

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องสายอากาศแบบ YAGI หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546
นักศึกษา	นายวิรัชดี จันทร์ละมุนมา
รหัสประจำตัว	44064602
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิตสาขารัฐประศาสนศาสตร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองสายอากาศแบบ YAGI หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายแบบจับสลาก

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองสายอากาศแบบ YAGI มีวิธีดำเนินการโดย ศึกษาสายอากาศแบบ YAGI ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กำหนดเนื้อหา 6 หัวข้อ กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ครอบคลุมเนื้อหาของแต่ละใบงาน สร้างชุดทดลอง ใบงานการทดลอง และแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้วัดความสามารถการปฏิบัติของ นักศึกษาด้วยชุดทดลอง โดยมีการทดลอง 6 หน่วยใบงาน แต่ละใบงานจะมีการประเมินระหว่างการทดลองเป็นแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อทดลองครบ 6 หน่วยแล้ว จะมีการ ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นสุดท้าย

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพชุดทดลองอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.95$, S.D. = 0.10) คุณภาพ ใบความรู้อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.58) คุณภาพใบงานการทดลองทดลองอยู่ในระดับ ดี ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 0.58) คุณภาพแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.32) และประสิทธิภาพชุดทดลองสายอากาศแบบ YAGI ที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 89.00/91.90 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

Thesis Title	Constructing and efficiency finding for the Yagi antenna laboratory set for transmission lines and antenna subject in the Diploma Curriculum B.E. 2546
Student	Mr. Werasak Janlamoonmar
Student ID.	44064602
Degree	Master of Science
Programme	in Industrial Education Electrical Communication Engineering
Year	2006
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Threraphon Thephasadin-Na-Ayuthaya
Thesis Co-Advisor	Dr. Somchai Maunsaiyat

ABSTRACT

The purposes of this research were to construct and find efficiency of the Yagi antenna laboratory set for transmission lines and antenna subject in the Diploma Curriculum B.E. 2546. The standard efficiency was set at 80/80.

The sample of this research was 20 second-years students of the Electronics department at Buriram Technical College in the academic B.E. 2548 by simple random sampling.

The method of this research was studying the theories that related to the Yagi antenna , determining the topic of lab sheets (6 sheets), setting the general and behavioral objectives, constructing the Yagi antenna laboratory set , writing job sheets and the objectives to conjecture the 6 parts ,and developing the achievement tests.

The results of evaluation showed that the quality of the Yagi antenna laboratory set was very good level ($\bar{X} = 4.95$, S.D. = 0.10), the quality of lab sheets was very good level ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.58), the quality of job sheets was good level ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.32), and the Yagi antenna laboratory set had the efficiency at 89.00/91.90 which was higher than the standard criterion.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมีนสายญาติ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และช่วยตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า อาจารย์อานวย สุปะติ อาจารย์ไชยวัฒน์ วงษ์สมศรี อาจารย์มนตรี พรหมเพ็ชร อาจารย์อุดม ภาษี และอาจารย์วิวัฒน์ ปุยะติ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไข เพื่อการปรับปรุงให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วัชรินทร์ ศิริพานิช ผู้อำนวยการสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ที่อำนวยความสะดวกและให้การสนับสนุนในการทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณ คณะครูและนักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้ความร่วมมือในการประเมินกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ประสบความสำเร็จและขอขอบใจนักศึกษา สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พรชัย วัฒนครไพบูลย์ คณะครูอาจารย์ เจ้าหน้าที่ วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ที่ให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษาเสนอแนะจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อเสนห์ จันทร์ละมุนมา และคุณแม่จรัญ จันทร์ละมุนมา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้ง ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิรัชศักดิ์ จันทร์ละมุนมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2546 และแผนการสอน	6
2.2 สายส่งและสายอากาศแบบ YAGI.....	10
2.3 กระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธี CIPPA MODEL.....	36
2.4 การสอนภาคปฏิบัติ.....	36
2.5 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง.....	40
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	45
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	46
3.4 วิธีการดำเนินการ และเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองสายอากาศแบบ YAGI.....	54
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบความรู้และใบงานการทดลอง.....	55
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	58
4.4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองสายอากาศแบบ YAGI.....	59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	61
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	61
5.2 สมมุติฐานการวิจัย.....	61
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	61
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	62
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	64
5.8 อภิปรายผลการวิจัย.....	64
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม.....	67
ภาคผนวก.....	69
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	70
ภาคผนวก ข แผนการสอนและแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	78
ภาคผนวก ค คู่มือครูและเฉลยแบบประเมิน.....	217
ภาคผนวก ง แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย.....	249
ภาคผนวก จ ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	290
ภาคผนวก ฉ รูปแบบชุดทดลองสายอากาศ.....	304
ประวัติผู้เขียน.....	312

