สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

THE LABORATORY SET OF PASSIVE FILTER CIRCUIT FOR VOCATIONAL CERTIFICATE CURRICURUM 2002 (REVISE) VOCATIONAL EDUCATION COMMISSION

TD51897

สุรพงษ์ เอิมอุทัย

SURAPONG ERMUTHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-970-975-6

วน. ส852ช 2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51897
วัน,เดือน,ปี - 4 ส.ค. 2547

b.11406467
i.....

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE LABORATORY SET OF PASSIVE FILTER CIRCUIT FOR VOCATIONAL CERTIFICATE CURRICURUM 2002 (REVISE) VOCATIONAL EDUCATION COMMISSION

SURAPONG ERMUTHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTRIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

ISBN 974-970-975-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา**
ชื่อนักศึกษา	**สุรพงษ์ เอิมอุทัย**
รหัสประจำตัว	42064609
ปริญญา	**ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต**
สาขาวิชา	**วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร**
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	**ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม**
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	**ผศ. ดร. ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พร้อมใบงานจำนวน 4 ใบงาน โดยมีเนื้อหาครอบคลุมในเรื่องของวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ ทั้ง 4 แบบ ซึ่งประกอบด้วยแผงทดลองปฏิบัติการ ใบงาน แบบทดสอบท้ายใบงาน และแบบทดสอบรวม โดยนำชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 15 คน ระหว่างการทดลองให้นักศึกษาปฏิบัติใบงานในระหว่างเรียนและนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติตามใบงานมาทำแบบทดสอบท้ายใบงาน และแบบทดสอบรวม นำผลข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.00/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Laboratory Set of Passive Filter Circuit for Vocational Certificate Curricurum 2002 (Revise) Vocational Education Commission
Student	Mr. Surapong Ermuthai
Student ID	42064609
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Electrical Communication Engineering
Year	2004
Thesis Advisor	Assistant Professor Wisuit Atipomtum
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Threraphon Thephasadin_Na_Ayuthya

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop the laboratory set of passive filter circuit for vocational certificate curricurum 2002 (revise) vocational education commission and to examine its efficiency.

The laboratory set was constructed together with a set of four worksheets covering the passive type filter circuits . The laboratory set included a filter circuit board, a student worksheet and a teacher's evaluation sheet for each filter circuit, and a summative test. The laboratory set was used by a sample group of 15 third-year electronics certificate students at Nawamintrachuthit Industrial and Community College in the second semester of 2003. During the experiment, the students were assigned to complete the worksheets, after which the teacher assessed their knowledge using the evaluation sheets, and after all 4 worksheets and evaluation sheets were completed, the summative test was applied to test overall retained knowledge regarding this module.

The data collected from the experiment were analyzed for the efficiency of the laboratory set. The study results revealed that the efficiency was 83.00/82.67 which was higher than the set criteria of 80/80.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ. ดร. ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ ผศ.พิชัย สดภิบาล และ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านคือ ผศ.กิติพงค์ มะโน ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ นายมนตรี พรหมเพ็ชร นายสมบูรณ์ เนียมกล่ำ นายศิลป์ไชย วุฒานุสรณ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนให้ข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อธีระยุทธ เอิมอุทัย คุณแม่เพลินพิศ เอิมอุทัย ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่งที่ได้ให้ความรัก กำลังใจ และให้การสนับสนุนในการศึกษาแก่ผู้วิจัยอย่างดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนผลงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบใจนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ ที่ได้ให้ความร่วมมือ เสียสละเวลา และกำลังความคิดในการร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือด้านการติดต่อสอบถาม และแบบฟอร์มเอกสารต่างๆ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุรพงษ์ เอิมอุทัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคักย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....3

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6

2.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ.....6

2.2 ทฤษฎีเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ.....10

2.3 การวิจัยเชิงทดลอง.....14

2.4 การสอนลักษณะการทดลอง.....15

2.5 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ.....16

2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ.....19

2.7 การประเมินคุณภาพสื่อ.....21

2.8 งานที่วิจัยที่เกี่ยวข้อง.....22

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....28

3.1 ประชากร และ กลุ่มตัวอย่าง.....28

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....28

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล....41
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล....42

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....46
4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ด้านใบงาน....46
4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ด้านแผงทดลองปฏิบัติการ....48
4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุ แบบพาสซีฟ....49

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ....50
5.1 สรุปผลการวิจัย....50
5.2 อภิปรายผลการวิจัย....53
5.3 ข้อเสนอแนะ....54

บรรณานุกรม....56

ภาคผนวก....59
ภาคผนวก ก คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและกรรมการพิจารณาหัวข้อและ เค้าโครงวิทยานิพนธ์....61
ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์....62
หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย....63
หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย....68
หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวมรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย....69
ภาคผนวก ข รูปแบบของแผงทดลองปฏิบัติการ....71
ใบงาน....74
แบบทดสอบ....110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค ตารางแสดงค่าความยากง่าย p และค่าอำนาจจำแนก r 134
ตารางคะแนนเพื่อหาความเชื่อมั่น.....138
ตารางแสดงค่า IOC 148
ตารางคะแนนของแบบทดสอบท้ายใบงาน และคะแนนจาก
แบบทดสอบรวม ใช้กับนักเรียน 15 คน.....153

ภาคผนวก ง แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงาน และแผงทดลอง
ปฏิบัติการ.....155
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบทดสอบ.....159

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบ
พาสซีฟ.....166

ประวัติผู้เขียน.....170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 รายการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ.....7

4.1 ค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงาน.....47

4.2 ค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิของด้านแผงทดลองปฏิบัติการ.....48

4.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ใช้กับนักเรียน 15 คน.....49

6.1 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 1 LPF.....134

6.2 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 2 HPF.....134

6.3 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 3 BPF.....135

6.4 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 4 BSF.....135

6.5 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบรวม.....136

6.6 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 1.....138

6.7 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 2.....140

6.8 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 3.....142

6.9 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 4.....144

6.10 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบรวม.....146

6.11 การหาค่า IOC ของแบบทดสอบท้ายใบงาน.....148

6.12 การหาค่า IOC ของแบบทดสอบรวม.....150

6.13 คะแนนของแบบทดสอบท้ายใบงาน 4 ใบงานระหว่างการเรียน และ คะแนนจากแบบทดสอบรวม ใช้กับนักศึกษา 15 คน.....153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Low Pass Filter.....11
2.2 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร High Pass Filter.....12
2.3 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Band Pass Filter.....13
2.4 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Band Stop Filter.....14
3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ.....31
3.2 แผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ.....33
3.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างสร้างแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ...34
3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....38
3.5 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟโดยผู้ทรงคุณวุฒิ.....40
6.1 รูปแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ (ด้านบน).....71
6.2 รูปแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ (ด้านข้าง).....72
6.3 รูปแสดงการทดลองแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ.....73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและการศึกษาในปัจจุบัน เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพของมนุษย์ทุกหน่วยงาน มีแนวความคิดที่จะพัฒนาหน่วยงานของตนให้เจริญก้าวหน้าโดยการจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับสภาพความต้องการ และความสอดคล้องในการพัฒนาประเทศอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะประเทศไทยต้องมีการพัฒนาด้านการศึกษาให้ทันกับความเจริญทางด้านวิชาการและเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมได้รับการพัฒนาและมีความเจริญก้าวหน้าไปได้ไกล ดังจะเห็นได้จากระบบการรับส่งสัญญาณโทรศัพท์ สัญญาณภาพสื่อสารข้อมูล เครื่องมือวัดและตรวจสอบต่าง ๆ และมีแนวโน้มจะขยายตัวเข้าไปมีบทบาทต่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ แทบทุกด้าน เป็นผลให้ทางด้านการศึกษามีบทบาทสำคัญในการผลิตบุคลากรเพื่อตอบสนองหน่วยงานต่าง ๆ จึงต้องมีการพัฒนาให้ทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปดังกล่าว

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคม มีความเจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นในรูปของการส่งข่าวสารผ่านโทรศัพท์มือถือหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ เคเบิ้ลทีวี ระบบสื่อสารวิทยุ หรือแม้แต่การสื่อสารผ่านดาวเทียม ทำให้การศึกษาเทคโนโลยีทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมของประเทศไทยตื่นตัวเป็นอย่างมาก

การศึกษาเทคโนโลยีทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมนั้นส่วนใหญ่จะต้องเกี่ยวข้องกับความถี่ ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ในการเรียนภาคทฤษฎี นักเรียนต้องพยายามสร้างจินตนาการเพื่อให้มีความเข้าใจถึงสิ่งที่ผู้สอนกำลังบรรยายนั้นเป็นสิ่งที่ค่อนข้างยากมาก การที่จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจด้านสื่อสารและโทรคมนาคมอย่างดีนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เครื่องมือวัดและทดสอบตลอดจนชุดฝึกหรือชุดทดลองภาคปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดลองกับชุดทดลอง ตลอดฝึกวิเคราะห์รูปสัญญาณทั้งในเชิงเวลา (Time Domain) และการวิเคราะห์สัญญาณในเชิงความถี่ (Frequency Domain) ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการศึกษาทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคม

การฝึกภาคปฏิบัติเป็นการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง ที่เน้นการเรียนการสอนเพื่อทำให้ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทฤษฎีที่เรียนมา โดยที่ผู้เรียนจะได้พิสูจน์หลักการทางทฤษฎีด้วยการทดลองจริง ช่วยให้เกิดประสบการณ์ตรง เกิดทักษะ และสามารถพิสูจน์หาข้อเท็จจริงได้ การปฏิบัติจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาในทุกสาขาวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกรองความถี่ (Filter Circuit) มีความสำคัญอย่างยิ่งในพื้นฐานการเรียนการสอนทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมซึ่งในการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) นั้น นักเรียนจะได้เรียนวิชาช่างพื้นฐานต่างๆ มากมาย เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เครื่องรับวิทยุ ,เครื่องส่งวิทยุ ,เครื่องรับส่งวิทยุสื่อสาร ,ระบบโทรทัศน์สีและขาวดำเป็นต้น ซึ่งล้วนแต่มีความเกี่ยวข้องกับความถี่และวงจรกรองความถี่ทั้งสิ้น

จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย และการที่ผู้วิจัยได้สอบถามข้อมูลโดยการสัมภาษณ์คณะอาจารย์ในแผนกอิเล็กทรอนิกส์และแผนกโทรคมนาคมวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศเกี่ยวกับการสอนนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปีที่ 3 ในหัวข้อวงจรกรองความถี่ ผลที่ได้คือคณะอาจารย์ในแผนกอิเล็กทรอนิกส์และแผนกโทรคมนาคมมีความเห็นตรงกันว่านักเรียนดังกล่าวมีความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรกรองความถี่น้อยมาก รวมถึงการวิเคราะห์สัญญาณในเชิงความถี่ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในรายวิชาอื่นๆที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับความถี่และวงจรกรองความถี่ไม่ดีเท่าที่ควร เช่นวิชาเครื่องรับวิทยุ ,เครื่องส่งวิทยุ ,เครื่องรับส่งวิทยุสื่อสาร ,ระบบโทรทัศน์สีและขาวดำเป็นต้น สาเหตุเนื่องมาจากไม่มีชุดปฏิบัติการที่ให้ความรู้ และใช้ในการฝึกทักษะเกี่ยวกับวงจรกรองความถี่ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเห็นพฤติกรรมในการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่แต่ละชนิด รวมถึงวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศเป็นวิทยาลัยเฉพาะทางทางด้านเทคโนโลยีโทรคมนาคม นักเรียนจึงควรมีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมมากเป็นพิเศษ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าปัญหาดังกล่าวควรได้รับการแก้ไขเป็นอย่างยิ่ง

