2. คลื่นไซน์ที่ความถี่ 200 Hz และ 15 kHz มีคาบเวลาแตกต่างกันไหม อย่างไร



สรุปผลการปฏิบัติ

.....

.....

.....

.....

.....