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอน รหัสวิชา 31052304 ชื่อวิชา สายส่งและสายอากาศ.....	9
2.2 แสดงความยาวที่เหมาะสมของแต่ละอิลีเมนต์ ทุกกรณีนี้รีเฟลกเตอร์อยู่ห่างจาก ครีเวนอิลีเมนต์ 0.2 λ และเส้นผ่านศูนย์กลางของทุกอิลีเมนต์เป็น 0.0085 λ	31
2.3 แสดงคุณสมบัติของสายโคแอกเซียลที่นิยมใช้กัน	35
4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านชุดทดลอง	54
4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้าน ใบความรู้และใบงานการทดลอง	56
4.3 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้และแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนขั้นสุดท้าย	58
4.4 แสดงคะแนนแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างปฏิบัติการทดลอง หน่วยที่ 1-6 และคะแนนแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นสุดท้าย ของนักศึกษา จำนวน 20 คน	59
4.5 แสดงประสิทธิภาพของชุดทดลองสายอากาศแบบ YAGI	60
ข6.1 แสดงความยาวที่เหมาะสมของแต่ละอิลีเมนต์ ทุกกรณีนี้รีเฟลกเตอร์อยู่ห่างจากครีเวน อิลีเมนต์ 0.2 λ และเส้นผ่านศูนย์กลางของทุกอิลีเมนต์เป็น 0.0085 λ	191
ค1 แสดงค่า SWR	221
ค2 แสดงความถี่ (MHz)	228
จ1 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านชุดทดลอง เพื่อหาคุณภาพ	291
จ2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านเนื้อหาและใบงาน เพื่อหาคุณภาพ	292
จ3 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 1	293
จ4 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 2	294
จ5 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 3	295

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ6 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 4.....	296
จ7 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 5.....	297
จ8 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 6.....	298
จ9 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นสุดท้าย.....	299
จ10 แสดงรายละเอียดคะแนนแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างปฏิบัติการ ทดลองแต่ละหัวข้อใบบงานของนักศึกษาจำนวน 20 คน.....	300
จ11 แสดงรายละเอียดคะแนนของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นสุดท้าย ของนักศึกษาจำนวน 20 คน.....	301
จ12 แสดงคะแนนแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างปฏิบัติการทดลอง หน่วยที่ 1 - 6 และคะแนนแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นสุดท้าย ของนักศึกษาจำนวน 20 คน.....	302