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะแก้ปัญหาการขาดแคลนชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ที่เกิดในรายวิชาปฏิบัติเครื่องส่งวิทยุ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงจากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดสร้างชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟขึ้น เพื่อสนับสนุนหน่วยการสอนวงจรกรองความถี่ในรายวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โดยเน้นให้เห็นพฤติกรรมในการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่แต่ละชนิด ตลอดจนให้มีความคุ้นเคยกับการวิเคราะห์สัญญาณในเชิงเวลาและในเชิงความถี่ เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจให้กับนักเรียนมากขึ้นและยังสามารถนำไปใช้กับนักเรียนระดับอื่นหรือสถาบันการศึกษาอื่นๆ ที่มีเนื้อหาวิชาในลักษณะเดียวกันได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ต่ำกว่า 80/80

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิด ในการสร้างชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ โดยยึดแนวขั้นตอนการออกแบบของ วัลลภ จันทร์ตระกูล ซึ่งมีกระบวนการทั้งหมด 5 ขั้นตอน (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2529 : 44-46) ดังนี้

1. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา
2. กำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา
3. การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน
4. การทดลองใช้
5. การปรับปรุง

และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการของ อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. (2530 : 80-84) ผู้วิจัยได้นำมาเป็นกรอบในการสร้างชุดปฏิบัติการ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องของวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ ในวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ รหัสวิชา (2104-2210) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 หน่วย คือ

1.1 Low Pass Filter

1.2 High Pass Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 Band Pass Filter

1.4 Band Stop Filter หรือ Band Reject Filter หรือ Notch Filter

โดยการทดลองกระทำใน ปีการศึกษา 2546 ที่แผนกอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 60 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่คัดเลือกจากประชากร โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 15 คน ด้วยการจับฉลากจากประชากร

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการ หมายถึง ชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อใช้ทดลองเกี่ยวกับวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง) โดยชุดปฏิบัติการประกอบด้วย ใบงาน และ แผงทดลองปฏิบัติการ

2. นักเรียน หมายถึง นักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3

3. ใบงาน หมายถึง ใบสั่งงานเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ที่ได้จากการปฏิบัติจากชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการปฏิบัติงานในใบงานกับชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. แบบทดสอบท้ายใบงาน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ทำการทดลอง หลังจบการทดลองในแต่ละใบงาน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

6. แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ทำการทดลอง หลังสิ้นสุดการทดลองครบทั้ง 4 ใบงาน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

7. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการ โดยวัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้ายใบงาน และ แบบทดสอบรวม หลังสิ้นสุดการทดลองครบทั้ง 4 ใบงาน ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 โดยที่

เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ทำข้อทดสอบจากแบบทดสอบท้ายใบงานถูก คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ทำข้อทดสอบจากแบบทดสอบรวมถูก คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการเรียนด้วยการปฏิบัติจะทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง ผู้วิจัยได้ลำดับหัวข้อการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ

2.2 ทฤษฎีเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

2.3 การวิจัยเชิงทดลอง

2.4 การสอนลักษณะการทดลอง

2.5 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ

2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

2.7 การประเมินคุณภาพสื่อ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ รหัสวิชา 2104-2210 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 2 หน่วยกิต โดยในแต่ละสัปดาห์ใช้เวลาเรียนทฤษฎีและปฏิบัติ 4 ชั่วโมง เป็นเวลา 20 สัปดาห์ ใน 1 ภาคการศึกษา

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องส่งวิทยุ AM. , FM.
2. เพื่อให้มีความเข้าใจกฎระเบียบข้อบังคับสากลในการรับ-ส่งวิทยุกระจายเสียง
3. เพื่อให้มีทักษะการสร้างและทดสอบวงจรหลักการทำงานของเครื่องส่งวิทยุ AM,FM.
4. เพื่อให้มีทักษะการสร้างและทดสอบหาลักษณะสมบัติของระบบสายส่ง-สายอากาศ
5. เพื่อให้มีกิจนิสัย รู้จักศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและประยุกต์ใช้งาน มีความรับผิดชอบต่อสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับย่านความถี่ คุณลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คุณลักษณะของ R-L-C ในเครื่องส่งวิทยุ วงจรกรองความถี่วิทยุแบบ R-C R-L L-C R-L-C วงจร tune และหน่วยวัด Impedance dB Attenuation ratio Response Curve Bandwidth Gain (Q) วงจรเครื่องส่งวิทยุ วงจร Oscillator วงจรขยายความถี่สูง วงจรขยายกำลังความถี่สูง วงจรทวีคูณความถี่วิทยุ วงจรผสมคลื่นความถี่วิทยุแบบ AM- FM โครงสร้างและคุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศ การส่งวิทยุโดยผ่านสายส่ง สายคู่ขนาน สายโคเอ็กเซียน เวฟไกด์ การวัดและทดสอบการทำงานของเครื่องส่งวิทยุด้วยเครื่อง Dip Meter Wattmeter SWR meter Impedance meter dB meter Field strengh meter กฎระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในงานส่งวิทยุและระบบสายอากาศ

การวิเคราะห์รายวิชา

ผู้วิจัยได้แบ่งหน่วยการเรียนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ออกเป็น 7 หน่วยดังนี้

หน่วยที่ 1 ย่านความถี่ และคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

หน่วยที่ 2 วงจรกรองความถี่วิทยุ

หน่วยที่ 3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของเครื่องส่งวิทยุ

หน่วยที่ 4 เครื่องส่งวิทยุระบบต่างๆ

หน่วยที่ 5 การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบในเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ

หน่วยที่ 6 โครงสร้างและคุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศ

หน่วยที่ 7 กฎระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในงานส่งวิทยุและระบบสายอากาศ

ตารางที่ 2.1 รายการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ

หน่วยที่	สัปดาห์ที่	ชื่อหน่วย	คาบเรียน (ชั่วโมง)	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	1	ย่านความถี่ และคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	4	-
2	2	วงจรกรองความถี่วิทยุ 2.1 คุณลักษณะของ R-L-C ในเครื่องส่งวิทยุ 2.2 วงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 2.3 วงจรกรองความถี่สูงผ่าน	2	2
2	3	2.4 วงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ 2.5 วงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่	2	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	สัปดาห์ที่	ชื่อหน่วย	คาบเรียน (ชั่วโมง)	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
3	4 –9	วงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของเครื่องส่งวิทยุ 3.1 วงจร Oscillator 3.2 วงจรขยายความถี่สูง 3.3 วงจรขยายกำลังความถี่สูง 3.4 วงจรทวีคูณความถี่วิทยุ 3.5 วงจรผสมคลื่นความถี่วิทยุแบบ AM- FM	12	12
4	10-15	เครื่องส่งวิทยุระบบต่างๆ 4.1 เครื่องส่งวิทยุระบบ AM. 4.2 เครื่องส่งวิทยุระบบ FM. 4.3 เครื่องส่งวิทยุระบบ FM. Stereo Multiplex	12	12
5	16-17	การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบในเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ 5.1 Dip Meter 5.2 Watmeter 5.3 SWR meter 5.4 Impedance meter 5.5 dB meter and Field strengh meter	4	4
6	18-19	โครงสร้างและคุณสมบัติพื้นฐานของสายอากาศ 6.1 การส่งวิทยุโดยผ่านสายส่ง 6.2 สายคู่ขนาน สายโคเอ็กเซียน 6.3 เวฟไกด์	4	4
7	20	กฎระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในงานส่งวิทยุและระบบสายอากาศ	4	-

ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยเรียนที่ 2 เรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุ เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ โดยพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ในหัวข้อวงจรกรองความถี่ ซึ่งประกอบด้วยใบงานทั้งหมด 4 ใบงาน และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงาน ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1 Low Pass Filter

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่จบบทเรียนแล้ว นักเรียนจะมีความสามารถทำสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ได้

1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)
2. บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน บน Semi log Graph
3. คำนวณหาค่า cutoff frequency
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)

ใบงานที่ 2 High Pass Filter

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่จบบทเรียนแล้ว นักเรียนจะมีความสามารถทำสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ได้

1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)
2. บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter) บน Semi log Graph
3. คำนวณหาค่า cutoff frequencies
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

ใบงานที่ 3 Band Pass Filter

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่จบบทเรียนแล้ว นักเรียนจะมีความสามารถทำสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ได้

1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)
2. บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ บน Semi log Graph
3. คำนวณหาค่า cutoff frequency
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)

ใบงานที่ 4 Band Stop Filter

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่จบบทเรียนแล้ว นักเรียนจะมีความสามารถทำสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ได้

1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)
2. บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ บน Semi log Graph

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำนวณหาค่า cutoff frequency
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)

อุปกรณ์แต่ละชนิด ที่นำมาประกอบเป็นชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมานั้น จะต้องผ่านขั้นตอนการออกแบบ การตรวจปรับ การตรวจสอบและทดลองใช้ก่อนนำไปใช้งานจริง ดังนั้นการศึกษาขั้นตอนต่างๆ ในการออกแบบจึงถูกต้องตรงตามทฤษฎี เพื่อให้ผลการทำงานของชุดประลองใกล้เคียงกับทฤษฎีมากที่สุด

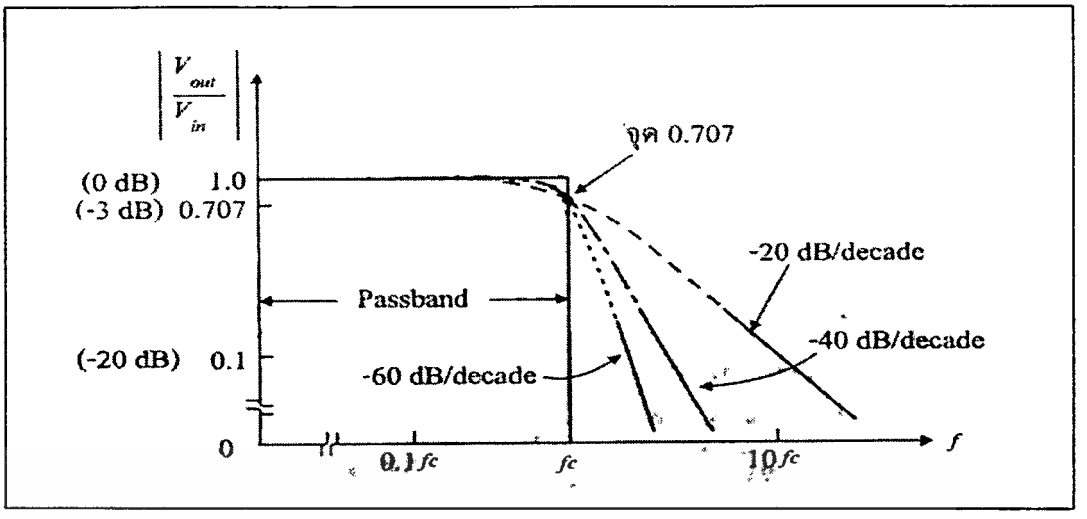
2.2 ทฤษฎีเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

