

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	1
ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 คลื่นเสียง.....	3
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคลื่นเสียง.....	3
คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของคลื่นเสียง.....	4
การใช้ประโยชน์จากคลื่นเสียง.....	6
ความสามารถในการได้ยินของมนุษย์.....	8
3 การกระจายคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาร์เรย์.....	10
หลักของฮอยเกนส์ (Huygens' principle).....	10
พอยซอร์ส (Point source).....	11
อาร์เรย์ของพอยซอร์ส	12
ตัวเรดิเอเตอร์ (Radiator source).....	15
อาร์เรย์ของตัวเรดิเอเตอร์.....	16
4 การออกแบบแหล่งกำเนิดและส่วนป้อนสัญญาณให้แหล่งกำเนิด.....	18
แหล่งกำเนิดอาร์เรย์แบบเส้นตรง.....	18
วงจรเลื่อนเฟส.....	18
สวิตช์อิมพีแดนซ์ 4066.....	22
ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51.....	24
วงจรขยายสัญญาณเสียง (Power Amplifier).....	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 การออกแบบส่วนการวัดรูปแบบการกระจายคลื่น.....	26
วงจรวัดแอมป์ลิจูดสัญญาณเสียง.....	26
คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน.....	26
วงจรขยายอินสตรูเมนต์.....	27
ฐานสำหรับวัดรูปแบบการกระจายคลื่น.....	29
6 ส่วนควบคุมทิศทางและการกวาดลำคลื่น.....	31
การปรับเปลี่ยนเฟสของสัญญาณอินพุต.....	31
การพิจารณาเลือกใช้ค่าเฟสของสัญญาณอินพุต.....	32
การควบคุมสวิทช์เลือกค่าเฟสและการกวาดลำคลื่น.....	33
7 การทดลองและผลการทดลอง.....	36
ผลการทดสอบวงจรเลื่อนเฟส.....	36
ผลการทดสอบวงจรขยายอินสตรูเมนต์.....	39
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับกล่อง.....	41
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้.....	45
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อค่าเฟสเริ่มต้นเท่ากับ 25°	46
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อค่าเฟสเริ่มต้นเท่ากับ 27°	54
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อค่าเฟสเริ่มต้นเท่ากับ 29°	62
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อค่าเฟสเริ่มต้นเท่ากับ 120°	70
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อลดจำนวนตัวเรดิเอเตอร์.....	71
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อระยะห่างระหว่างตัวเรดิเอเตอร์ไม่เท่ากับ ครึ่งความยาวคลื่น.....	73
รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อมีการกวาดลำคลื่น.....	75

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
8 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัย.....	76
ส่วนของเงื่อนไขในการกำหนดค่าเฟส.....	76
ส่วนของรูปแบบการกระจายคลื่นในระนาบอะตอม.....	76
ข้อเสนอนี้.....	78
บรรณานุกรม.....	79
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมการกวาดลำคลื่นหลัก.....	82
ภาคผนวก ข ฟังก์ชันเบสเซลชนิดที่หนึ่ง (Bessel Function of the First Kind).....	84
ประวัติผู้วิจัย.....	86

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปลี่ยนทิศทางของลำคลื่นหลัก 8 ทิศทาง ที่ค่าเฟสต่างๆ กัน.....	31
2 ค่าเฟสของสัญญาณที่เข้าตัวเรดิโอเตอร์เมื่อเลือกใช้ค่าเฟสเริ่มต้นเท่ากับ 29°	32
3 ค่าเฟสของสัญญาณที่เข้าตัวเรดิโอเตอร์เมื่อเลือกใช้ค่าเฟสเริ่มต้นเท่ากับ 27°	33
4 การทำงานของสวิตช์และค่าเฟสของสัญญาณ.....	34
5 อัตราการขยายของวงจรมายอินสตรูเมนต์ที่มีความถี่ต่างๆ.....	39
6 ค่ามุมในแนวกิ่งกลางของลำคลื่นหลัก 8 ทิศทาง.....	71



บัญชีภาพ

ภาพ		หน้า
1	การแผ่กระจายของคลื่นเสียง.....	3
2	ความยาวคลื่น แอมพลิจูด ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น.....	4
3	การใช้คลื่นเหนือเสียงด้านการประมง.....	6
4	การสำรวจชั้นหินโดยใช้คลื่นเสียง.....	7
5	การตรวจครรภ์โดยใช้คลื่นเหนือเสียง.....	8
6	แสดงขอบเขตการได้ยิน (Auditory field).....	9
7	การเลี้ยวเบนของคลื่นหน้าตรงผ่านช่องแคบเดียว.....	10
8	การใช้หลักของฮอยเกนส์ สร้างหน้าคลื่นใหม่.....	11
9	การแผ่กระจายคลื่นจากพอยซอร์ส.....	12
10	อาร์เรย์ของพอยซอร์ส.....	12
11	รูปแบบการกระจายคลื่นจากตัวเรกติเอเตอร์ (ก) $a < \lambda$ (ข) $a = \lambda$ (ค) $a > \lambda$	16
12	อาร์เรย์ของตัวเรกติเอเตอร์.....	16
13	การควบคุมเฟสของตัวเรกติเอเตอร์และทิศทางหน้าคลื่นใหม่ ตามหลักของฮอยเกนส์.....	17
14	การจัดวางตัวเรกติเอเตอร์เป็นอาร์เรย์แบบเส้นตรง.....	18
15	รูปคลื่นของแรงดันอินพุตกับแรงดันเอาต์พุตที่มีมุมต่างเฟส $\phi = -90^\circ$	19
16	วงจรเลื่อนเฟส.....	19
17	วงจรเลื่อนเฟสที่นำมาใช้งานจริง.....	20
18	การเชื่อมต่อวงจรเลื่อนเฟส.....	21
19	รายละเอียดและการจัดขาภายในของไอซี 4066.....	22
20	วงจรสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ 4066 ที่นำมาใช้งานจริง.....	22
21	การเชื่อมต่อวงจรสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ 4066.....	23
22	วงจรเชื่อมต่อ AT89C51 กับ 4066.....	24
23	การเชื่อมต่อวงจรขยายสัญญาณเสียง.....	25
24	การไปซ์คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน.....	26
25	วงจรขยายสัญญาณอินสตรูเมนต์แบบใช้ออปแอมป์ 3 ตัว.....	27

บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
26	การเชื่อมต่อวงจรรขยายอินสตรูเมนต์.....	28
27	วงจรรขยายอินสตรูเมนต์ที่ใช้งานจริง.....	28
28	ฐานสำหรับใช้วัดทิศทางการลำคลื่นเสียง.....	29
29	การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง.....	30
30	การติดตั้งตัวเรดิโอเตอร์ไว้กับกล่องกระดาษ.....	30
31	การติดตั้งตัวเรดิโอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้.....	30
32	การทำงานของระบบควบคุมทิศทางการลำคลื่นเสียง.....	33
33	การต่อสวิตช์ในการเลือกใช้สัญญาณที่เฟสต่างๆ กัน.....	34
34	ไฟล์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมทิศทางการลำคลื่นเสียง.....	35
35	สัญญาณไซน์เมื่อกำหนดให้มีความต่างเฟสกันเท่ากับ 27°	36
36	สัญญาณไซน์เมื่อกำหนดให้มีความต่างเฟสกันเท่ากับ 54°	37
37	สัญญาณไซน์เมื่อกำหนดให้มีความต่างเฟสกันเท่ากับ 81°	37
38	สัญญาณไซน์เมื่อกำหนดให้มีความต่างเฟสกันเท่ากับ 108°	37
39	สัญญาณไซน์เมื่อกำหนดให้มีความต่างเฟสกันเท่ากับ 162°	38
40	สัญญาณไซน์เมื่อกำหนดให้มีความต่างเฟสกันเท่ากับ 216°	38
41	สัญญาณไซน์เมื่อกำหนดให้มีความต่างเฟสกันเท่ากับ 243°	38
42	สัญญาณไซน์เมื่อกำหนดให้มีความต่างเฟสกันเท่ากับ 324°	39
43	กราฟแสดงคุณลักษณะของวงจรรขยายอินสตรูเมนต์.....	41
44	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิโอเตอร์ไว้กับกล่อง ทิศทางการที่ 1 ($\phi = 108^\circ$).....	41
45	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิโอเตอร์ไว้กับกล่อง ทิศทางการที่ 2 ($\phi = 81^\circ$).....	42
46	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิโอเตอร์ไว้กับกล่อง ทิศทางการที่ 3 ($\phi = 54^\circ$).....	42
47	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิโอเตอร์ไว้กับกล่อง ทิศทางการที่ 4 ($\phi = 27^\circ$).....	43

บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ

หน้า

48	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับกล่อง ทิศทางที่ 5 ($\phi = -27^\circ$)	43
49	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับกล่อง ทิศทางที่ 6 ($\phi = -54^\circ$)	44
50	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับกล่อง ทิศทางที่ 7 ($\phi = -81^\circ$)	44
51	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับกล่อง ทิศทางที่ 8 ($\phi = -108^\circ$)	45
52	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ในทิศทางที่ 1 ($\phi = 100^\circ$) (ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	46
53	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 2 ($\phi = 75^\circ$) (ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	47
54	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 3 ($\phi = 50^\circ$) (ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	48
55	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 4 ($\phi = 25^\circ$) (ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	49
56	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 5 ($\phi = -25^\circ$) (ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	50
57	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 6 ($\phi = -50^\circ$) (ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	51
58	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 7 ($\phi = -75^\circ$) (ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	52
59	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 8 ($\phi = -100^\circ$) (ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	53

บัญชีภาพ (ต่อ)

[illegible]

บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ

หน้า

73	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 6 ($\phi = -58^\circ$)	
	(ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	67
74	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 7 ($\phi = -87^\circ$)	
	(ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	68
75	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ในทิศทางที่ 8 ($\phi = -116^\circ$)	
	(ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	69
76	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้ ($\phi = 120^\circ$)	
	(ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	70
77	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อลดจำนวนตัวเรดิเอเตอร์ลง ($\phi = 81^\circ$)	
	(ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	72
78	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อ $d < \frac{\lambda}{2}$	
	(ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	73
79	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อ $d > \frac{\lambda}{2}$	
	(ก) จากการทดลอง (ข) จากทฤษฎี.....	74
80	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อลำคลื่นกวาดไปมา (ติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับกล่อง).....	75
81	รูปแบบการกระจายคลื่นเมื่อลำคลื่นกวาดไปมา (ติดตั้งตัวเรดิเอเตอร์ไว้กับแผ่นไม้).....	75