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงเสาอากาศไดโพล.....	12
2.2 แสดงแผงรับสัญญาณโทรทัศน์แบบอัตรายายสูง.....	14
2.3 แสดงสายนำสัญญาณ.....	14
2.4 แสดงระนาบเมอริเดียนและอิควาทोरเรียลของสายอากาศ.....	15
2.5 แสดงอัตราส่วนฟรอนด์ทูปเบคของสายอากาศ.....	16
2.6 แสดงบีบอัดของสายอากาศ.....	16
2.7 แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพล $\lambda/2$ และรีเฟลคเตอร์ในระนาบแนวนอน.....	17
2.8 แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพล $\lambda/2$ และรีเฟลคเตอร์ในระนาบแนวตั้ง.....	18
2.9 แสดงแกนโคโอดิเนตในการวิเคราะห์สายอากาศ.....	18
2.10 แสดงตัวอย่างของสายอากาศแบบไดเรกชันแนล.....	19
2.11 แสดงส่วนต่างๆ ของรูปแบบการแพร่คลื่น.....	19
2.12 แสดงการต่อไดโพลแบบ $\frac{1}{2}\lambda$ กับสายทวินลีด 75 โอห์ม.....	22
2.13 แสดงการต่อสายอากาศแบบ $\frac{1}{2}\lambda$ กับสายโคแอกเชียลขนาด 75 โอห์ม.....	23
2.14 แสดงการต่อสายนำสัญญาณกับสายอากาศโดยตรง.....	24
2.15 แสดงบาลันแบบอัตราส่วนอิมพีแดนซ์ 1 : 1.....	24
2.16 แสดงบาลันแบบอัตราส่วนอิมพีแดนซ์ 4 : 1.....	25
2.17 แสดงตัวอย่างการใช้สายยาว $\lambda/4$	26
2.18 แสดงการต่อสลับเบื้องต้นของสายอากาศ.....	26
2.19 แสดงการแมทช์โดยวิธีรูปตัวที (ใช้กับสายอากาศแบบ $\lambda/2$ และสายนำสัญญาณขนาด 600 โอห์ม).....	27
2.20 แสดงการต่อตัวเก็บประจําอนุกรมเพื่อปรับค่ารีโซแนนซ์.....	28
2.21 แสดงวิธีแมทช์แบบเกมมาโดยใช้สายโคแอกเชียลขนาด 52 โอห์ม หรือ 75 โอห์ม.....	28
2.22 แสดงวิธีแมทช์แบบโอเมก้า.....	29
2.23 แสดงผลการทดลองหาอัตราขยายของสายอากาศ Yagi สำหรับระยะห่างต่างๆ กันระหว่างรีเฟลคเตอร์และครีเวนอีลีเมนต์ โดยทดลองที่ความสูงจากพื้นดินประมาณ 2λ	29
2.24 แสดงการเปรียบเทียบอัตราขยายของยากิ.....	30
2.25 กราฟแสดงความยาวของอีลีเมนต์ที่ต้องเพิ่มขึ้นจากผลการทดลองของ NBS เมื่ออีลีเมนต์ทะลุผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางของบวมกลมโดยสัมผัสทางไฟฟ้ากับบวมด้วย.....	32
2.26 แสดงตัวอย่างวิธีการแมทช์ไดโพล 2 และ 3 สแต็ก.....	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างชุดทดลองสายอากาศแบบ YAGI.....	47
3.2 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างใบความรู้ ใบงานการทดลองและแบบประเมิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	49
ข1.1 แสดงลักษณะเสาอากาศแบบหอนกึ่ง.....	83
ข1.2 แสดงเสาอากาศโทรทัศน์แบบใช้ภายนอกบ้าน (แบบยากิ).....	84
ข1.3 แสดงเสาอากาศไดโพล.....	85
ข1.4 แสดงทิศทางการรับคลื่นของไดโพล.....	86
ข1.5 แสดงแผงรับสัญญาณโทรทัศน์แบบอัตราขยายสูง.....	88
ข1.6 แสดงสายนำสัญญาณ.....	88
ข1.7 แสดงกราฟแสดงการสูญเสียสัญญาณที่ความถี่ต่าง ๆ ของสายนำสัญญาณ.....	89
ข1.8 แสดงคุณสมบัติเฉพาะของสายโคแอกเชียลแบบต่าง ๆ (NIPPON ANTENNA).....	90
ข1.9 แสดงแผงรับสัญญาณช่อง 7 และการต่อสายนำสัญญาณ 300 โอห์มเข้าหัวสายอากาศ.....	91
ข1.10 แสดงแมทชิง 300 – 75 โอห์มและการต่อสายนำสัญญาณ.....	92
ข1.11 แสดงความถี่ย่าน VHF.....	92
ข1.12 แสดงความถี่ย่าน UHF.....	93
ข2.1 แสดงระนาบเมอริเดียนและอิกัวโทเรียลของสายอากาศ.....	106
ข2.2 แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของสายอากาศไดโพลแบบแนวตั้ง (ขนาด $\lambda/2$).....	107
ข2.3 แสดงอัตราส่วนพรอดักทอร์เบคของสายอากาศ.....	108
ข2.4 แสดงบีมวิคท์ของสายอากาศ.....	109
ข2.5 แสดงสายอากาศไดโพลแบบ $\lambda/2$ พร้อมกับรีเฟลคเตอร์ และไดเรกเตอร์.....	111
ข2.6 แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพล $\lambda/2$ และรีเฟลคเตอร์ในระนาบแนวราบ.....	112
ข2.7 แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพล $\lambda/2$ และรีเฟลคเตอร์ในระนาบแนวตั้ง.....	112
ข2.8 แสดงรูปแบบการแพร่คลื่นของไดโพล $\lambda/2$ และรีเฟลคเตอร์ในระนาบแนวนอน.....	113
ข2.9 แสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนไดเรกเตอร์กับอัตราขยายของสายอากาศ ยากิในทิศทางที่มีการแพร่มากที่สุด.....	114
ข2.10 แสดงแกนโคโอไดเนตในการวิเคราะห์สายอากาศ.....	115
ข2.11 แสดงตัวอย่างของสายอากาศแบบไดเรกชันแนล.....	116
ข2.12 แสดงส่วนต่าง ๆ ของรูปแบบการแพร่คลื่น.....	116
ข3.1 แสดงการต่อไดโพลแบบ $\frac{1}{2}\lambda$ กับสายทวินลิต 75 โอห์ม.....	133