Low Pass Filter

เป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่งซึ่งจะส่งผ่านสัญญาณความถี่ต่ำกว่าค่าที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด ในขณะที่จะกำจัดหรือลดทอนความถี่ที่สูงกว่าค่าที่เลือกไว้ คุณสมบัติเช่นนี้ของวงจร Low Pass Filter แสดงให้เห็นดังภาพที่ 2.1 ซึ่งแสดงการตอบสนองเชิงขนาดของสัญญาณ จะเห็นได้ว่าขนาดของสัญญาณค่อยๆ ตกลงเมื่อเพิ่มความถี่ขึ้นจนใกล้ cutoff frequency (f_c) และที่ตำแหน่ง cutoff frequency อัตราการขยายแรงดัน (Av) จะมีค่าเท่ากับ 0.707 เท่า หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ – 3 dB ซึ่งที่ตำแหน่ง cutoff frequency นี้บางครั้งเราเรียกว่าจุด Half Power Point (HPP.) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังตกลงเหลือครึ่งหนึ่ง และถ้าเลยจุดนี้ไปอัตราการลดลงของขนาดหรืออัตราการขยายแรงดันจะลดลงด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลง – 20 dB/decade หรือ – 40 dB/decade หรือ – 60 dB/decade ดังรูปที่ 1 ขึ้นอยู่กับลักษณะของวงจร ความหมายของ – 20 dB/decade คือเมื่อความถี่แปรค่าสูงขึ้นผลตอบสนองของวงจรจะมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงโดยมีความชันเท่ากับ –20 dBต่อความถี่ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปสิบเท่า(decade) หรือเรียกว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ – 20 dB/decade โดยทั่วการหาคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร จะทำการป้อนแรงดันด้านอินพุต (Vin) คงที่ ค่าๆหนึ่ง แต่ทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ ซึ่งในการวิเคราะห์วงจรอย่างละเอียดนั้น ต้องใช้ Transfer Function และคณิตศาสตร์ขั้นสูงมาร่วมการพิจารณาด้วย แต่ในขั้นพื้นฐานจะเน้นไปที่การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรและคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร ในใบงานนี้จะนำเสนอวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 2 ชนิดด้วยกันคือ

- RC Low Pass Filter
- RL Low Pass Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



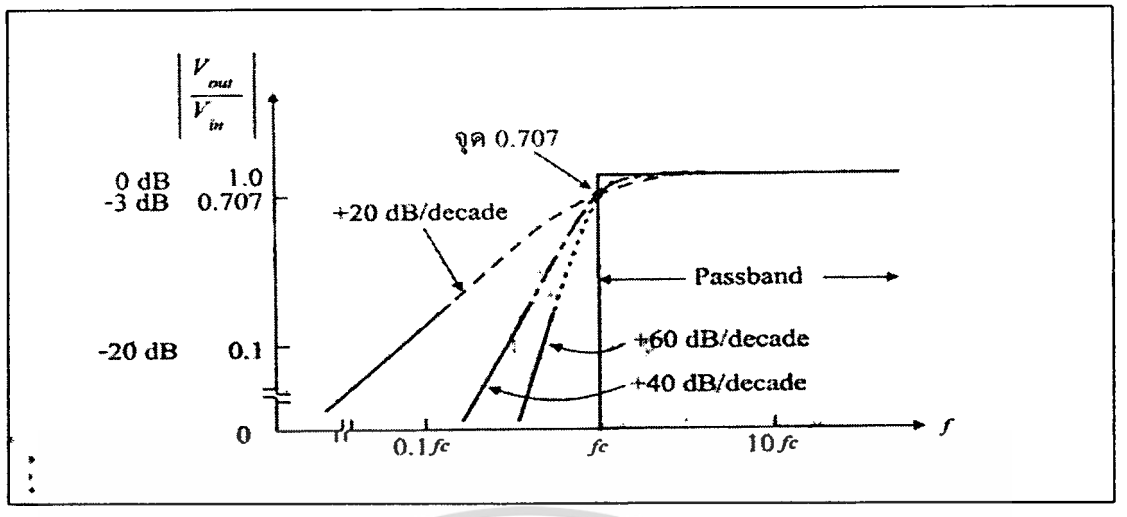
ภาพที่ 2.1 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Low Pass Filter

High Pass Filter

เป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่งซึ่งจะส่งผ่านสัญญาณความถี่สูงกว่าค่าที่เลือกไว้ ผ่านไปได้ทั้งหมด ในขณะที่จะกำจัดหรือลดทอนความถี่ที่ต่ำกว่าค่าที่เลือกไว้ คุณสมบัติเช่นนี้ ของวงจร High Pass Filter แสดงให้เห็นดังกราฟการตอบสนองเชิงขนาดของสัญญาณ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ขนาดของสัญญาณค่อยๆ เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความถี่ขึ้นจนใกล้ cutoff frequency (f_c) และที่ตำแหน่ง cutoff frequency อัตราการขยายแรงดัน (Av) จะมีค่าเท่ากับ 0.707 เท่า หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล(dB) จะมีค่า – 3 dB ซึ่งที่ตำแหน่ง cutoff frequency นี้บางครั้งเราเรียกว่าจุด Half Power Point (HPP.) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของกำลังสูงสุด และถ้าเลยจุดนี้ไปอัตราการเพิ่มขึ้นของขนาดหรืออัตราการขยายแรงดันจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลง +20 dB/decade หรือ +40 dB/decade หรือ + 60 dB/decade ดังภาพที่ 2.2 ขึ้นอยู่กับลักษณะของวงจร ความหมายของ + 20 dB/decade คือเมื่อความถี่แปรค่าสูงขึ้น ผลตอบสนองของวงจรจะมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงโดยมีความชันเท่ากับ +20 dBต่อความถี่ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปสิบเท่า (decade) หรือเรียกว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ+20 dB/decade โดยทั่วไปการหาคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร จะทำการป้อนแรงดันด้านอินพุต(Vin)คงที่ค่าๆหนึ่ง แต่ทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ ซึ่งในการวิเคราะห์วงจรอย่างละเอียดนั้น ต้องใช้ Transfer Function และคณิตศาสตร์ขั้นสูงมาร่วมการพิจารณาด้วยแต่ในขั้นพื้นฐานจะเน้นไปที่การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจร และคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจรในใบงานนี้จะนำเสนอวงจร กรองความถี่สูงผ่าน 2 ชนิดด้วยกันคือ

- RC High Pass Filter
- RL High Pass Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

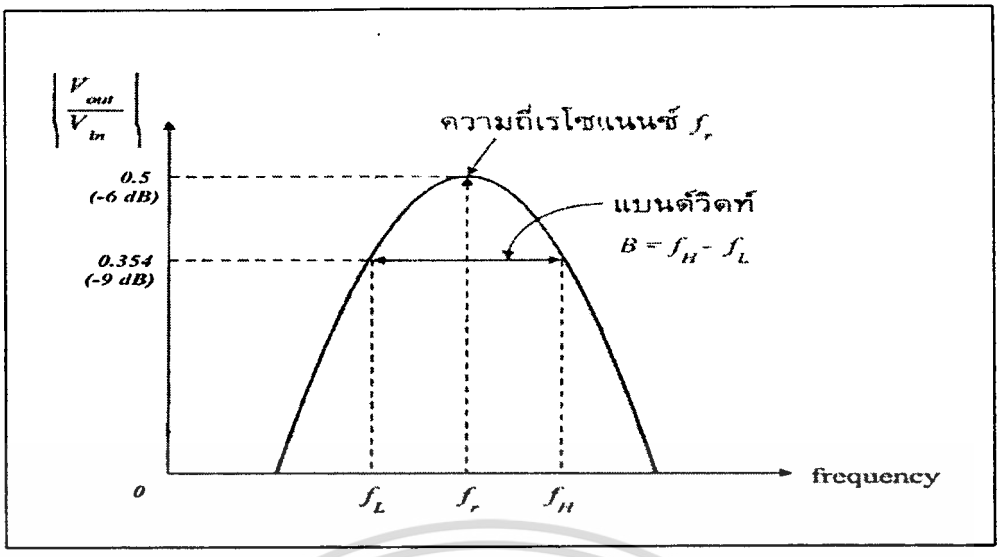


ภาพที่ 2.2 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร High Pass Filter

Band Pass Filter

เป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณลักษณะในการทำงานคือจะยอมให้สัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่ตามที่กำหนดผ่านวงจรไปได้ ส่วนสัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่นอกเหนือจากที่กำหนดจะถูกลดทอนหรือไม่ยอมให้สัญญาณผ่านวงจรไปได้ คุณสมบัติเช่นนี้ของวงจร Band Pass Filter แสดงให้เห็นดังภาพที่ 2.3 ซึ่งแสดงการตอบสนองเชิงขนาดของสัญญาณ จะเห็นได้ว่าอัตราการขยายสูงสุดของวงจรมีค่าเท่ากับ 0.5 เท่า หรือ -6 dB เกิดขึ้นที่ความถี่เรโซแนนท์ f_r (resonant frequency) และตำแหน่งความถี่ต่ำกว่าความถี่เรโซแนนท์ลงมาที่ทำให้อัตราการขยายสัญญาณหรืออัตราการขยายแรงดัน (Av) ของวงจรตกลงเหลือเท่ากับ 0.707 เท่าของอัตราการขยายสูงสุดของวงจรมีค่าเท่ากับ 0.354 เท่า หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ -9 dB นั้นจะเรียกค่าความถี่นี้ว่า "ความถี่คัตออฟด้านต่ำ f_L (low-cutoff frequency)" และค่าความถี่ซึ่งสูงกว่าความถี่เรโซแนนท์ที่ทำให้อัตราการขยายสัญญาณหรืออัตราการขยายแรงดัน (Av) ของวงจรตกลงเหลือเท่ากับ 0.707 เท่าของอัตราการขยายสูงสุดของวงจร มีค่าเท่ากับ 0.354 หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ -9 dB เช่นกันนั้นจะเรียกว่า "ความถี่คัตออฟด้านสูง f_H (High-cutoff frequency)" ซึ่งที่ตำแหน่งนี้บางครั้งเราเรียกว่าจุด Half Power Point (HPP.) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังตกลงเหลือครึ่งหนึ่ง โดยทั่วการหาคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจรจะทำการป้อนแรงดันด้านอินพุต (Vin) คงที่ ค่าๆหนึ่ง แต่ทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ ซึ่งในการวิเคราะห์วงจรอย่างละเอียดนั้น ต้องใช้ Transfer Function และคณิตศาสตร์ขั้นสูงมาร่วมการพิจารณาด้วย แต่ในขั้นพื้นฐานจะเน้นไปที่การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรและคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