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข3.2 แสดงการต่อสายอากาศแบบ $\frac{1}{2}\lambda$ กับสายโคแอกเชียลขนาด 75 โอห์ม.....	133
ข4.1 แสดงการต่อสายนำสัญญาณกับสายอากาศโดยตรง.....	147
ข4.2 แสดงบาลูนแบบอัตราส่วนอิมพีแดนซ์ 1 : 1.....	147
ข4.3 แสดงบาลูนแบบอัตราส่วนอิมพีแดนซ์ 4 : 1.....	148
ข4.4 แสดงตัวอย่างการใช้สายยาว $\lambda/4$	149
ข4.5 แสดงการต่อสตัปเบื้องต้นของสายอากาศ.....	149
ข4.6 แสดงแมทช์โดยวิธีสตัป.....	150
ข4.7 แสดงการหาความยาวสตัปไปยังเครื่องส่งวงจรปิด.....	151
ข4.8 แสดงการหาความยาวสตัปไปยังเครื่องส่งวงจรเปิด.....	151
ข5.1 แสดงการแมทช์โดยวิธีรูปตัวที (ใช้กับสายอากาศแบบ $\lambda/2$ และสายนำสัญญาณขนาด - 600 โอห์ม).....	165
ข5.2 แสดงการต่อตัวเก็บประจําอนุกรมเพื่อปรับค่ารีโซแนนซ์.....	166
ข5.3 แสดงวิธีแมทช์แบบเกมมาโดยใช้สายโคแอกเชียลขนาด 52 โอห์ม หรือ 75 โอห์ม.....	166
ข5.4 แสดงวิธีแมทช์แบบโอเมก้า.....	167
ข5.5 แสดงวิธีการจัดวางไดโพล 2 แบบที่นิยมกันสำหรับสแต็ก.....	168
ข5.6 แสดงผลการทดลองนำเอาไดโพลตัวเดียวมาวางห่างเสากลางที่ระยะต่างๆ.....	169
ข5.7 แสดงผลการทดลองนำเอาไดโพลมาสแต็กกัน 2 ตัวที่ระยะต่างๆ ระหว่างปลาย ของ ไดโพล ตัวหนึ่งกับอีกตัวหนึ่งที่อยู่ติดกัน.....	170
ข5.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราขยายที่ได้กับจำนวนไดโพลที่นำมาสแต็กกัน ให้ห่าง 0.22λ จากเสากลาง และปลายห่างกัน 0.48λ	170
ข5.9 แสดงตัวอย่างวิธีการแมทช์ิงไดโพล 2 และ 3 สแต็ก.....	172
ข5.10 แสดงคุณสมบัติของสายโคแอกเชียลที่นิยมใช้กัน.....	173
ข5.11 แสดงระยะห่างระหว่างสายอากาศ 5E 2 ต้นและการต่อสายแต่ละต้นมาขนานกัน.....	174
ข6.1 แสดงผลการทดลองหาอัตราขยายของสายอากาศ YAGI สำหรับระยะห่างต่าง ๆ กัน ระหว่างรีเฟลคเตอร์และครีเวนอีลีเมนต์ โดยทดลองที่ความสูงจากพื้นดินประมาณ $\lambda/2$	189
ข6.2 แสดงการจัดรีเฟลคเตอร์ 3 อันเป็นรูปสามเหลี่ยมตามการทดลองของ NBS.....	190
ข6.3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราขยายของยาگی.....	190