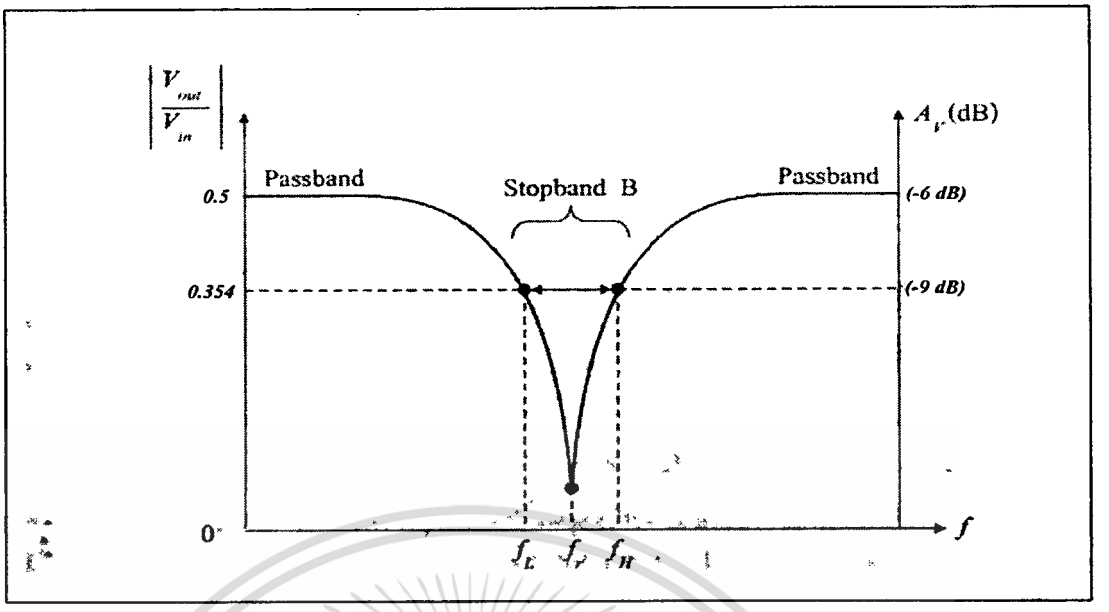


ภาพที่ 2.3 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Band Pass Filter

Band Stop Filter

เป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณลักษณะในการทำงานคือ สัญญาณความถี่ที่ไม่ต้องการจะถูกลดทอนในช่วง Stopband และสัญญาณความถี่ที่ต้องการจะถูกส่งผ่านไปได้ ในช่วง Passband คุณสมบัติเช่นนี้ของวงจร Band Stop Filter แสดงให้เห็นดังภาพที่ 2.4 ซึ่งแสดงการตอบสนองเชิงขนาดของสัญญาณ จะเห็นได้ว่าอัตราการขยายสูงสุดของวงจรมีค่าเท่ากับ 0.5 เท่า หรือ -6 dB และอัตราการขยายต่ำสุดของวงจรจะเกิดขึ้นที่จุดความถี่เรโซแนนท์ f_r (resonant frequency) โดยตำแหน่งความถี่ต่ำกว่าความถี่เรโซแนนท์ลงมาที่ทำให้อัตราการขยายสัญญาณหรืออัตราการขยายแรงดัน (Av) ของวงจรตกลงเหลือเท่ากับ 0.707 เท่าของอัตราการขยายสูงสุดของวงจร มีค่าเท่ากับ 0.354 เท่า หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ -9 dB นั้นจะเรียกค่าความถี่นี้ว่า "ความถี่คัตออฟด้านต่ำ f_L (low-cutoff frequency)" และค่าความถี่ซึ่งสูงกว่าความถี่เรโซแนนท์ที่ทำให้อัตราการขยายสัญญาณหรืออัตราการขยายแรงดัน (Av) ของวงจรตกลงเหลือเท่ากับ 0.707 เท่าของอัตราการขยายสูงสุดของวงจร มีค่าเท่ากับ 0.354 หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ -9 dB เช่นกันนั้นจะเรียกว่า "ความถี่คัตออฟด้านสูง f_H (High-cutoff frequency)" ซึ่งที่ตำแหน่งนี้บางครั้งเราเรียกว่าจุด Half Power Point (HPP.) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังตกลงเหลือครึ่งหนึ่ง โดยทั่วการหาคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร จะทำการป้อนแรงดันด้านอินพุต (Vin) คงที่ ค่าๆหนึ่ง แต่ทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ ซึ่งในการวิเคราะห์วงจรอย่างละเอียดนั้น ต้องใช้ Transfer Function และคณิตศาสตร์ขั้นสูงมาร่วมการพิจารณาด้วย แต่ในขั้นพื้นฐานจะเน้นไปที่การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรและคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Band Stop Filter

2.3 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลองเป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบและมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมุติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยนิยามปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็จะตั้งสมมุติฐานซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมุติฐานจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใดจุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (อนันต์ ศรีโสภา. 2527 : 97)

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหาที่จะทำให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมุติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งหมด เลือกแผนการวิจัยที่สอดคล้องกับปัญหา เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด คัดเลือกเครื่องมือในการวิจัย โดยพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แปลงสมมุติฐานให้เป็นข้อมูลทางสถิติ
5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมสิ่งต่างๆ ให้คงที่
6. กำจัดลักษณะการกระทำต่างๆ ที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิด และมีอิทธิพลต่อการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำวิธีทางสถิติมาทดสอบสมมุติฐาน และพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัยที่ได้ (อนันต์ ศรีโสภา. 2527 : 97)

2.4 การสอนลักษณะการทดลอง

การทดลองด้วยตนเอง หมายถึง การสอนเนื้อหาวิชา โดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง เป็นวิธีการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้จากการค้นพบจากผลการทดลอง นักเรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรงซึ่งเป็นรูปธรรมมากที่สุด การเรียนรู้เป็นจุดหมายปลายทางของการศึกษา ควรจะส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนแบบทดลองมากๆ (อัญชลี แจ่มเจริญ. 2526 : 45)

ประโยชน์ของการสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองมีดังนี้

1. ทำให้เกิดความสนใจในบทเรียน
2. ทำให้มองเห็นว่าเป็นสิ่งแปลกใหม่
3. ทำให้มองเห็นและจับต้องได้
4. ทำให้ค้นหาคำตอบได้เอง
5. ทำให้สนุกสนานกับการเรียน
6. ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

การทดลองด้วยตนเองสอดคล้องกับหลักการเรียนที่ดี คือ

1. บอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน นักเรียนทราบว่า ตนเองจะทำการการทดลองเพื่อพิสูจน์หรือค้นหาคำตอบอะไร
2. บอกความคาดหมายผลสุดท้ายที่ตนทำการทดลองได้ แม้การทดลองนั้นจะล้มเหลวก็ตาม
3. การทดลองด้วยตนเองจะต้องทำไปทีละน้อยตามลำดับขั้น และจะเห็นผลตอบแทนทันที
4. นักเรียนเป็นผู้กระทำเอง
5. บอกวิธีเรียน คือ การทดลองด้วยตนเอง
6. เป็นการทำซ้ำจำได้แม่นยำ เพราะหากการทดลองไม่ตรงตามความคาดหมายจะต้องกลับไปทำใหม่
7. เนื้อหาตรงจุดมุ่งหมาย หมายถึง กระบวนการปฏิบัติจะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ตนต้องการทดลองหรือพิสูจน์เพื่อให้ได้คำตอบ
8. การทดลองขั้นที่ 1 ไปสู่ขั้นที่ 2 จนถึงขั้นสุดท้าย เป็นการปฏิบัติแบบต่อเนื่อง
9. การทดลองเป็นการล่อใจ
10. เป็นการเรียนด้วยการปฏิบัติจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจ และจำได้แม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง

1. ต้องเป็นการการทดลองที่เร้าให้เกิดความคิดและประหลาดใจจนถึงขั้นนำไปสู่การแก้ปัญหาในที่สุด

2. นักเรียนจะต้องรู้จุดมุ่งหมายของการการทดลองแต่ละครั้งเสมอ

3. ครูต้องเตรียมแผนการการทดลองด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

4. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการการทดลองมากที่สุด

5. ครูต้องให้นักเรียนปฏิบัติโดยเป็นตัวของตัวเองมากที่สุด

6. ครูต้องทำการการทดลองก่อนเพื่อความแน่ใจ

7. ครูต้องสร้างให้นักเรียนเกิดการสังเกต ควบคู่ไปกับการการทดลองเสมอๆ โดยกำหนดไว้ตามขั้นตอนต่างๆ

8. ใช้อุปกรณ์ง่ายๆ ไม่ซับซ้อน

9. การทดลองทุกครั้งต้องสรุปผลและถ้าเป็นไปได้ ควรเขียนรายงานสรุปด้วยตนเอง (อธิณัฏฐ์ พรหมศิริ. 2521 : 92)

2.5 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ

แนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนสาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่ดีสอดคล้องกับหลักสูตร และถ้าผู้สอนได้นำไปใช้ได้อย่างถูกวิธีจะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น ในการผลิตสื่อเพื่อการสอนโดยเฉพาะสื่อในวิชาการทดลองปฏิบัติการ เช่น ชุดปฏิบัติการ หรือ ชุดทดลอง นอกจากจะพิจารณาถึงระบบและวิธีสอนที่จะต้องใช้แล้ว ยังมีหลักอีก 3 ประการ คือ

1. เทคนิคการผลิต

2. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต

3. การออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอนและลักษณะที่จะนำไปใช้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2529 : 4)

สำหรับแนวทางในการออกแบบชุดสื่อการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2529: 44-46)

1. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ดำเนินควบคู่กันไป คือการศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อการวางโครงร่าง ลำดับความสัมพันธ์ และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะทำการออกแบบสร้างสื่อการสอนโดยการศึกษาจากตำราเอกสารการสัมมนาปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.2 การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร เพื่อศึกษาความสอดคล้องและ ความแตกต่างของหลักสูตรใช้เรียนของสถานศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัน โดยการศึกษาจากเอกสารหลักสูตร การสอบถามครูผู้สอน ผลที่ได้จะช่วยในการเลือก และกำหนดหัวข้อเรื่องได้สอดคล้องกับหลักสูตร

1.3 การสำรวจโรงงานเป็นการสำรวจสภาพการทำงานเครื่องมืออุปกรณ์ และเทคนิคที่ใช้ในการทำงานตามหัวข้อเรื่องของชุดสื่อการเรียนการสอน โดยสอบถามวิศวกรโรงงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อการกำหนดรายละเอียดของการวิเคราะห์งาน ความสามารถในงาน ความรู้และทักษะที่ต้องการในงาน

1.4 การสำรวจสถานศึกษา เป็นการเรียนรู้วิธีการเรียนการสอน ความพร้อมเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในสถานศึกษาตลอดจนปัญหา และอุปกรณ์ในการเรียนการสอนโดยการสำรวจหรือสอบถามจากครูผู้สอน

2. การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้ นำมาศึกษาเพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ (Purpose and Function) ของชุดปฏิบัติการว่าทำอย่างไรจึงจะสามารถทำงานได้ตามต้องการและสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

3. การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดปฏิบัติการ ที่ผ่านการวิเคราะห์ และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอน หรือชุดปฏิบัติการที่ทำการออกแบบนี้ สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครู และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักเรียน ชุดปฏิบัติการจึงมีความสำคัญมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและความสามารถในการทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม สื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลองหรือชุดปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนช่างอุตสาหกรรมจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องนำหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติ มาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง ตามลำดับดังนี้

3.1 กำหนดวัตถุประสงค์ ในการนำชุดปฏิบัติการไปใช้ในการเรียนการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน การออกแบบสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมายและใช้ได้จริง จะต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ ประกอบได้แก่ สภาพการณ์ในการเรียนการสอน ข้อมูลทางด้านวิชาการ และกลุ่มผู้เรียน จากนั้นนำไปเขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดปฏิบัติการที่จะออกแบบสร้าง สุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การกำหนดหน้าที่ของชุดปฏิบัติการ จากคำบรรยายคุณลักษณะของชุดปฏิบัติการ ที่กำหนดขึ้นในข้อ 3.1 นำมาวิเคราะห์ เพื่อค้นหาคำพื้นฐาน (Basic Term) ซึ่งจะทำให้เราทราบถึง รายการหน้าที่ต่างๆ ของชุดทดลองและพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามกำหนด

3.3 การศึกษาปัจจัยที่ทำให้ชุดปฏิบัติการ ทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุ (Material) พลังงาน (Energy) และสัญญาณ (Signal) สิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั้นๆ ภาพสเก็ตซ์ต่างๆ หรือแบบของวงจร เพื่อให้สามารถทราบถึงส่วนประกอบของอุปกรณ์ให้มากที่สุด ชิ้นส่วนหรือแบบของงานที่คิดค้นขึ้นมาควรจะพิจารณาถึงการนำมาประกอบความยากง่ายในการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้และค่าใช้จ่าย

3.4 การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์จากการเลือกในหัวข้อที่ 3.3 นำมาหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยพิจารณาเกณฑ์กำหนด เรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาด รูปร่าง ความคงทน การบำรุงรักษาและราคา

3.5 การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เมื่อเลือกชิ้นส่วนและอุปกรณ์ได้แล้ว ต้องนำมาสเก็ตซ์เป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าวๆ หรือเป็นภาพงานชิ้นง่ายๆ จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในขั้นตอนนี้จะต้องมีการทดสอบการทำงานของส่วนต่างๆ ตามรายการหน้าที่ที่กำหนดตามความจำเป็น

3.6 การเขียนแบบเพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไป งานเขียนแบบนับว่ามีความสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้นแบบงานของชุดปฏิบัติการต้องมีแบบ ทั้งแบบภาพประกอบและการแยกชิ้นหรือแบบลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์

3.7 การเตรียมเอกสารประกอบ อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไป ควรต้องจัดเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้าง

4. การทดลองใช้ ชุดสื่อการเรียนการสอนจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัยเพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่างๆ อาทิเช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนขึ้นมาทำใหม่

5. การปรับปรุง ข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอนให้มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

วิธีการสร้างแผงทดลองปฏิบัติการและใบงาน มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมเอกสารข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นเตรียมการจะต้องหาบุคลากร ที่จะช่วยในการสร้างแผงทดลองปฏิบัติการและใบงาน ซึ่งประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญการในสาขาวิชานั้น

2.2 วิทยากร วิศวกรหรือครูผู้สอนและนักเทคโนโลยีทางการศึกษา

3. ขั้นดำเนินการ

3.1 เลือกเนื้อหาวิชา

3.2 กำหนดเวลา

3.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.4 จัดลำดับเนื้อหา

3.5 วางแผนวิธีการสอนจะสอนแบบใด ใช้สื่ออะไรบ้าง กิจกรรมอะไร ประเมินผลอย่างไร

3.6 ลงมือผลิตสื่อโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.6.1 การสร้างแผงทดลองปฏิบัติการ ซึ่งเป็นตัวเครื่องที่จะนำไปทดลองหรือสาธิตให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม ส่วนการฝึกอบรมได้ทดลองในชั่วโมงฝึกปฏิบัติของวิชาช่างทุกสาขาวิชา โดยทั่วไปแล้วเครื่องมือหรือแผงทดลองปฏิบัติการ 1 ชุดจะใช้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวนไม่เกิน 2 คนเท่านั้น การสร้างโดยทั่วไปใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายและต้องมีราคาถูก คุณภาพดี

3.6.2 การสร้างใบงานจะต้องมีรายละเอียดทั้งทฤษฎีบรรยายประกอบรูปวงจร คำตอบ สรุป และแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง ซึ่งส่วนการฝึกอบรมได้กำหนดให้เป็นรูปแบบเดียวกัน

3.7 นำแผงทดลองปฏิบัติการและใบงานไปทดลองใช้

3.8 นำกลับมาแก้ไข (ถ้ามี)

3.9 ปรับปรุง

3.10 ผลิตชุดปฏิบัติการที่สมบูรณ์ให้เพียงพอกับการใช้งานต่อไป

2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. (2530 : 80-84) กล่าวไว้ว่า ในกรณีที่ได้บทเรียนที่สมบูรณ์แล้วก่อนนำบทเรียนไปใช้กับผู้เรียนควรได้นำบทเรียนนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แล้วอาจต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่น่าพอใจแล้วนำไปทดลอง โดยหากลุ่มตัวอย่างเล็กๆ ประมาณ 2-3 คนก่อนเพื่อจะได้ตรวจสอบว่าความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องเหมาะสมจะต้องแก้ไขปรับปรุงใหม่ หลังจากนั้นนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ตั้งไว้ที่ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80 ตัวแรก คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ลงปฏิบัติในแต่ละใบงานซึ่งคำนวณจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงาน หลังจบการทดลองแต่ละใบงาน โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ลงปฏิบัติในใบงานทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบรวม โดยทำการทดสอบหลังจบการทดลองในใบงานทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละ

โดยใช้ สูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 136) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X / N}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F / N}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษา ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ท้ายใบงาน แต่ละใบงาน ระหว่างทำการทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

E_2 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากทำการทดลองกับชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ครบทุกใบงาน

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงานแต่ละใบงาน

$\sum F$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทำใบงานครบทุกใบงาน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายใบงานแต่ละใบงาน

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทำใบงานครบทุกใบงาน

ถ้าปรากฏว่าค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทำแบบทดสอบท้ายใบงาน หลังลงปฏิบัติกับชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ในแต่ละใบงานและค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทำแบบทดสอบรวม หลังจบการทดลองในใบงานทั้งหมด ได้ไม่ต่ำกว่า 80 ทั้งคู่ ถือว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การประเมินคุณภาพสื่อ

เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้สอนได้ตามที่ต้องการหรือไม่จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อ (พิสิฐ เมธาภัทร และ ธีรพล เมธีกุล. 2529 : 171-173) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย (ด้านวิชาการ)
   - 1.1 ด้านวัตถุประสงค์
     - 1.1.1 สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์
     - 1.1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์
   - 1.2 ด้านเนื้อหา
     - 1.2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด
     - 1.2.2 เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้
     - 1.2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก (Logic)
   - 1.3 ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการสื่อความหมาย
     - 1.3.1 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์
     - 1.3.2 สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและเป้าหมาย (Concreat) มากขึ้น
     - 1.3.3 ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น
     - 1.3.4 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้ดีขึ้น
2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน (Human Factor)
   - 2.1 ด้านผู้เรียน สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน
   - 2.2 ด้านผู้สอน
     - 2.2.1 สื่อไม่จำเป็นอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอน
     - 2.2.2 สื่อที่ใช้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้สอน
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อม และการนำไปใช้งาน
   - 3.1 ด้านวัสดุและอุปกรณ์
     - 3.1.1 ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น
     - 3.1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
     - 3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่ หาได้ตามวิทยาลัยทั่วๆไป
   - 3.2 ด้านเวลา
     - 3.2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก
     - 3.2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ด้านการใช้งาน

3.3.1 สามารถนำไปใช้ง่าย และสะดวก

3.3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน

3.3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะไปใช้งาน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพ หรือการหาผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนการสอนของชุดฝึกหรือชุดทดลองหลายเรื่องด้วยกัน สรุปได้ดังนี้

นภัทร วัจนเทพินทร์ (2534 : 37-40) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องวงจรพัลซ์และสวิทชิ่ง นำชุดทดลองไปทำการทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเรียนระหว่างการเรียนโดยใช้ชุดทดลองและการเรียนการสอนแบบปกติ ด้วยการวัดค่าต่างๆ ตามใบงาน เพื่อเปรียบเทียบกับผลการคำนวณทางทฤษฎีมีค่าไม่เกินร้อยละ 10 ตามสมมติฐาน กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้า ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน

ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพชุดทดลองด้านความเที่ยงตรง ร้อยละ 90-100 เวลาที่ใช้ในการทดลองลดลงเหลือเพียง 10 สัปดาห์ๆ ละ 3 คาบ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 38.44 เมื่อสอนปกติมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.81 แต่ไม่แตกต่างกันที่ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 มีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปว่าควรมีการวิจัยเพื่อสร้างชุดทดลองทางสาขาวิชาช่างไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถใช้งานได้สะดวก ช่วยลดเวลาในการทดลองลง และการวิจัยที่นำไปใช้กับหลักสูตรระยะสั้นด้วย

ธนิต บุญใส (2534 : 27-29) ทำการวิจัยการสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร โดยสร้างชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง สาขาวิชาช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า ได้ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทดลอง และทำแบบทดสอบท้ายการทดลองเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.16 ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อทดสอบรวมเฉลี่ยร้อยละ 82.00 ซึ่งผลทั้งสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับชุดทดลอง และใบงาน ส่วนใหญ่เห็นว่าชุดทดลอง และใบงานมีคุณค่ามาก ผลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดทดลอง และใบงาน มีความเห็นว่าชุดทดลองมีคุณค่าเหมาะกับการใช้งาน ต้องปรับปรุงเกี่ยวกับคำถามในใบงาน และการเก็บรักษา มีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปว่า ก่อนสร้างชุดทดลองควรสำรวจอุปกรณ์ที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในห้องตลาดก่อน การเก็บผลการทดลองควรใช้กลุ่มตัวอย่างจากหลายๆ แห่ง หลายๆ สถานที่ และควรให้มีการทำการวิจัยทางด้านใบงาน และชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์ด้านอื่นๆ ด้วย

บุญยเกียรติ กิ่งวัชระพงศ์ (2535 : 28-29) ทำการวิจัยการสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2527 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมวัดครั้งเดียว เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับชุดทดลองเดิม กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ (ความเชื่อมั่นร้อยละ 95) กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อใช้ชุดทดลองใหม่คิดคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.22 เมื่อใช้ชุดทดลองเดิม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.94 ไม่แตกต่างกันที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย ชุดทดลองใหม่เหมาะสมในการใช้งานด้านเอื้ออำนวยความสะดวก และความสอดคล้องกับหลักสูตร มีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปว่าควรสร้างใบงานก่อน เพื่อกำหนดจุดต่อ และกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และขนาดของชุดทดลองที่เหมาะสม ควรทำการวิจัยชุดทดลองที่มีรูปแบบแตกต่างกัน จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันในลักษณะใด