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข6.4 แสดงกราฟแสดงความยาวของอีลีเมนต์ที่ต้องเพิ่มขึ้นจากผลการทดลองของ NBS เมื่อยัดอีลีเมนต์ทะลุผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางของบวมกลมโดยสัมผัสทางไฟฟ้ากับบวมด้วย.....	192
ข6.5 แสดงกราฟช่วยการออกแบบสายอากาศ YAGI ของ NBS.....	193
ข6.6 แสดงครีเวนอีลีเมนต์ และวิธีการแมทช์แบบต่าง ๆ ที่นิยมใช้กับสายอากาศ YAGI.....	197
ข6.7 แสดงรายละเอียดของบาลันแบบต่าง ๆ ที่สร้างได้ง่ายและนิยมใช้กันสำหรับระบบ อิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม.....	198
ข6.8 แสดงการใช้กราฟช่วยการออกแบบสายอากาศ YAGI ตามตัวอย่างที่ 1 เพื่อให้ได้ สายอากาศ GE สำหรับความถี่ 50.1 MHz บนบวมยาว 1.2 λ	200
ข6.9 แสดงผลการออกแบบสายอากาศ YAGI GE สำหรับความถี่ 50.1 MHz บนบวม 1.2 λ	201
ค1 แสดงส่วนต่างๆ ของเครื่อง SWR & POWER METER.....	218
ค2 แสดงลักษณะตำแหน่งจุดต่อการใช้ SWR & POWER METER SX-400.....	219
ค3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์.....	220
ค4 แสดงสเกลมิเตอร์ SX-400.....	220
ค5 แสดงตำแหน่ง FUNCTION SWITCH.....	221
ค6 แสดงปุ่มฟังก์ชันต่างๆ ของตัวเครื่องวิทยุสื่อสาร FUJITEL FB-246.....	222
ค7 แสดงระบบหน้าจอ.....	224
ค8 แสดงหน้าจอขณะอยู่ในโหมด.....	224
ค9 แสดงหน้าจอบอกช่วงเวลาในการส่ง.....	224
ค10 แสดงการตั้งระบบ CTCSS.....	225
ค11 แสดงหน้าจอตั้งระบบ VOX.....	226
ค12 แสดงหน้าจอ HIGH/LOW POWER.....	226
ค13 แสดงหน้าจอบอกการล็อกปุ่ม.....	226
ค14 แสดงหน้าจอการตั้งระบบเตือนเสียงบี๊บ ON/OFF.....	226
ค15 แสดงหน้าจอการตั้งระดับสเกลซ์.....	227
ค16 แสดงหน้าจอการเข้าสู่ระบบป้องกันการส่งสัญญาณ.....	227
ค17 แสดงหน้าจอการตั้ง STEP.....	227
ฉ1 แสดงรูปแบบตัวอย่าง กล่องชุดทดลองสายอากาศแบบ YAGI.....	305
ฉ2 แสดงรูปแบบตัวอย่าง การจัดวางอุปกรณ์ภายในกล่อง.....	305
ฉ3 แสดงรูปแบบตัวอย่าง โครงสร้างชุดฝึกด้านบน ด้านข้าง.....	306

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
น4 แสดงรูปแบบตัวอย่าง การติดตั้งอุปกรณ์ภายในชุดทดลอง.....	307
น5 แสดงรูปแบบตัวอย่าง การติดตั้งอุปกรณ์ภายในชุดทดลอง.....	308
น6 แสดงการติดตั้งสายอากาศแบบ YAGI.....	309
น7 แสดงรูปกล่อง Transmission Line and Antenna Lab 1.....	310
น8 แสดงรูปกล่อง Transmission Line and Antenna Lab 2.....	310
น9 แสดงรูปกล่องเก็บอุปกรณ์สายอากาศและสายทำสัญญาณ.....	311
น10 แสดงรูปสายอากาศแบบ YAGI ที่ต่อใช้งาน.....	311