จิระศักดิ์ สินสุขอุดมชัย (2535 : 58-59) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 (ฟก.012) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัย เอเชียอาคเนย์ นำชุดทดลองไปทำการทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการทดลองและผลทางทฤษฎี ซึ่งมีค่าผิดพลาดไม่เกินกว่า หรือ เท่ากับร้อยละ 10 ตามสมมติฐานกลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนของมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ผ่านการเรียนการสอนในวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 มาแล้ว จำนวน 15 คน

ผลการวิจัยพบว่า ได้ประสิทธิภาพชุดทดลองด้านความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 95.08 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย มีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปว่า ควรมีการวิจัยเพื่อสร้างชุดทดลองทางสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถใช้งานได้สะดวก ถูกต้อง เหมาะสม เพื่อให้ผู้สอนสามารถสอนเพิ่มเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้

ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ (2536 : 37-40) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการวัดอุตสาหกรรม และการควบคุมระบบ สำหรับการเรียนวิชาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมและการควบคุม 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ใช้เกณฑ์กำหนด ร้อยละ 80/80 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 20 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.83/81.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เป็นการเรียนรู้ด้วย ประสบการณ์ตรง มีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปว่า ควรพิจารณาถึงความถูกต้องของเนื้อหาและทักษะที่จะได้รับจากการใช้ชุดทดลอง ควรตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอน หลังการทดลองทุกครั้งควรมีการอภิปรายผลร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2540 : 35-37) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น หลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) โดยสร้างชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบ ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง พุทธศักราช 2533 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า วิชาเอกเทคนิคไฟฟ้าสื่อสาร วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 21 คน

ผลการวิจัยพบว่า ได้ผลคะแนนเฉลี่ยจากการฝึกภาคทดลอง และการทำแบบทดสอบท้ายการทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.33 ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อสอบรวม เฉลี่ยร้อยละ 84.53 ซึ่งผลทั้งสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดทดลอง และใบงาน มีความเห็นว่าชุดทดลองมีคุณค่าและมีประโยชน์ เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนมาก โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนของเนื้อหา และคำถามในข้อทดสอบท้ายการทดลองควรถามเกี่ยวกับผลการทดลอง เพื่อเป็นการตรวจสอบทักษะที่เกิดขึ้น

สนั่น จันทร์พรม (2540 : 34-37) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ได้สร้างชุดฝึก ใบงาน และแบบทดสอบ ครอบคลุมเนื้อหาหน่วยเรียนเรื่องการสื่อสารดาวเทียม วิชาระบบโทรคมนาคม (รหัสวิชา 04-231-203) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 40 คน

ผลการวิจัยพบว่า ได้ผลคะแนนเฉลี่ยจากปฏิบัติ และทำแบบทดสอบท้ายการปฏิบัติเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.12 ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อทดสอบรวมเฉลี่ยร้อยละ 80.93 ซึ่งผลทั้งสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดฝึก และใบงาน มีความเห็นว่าชุดฝึกมีคุณค่าเหมาะสมที่จะใช้เรียนภาคปฏิบัติในวิชาโทรคมนาคม ในหน่วยเรียนเรื่องการสื่อสารดาวเทียม โดยมีข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับชุดฝึกควรปรับปรุงอีกเล็กน้อย และการทำงานบางอย่างควรตัดออกไป บางอย่างควรเพิ่มเข้ามา ตัวรูปทรงของชุดฝึกควรสวยงามกว่านี้ อาจขอความช่วยเหลือหรือจ้างผู้ชำนาญงานที่มีฝีมือเฉพาะด้าน จะทำให้ผลงานมีความประณีตสวยงามมากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านใบงาน สรุปได้ดังนี้ คำถามบางข้อของใบงานที่ 1 ไม่ชัดเจนควรแก้ไข การตรวจวัดอาการเสียใบงานที่ 3 มีการปฏิบัติใช้เวลานานเกินไป

สมานมิตร อยู่สุขสวัสดิ์ (2529 : 31-34) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง อนาลอกเทคนิคเบื้องต้น แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวอย่างที่เป็นนักเรียนแผนกอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2528 จำนวน 26 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองอนาลอกเทคนิคเบื้องต้น มีประสิทธิภาพร้อยละ 84.82/82.43 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง (2533 : 71-73) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิชุดประลองเครื่องรับวิทยุ AM-FM สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพตามหลักสูตรวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นปีที่2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 38 คน

ผลการวิจัยพบว่าชุดประลองเครื่องรับวิทยุ AM-FM ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.33/91.76 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ (2536 : 37-39) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการวัดอุตสาหกรรมและการควบคุมระบบสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการวัดอุตสาหกรรม และการควบคุมระบบที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.83/81.50 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

ไพโรจน์ ทรัพย์สุทธิ์ (2536 : 29-30) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ช่างอุตสาหกรรมที่มิใช่ช่างไฟฟ้าจำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่าชุดประลองที่สร้างขึ้นเมื่อนำไปใช้ในการสอนแล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 81.56/81.00 ซึ่งแสดงว่าชุดประลองมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

จรัญ แสนราช (2535 : 33-36) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองวิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง มีประสิทธิภาพร้อยละ 81.48/79.46 ถึงแม้ว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละระหว่างแบบทดสอบรวมมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ก็อยู่ในย่านที่ยอมรับได้ แสดงว่าชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองสามารถ นำไปใช้สอนแทนครูได้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุรพล ปุ้นต้นทอง (2536 : 32-35) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการปฏิบัติการเครื่องมือวัดดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ระดับ ปวส.2) แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 8 เรื่อง กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ได้จากแบบทดสอบหลังการประลองและจากแบบทดสอบรวมหลังจากการเรียนจบทุกเรื่อง

ผลการวิจัยพบว่า การเรียนด้วยชุดประลอง การปฏิบัติการเครื่องมือวัดดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 81.875/82.625 สูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80

แหนม กาสี (2535 : 29-31) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเรื่องการสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพชุดประลองการวัดไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2527 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 20 คน ทำการสอนด้วยชุดประลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534

ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการวัดไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเท่ากับ 81.79/86.25 เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ไวพจน์ ศุภบวรเสถียร (2536 : 53-58) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพใบประลองประกอบการเรียนการสอนวิชาโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ ที่ใช้ร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยใช้นักเรียนระดับ ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนกุลศิริเทคโนโลยี จำนวน 26 คน

ผลการวิจัยพบว่า ใบประลองประกอบการเรียนการสอนวิชาโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ มีประสิทธิภาพ 80.87/80.20 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

พุธทอง โพธิปัญญา (2539 : 36-39) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง หลักสูตรแผนกวิชามัลติเพล็กซ์ กองวิชาการเทคโนโลยีสื่อสาร ส่วนราชการฝึกอบรม ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรบุคคล องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้หาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นผู้เข้ารับการฝึกอบรมแผนกวิชามัลติเพล็กซ์ จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.42/85.57ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสรุปงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ค้นคว้ามานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนชุดทดลอง หรือ ชุดปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพ ในการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาและยังช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องของวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ รหัสวิชา (2104-2210) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 60 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่คัดเลือกจากประชากรโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 15 คน ด้วยการจับฉลากจากประชากร

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. แผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 4 หน่วย ในแต่ละหน่วยแสดงวงจรกรองความถี่แต่ละชนิด โดย

หน่วยที่ 1 คือ Low Pass Filter (LPF)

หน่วยที่ 2 คือ High Pass Filter (HPF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 3 คือ Band Pass Filter (BPF)

หน่วยที่ 4 คือ Band Stop Filter (BSF)

2. ใบงาน เป็นใบสั่งงานที่ให้นักเรียนทำการทดลอง ในแต่ละใบงานประกอบด้วย วัตถุประสงค์ในการทดลอง ทฤษฎีและคำแนะนำที่เกี่ยวข้อง รายการอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ ลำดับขั้นในการทดลอง ตารางบันทึกผลที่ได้ กราฟสำหรับบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนน มีความเที่ยงตรงทางเนื้อหาทางปฏิบัติ โดยตรวจสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบทดสอบที่สร้างขึ้นประกอบด้วย

3.1 แบบทดสอบท้ายใบงาน

3.2 แบบทดสอบรวม

4. แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อใช้ประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านใบงานและแผงทดลอง องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อม และการนำไปใช้งาน โดยการกำหนดรายการประเมินให้ครอบคลุมในส่วนต่างๆ ของสิ่งที่ตองการประเมิน โดยระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ประกอบด้วย

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การสร้างใบงานชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการศึกษาทฤษฎีในเรื่องที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา คำอธิบายรายวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ เพื่อวางแนวทางรายละเอียดของหัวข้อ เนื้อหาเรื่องต่างๆ

3. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการสร้างสื่อการเรียนการสอน

4.ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับการสร้างใบงาน นำทฤษฎีเหล่านั้นมากำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาใบงาน

5. สร้างใบงานที่เกี่ยวกับวงจรกรองความถี่ทั้ง 4 แบบ จำนวน 4 ใบงาน

6. หลังจากสร้างใบงานเรียบร้อย ส่งให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแก้ไข ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คนประเมิน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 ผศ.กิติพงค์ มะโน รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6.2. ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6.3 นายมนตรี พรหมเพ็ชร กลุ่มมาตรฐานอาชีวศึกษาอุตสาหกรรม สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ

6.4 นายสมบูรณ์ เนียมกล่ำ หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

6.5 นายศิลป์ไชย วุฒานุสรณ์ หัวหน้าแผนกวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ

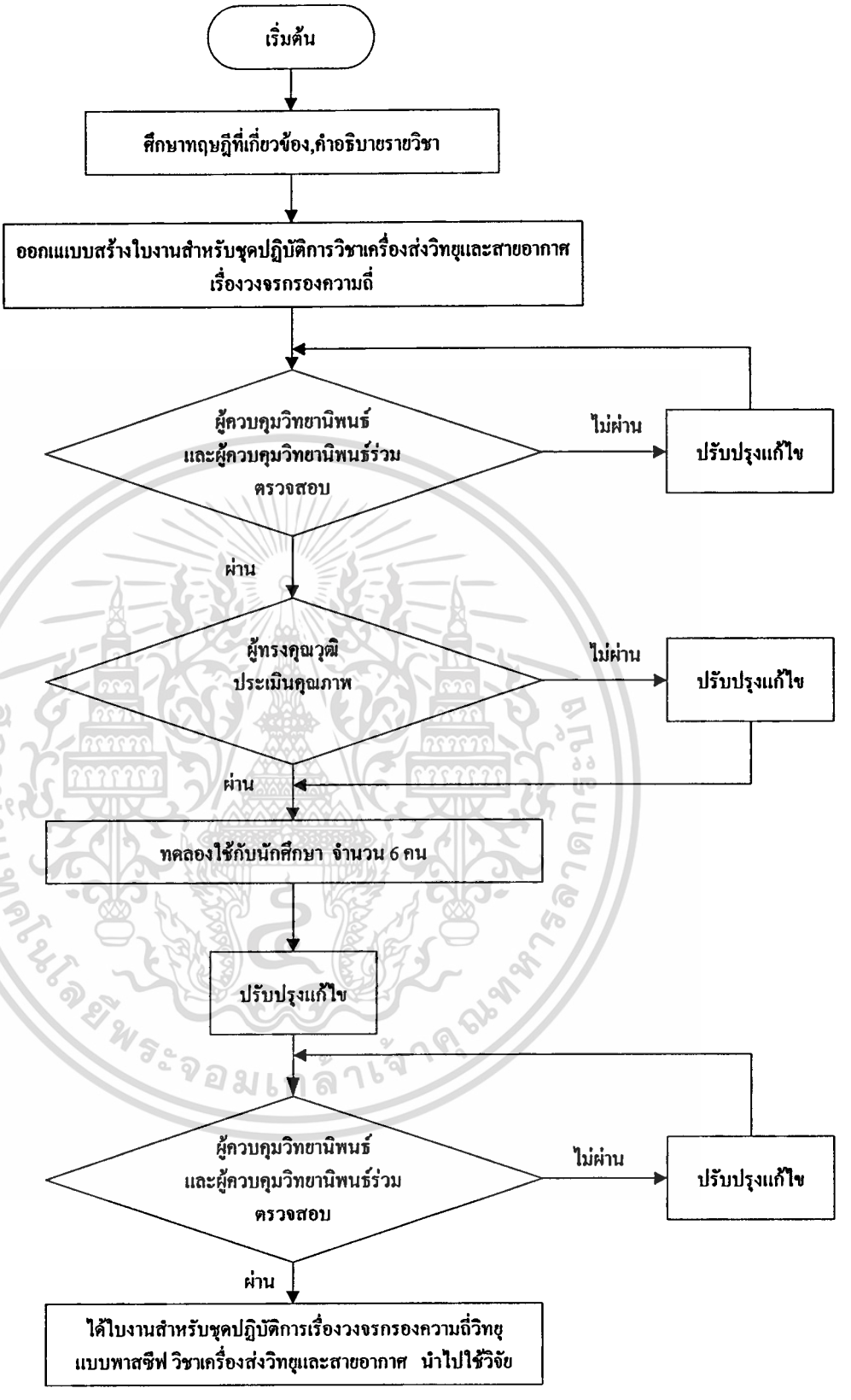
7. นำมาปรับปรุงแก้ไขจนถูกต้องเหมาะสม

8. นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับ ปวส. ที่เคยเรียนเรื่องวงจรกรองความถี่แล้ว จำนวน 6 คน แล้วนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

9. ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง นำผลมาปรับปรุงแก้ไขเป็นขั้นสุดท้าย

10. ได้ใบงานเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ เพื่อนำไปใช้วิจัย ลำดับขั้นตอนการสร้างใบงาน แสดงในภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสร้างแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

มีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีในเรื่องที่เกี่ยวข้องรูปแบบและการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ หลักการสร้างวงจร และรายละเอียดต่างๆ จากใบงานที่สร้างขึ้น

2. นำส่วนต่างๆเหล่านี้มาทำการกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ คัดเลือกและจัดหาอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดี หาได้ง่ายในท้องตลาด เลือกเฉพาะอุปกรณ์ที่มีค่าผิดพลาดต่ำ โดยเลือกให้สอดคล้องกับวงจรที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งได้ทำการศึกษาและคำนวณค่าไว้แล้ว

3. ทำการทดลองวงจรต่างๆ เพื่อหาข้อผิดพลาดจากการประกอบวงจรจริงเทียบกับค่าที่คำนวณออกแบบไว้ และทำการแก้ไขค่าอุปกรณ์และวงจรให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

4. ออกแบบสร้างแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟส่งให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบแก้ไข

5. นำมาปรับปรุงจนถูกต้องเหมาะสม

6. นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คนประเมิน ซึ่งทั้ง 5 คนเป็นผู้ทรงคุณวุฒิชุดเดียวกันกับที่ประเมินคุณภาพด้านใบงาน

7. นำมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับ ปวส. ที่เคยเรียนเรื่องวงจรกรองความถี่แล้วจำนวน 6 คน ตรวจสอบแก้ไข

9. ส่งให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง

10. เมื่อผ่านการตรวจสอบและแก้ไขเรียบร้อย ได้แผงทดลองปฏิบัติการที่สมบูรณ์ จึงนำไปใช้วิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป ลำดับขั้นตอนการสร้างแผงทดลองปฏิบัติการ แสดงในภาพที่ 3.3 และ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ด้านบนของแผงทดลองปฏิบัติการแบ่งออกเป็น 4 หน่วย แสดงในภาพที่ 3.2 โดยแต่ละหน่วยแสดงวงจรกรองความถี่แต่ละชนิด ดังนี้

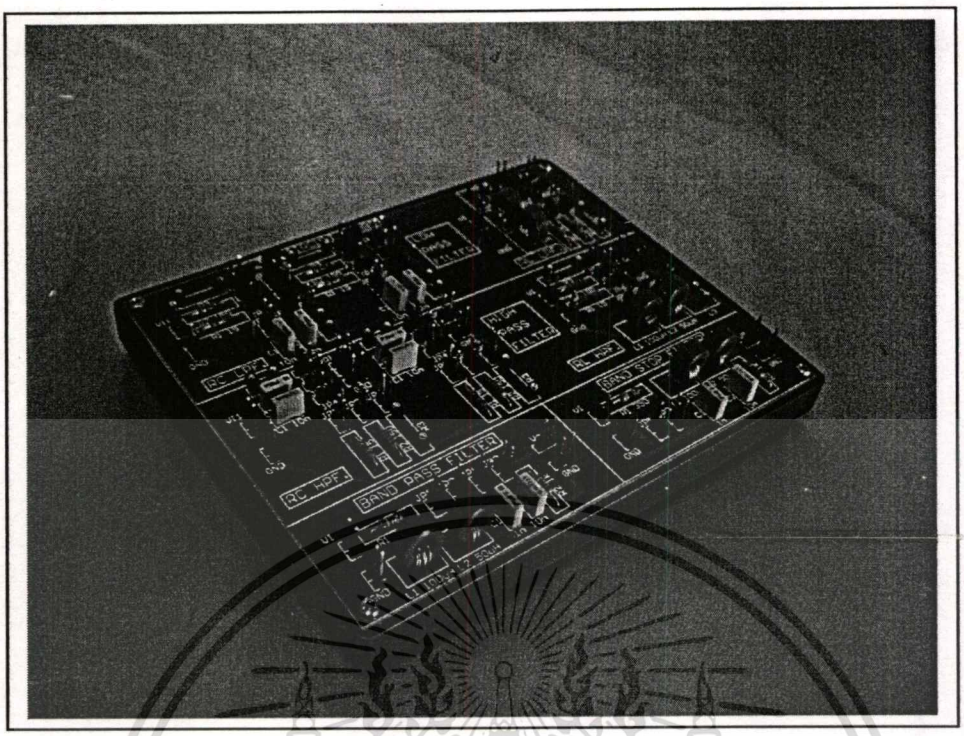
หน่วยที่ 1 คือ Low Pass Filter (LPF)

หน่วยที่ 2 คือ High Pass Filter (HPF)

หน่วยที่ 3 คือ Band Pass Filter (BPF)

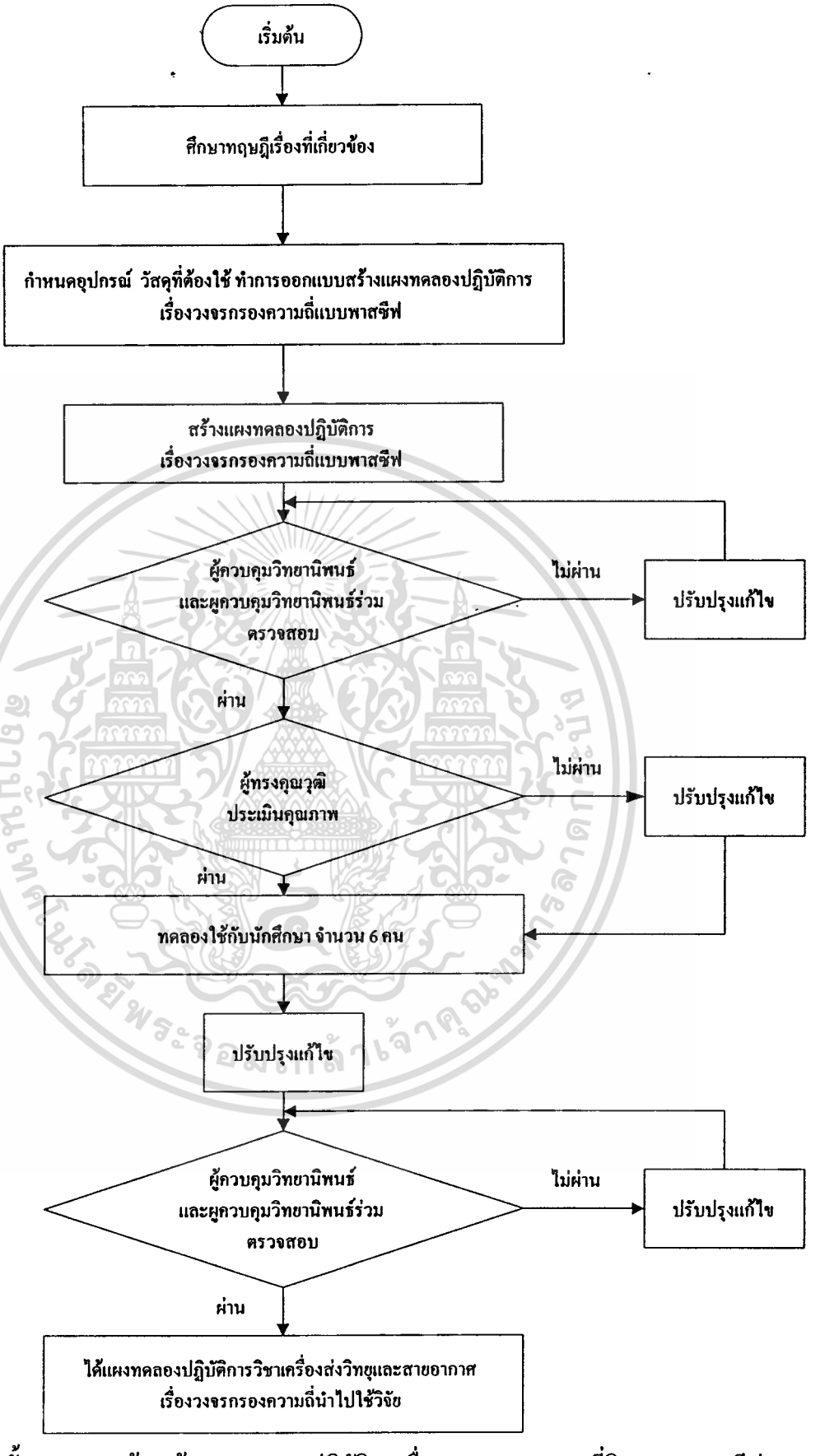
หน่วยที่ 4 คือ Band Stop Filter (BSF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างสร้างแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ เรื่อง วงจรกรองความถี่ เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งได้ดำเนินการสร้างตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งแบบทดสอบท้ายใบงาน จำนวนใบงานละ 10 ข้อ 10 คะแนนและแบบทดสอบรวมจำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยสร้างแบบทดสอบในแนวคำถามทางปฏิบัติ ทั้งจากผลการทดลองและจากการวิเคราะห์ผลในการออกแบบวงจร ซึ่งมีคำตอบถูกเพียง คำตอบเดียว และคำตอบลวง 3 คำตอบ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 และข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้คะแนนเป็น 0 นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบแก้ไข นำมาปรับปรุงจนถูกต้องเหมาะสม

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน จำนวน 5 คน โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน –1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ซึ่งทั้ง 5 คนเป็นผู้ทรงคุณวุฒิชุดเดียวกันกับที่ประเมินคุณภาพด้านใบงาน ไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ *IOC* หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

n หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้งาน

3.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้ว ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนระดับ ปวส. สาขาโทรคมนาคม ของวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ จำนวน 20 คน ซึ่งเคยเรียนเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟมาแล้ว เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้คะแนนเป็น 0

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

3.6 คัดเลือกเอาคะแนนต่ำสุดขึ้นมา 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็น กลุ่มต่ำ และคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุดลงไป 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มสูง

3.7 หาความถี่ของคนตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำเป็นรายข้อ และมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (difficulty) ของแบบทดสอบ เพื่อเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 โดยใช้สูตร (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237) ดังนี้

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ p หมายถึง ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

f_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 หาค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยเฉลี่ยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์และเนื้อหาแล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อ เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์โดยใช้สูตร (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237) ดังนี้

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$$

เมื่อ r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

3.9 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของ KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 142)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

K หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด

P หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

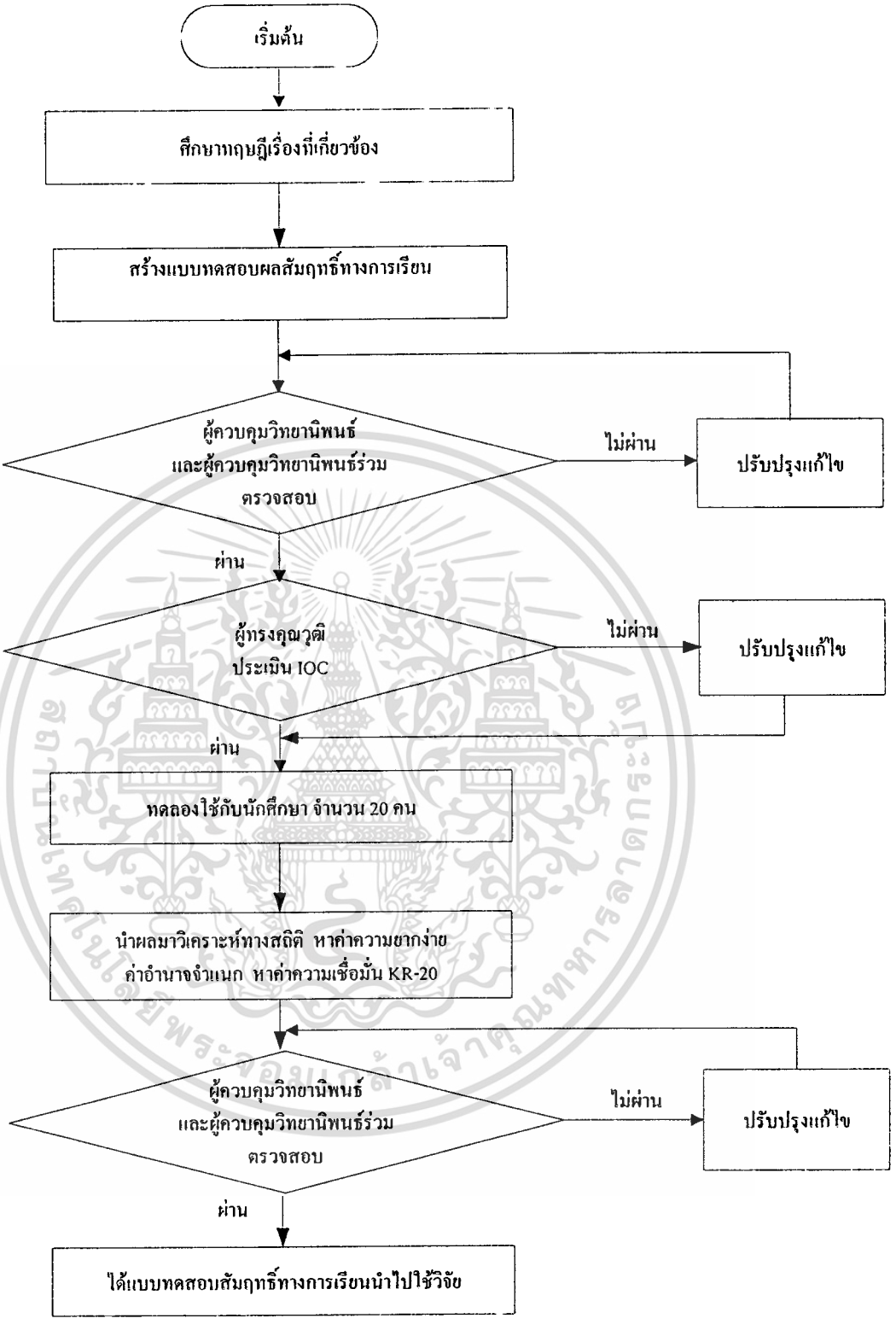
q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)

S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่า 0.7-1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง ถ้ามีค่าความเชื่อมั่น 0.3-0.7 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง ถ้ามีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่า 0.3 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

3.10 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์แล้ว ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกบทเรียน ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกมา ดังภาพที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพ ตามขั้นตอนดังนี้

1. โดยศึกษาทฤษฎีเรื่องที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดต่างๆจากใบงานและแผงทดลองปฏิบัติการที่สร้างขึ้น นำสิ่งต่างๆเหล่านี้มากำหนดหัวข้อที่จะประเมิน แล้วออกแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ แบบประเมินแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เลือกประเมินแสดงความคิดเห็น ซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Scale) คือ ดีมาก, ดี, ปานกลาง, พอใช้ และควรปรับปรุง โดยระดับความคิดเห็นเป็นบวกมีคะแนนเป็น 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ในแบบประเมินคุณภาพบทเรียนนั้น ผู้วิจัยแบ่งระดับความคิดเห็น ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก
4 หมายถึง ดี
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง พอใช้
1 หมายถึง ควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การตีความ ของการแสดงความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิ ตามแบบของ John W Best ซึ่งการนำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินสื่อ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินดังนี้

เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

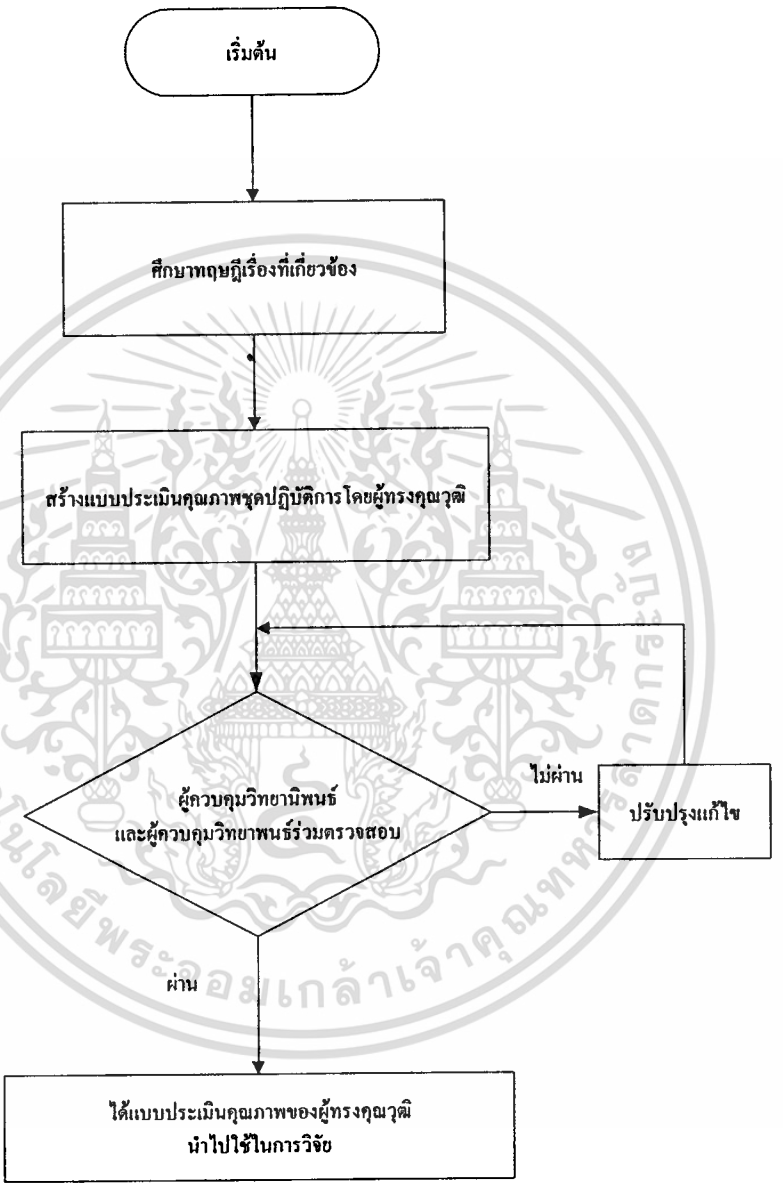
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)		ระดับความคิดเห็น
4.50-5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	ดี
2.50-3.49	หมายถึง	ปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	พอใช้
1.00-1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ในการประเมินนั้น คะแนนเฉลี่ยที่ได้ด้านใบงานและแผงทดลองปฏิบัติการจะต้องได้เกณฑ์ ($\overline{X}$) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไข

3. ได้แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิใช้แสดงความคิดเห็น



ภาพที่ 3.5 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการทดลองใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ มีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

2. ทำการนัดหมายกับนักเรียนระดับ ปวส. ในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หรือ สาขาวิชาโทรคมนาคม ที่เคยเรียนเรื่องวงจรกรองความถี่มาแล้ว จำนวน 6 คน วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ เพื่อทดลองใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟที่สร้างขึ้น โดยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ หลักการทำงาน ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีและวิธีปฏิบัติก่อนการทดลอง ตลอดจนการใช้งานแผงปฏิบัติการ และใบงาน หลังจากนั้นให้ทำการทดลองแต่ละใบงานจนครบทุกใบงาน ทำการสังเกต และจดบันทึกจุดบกพร่องต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3. ทำการนัดหมายกับนักเรียนระดับ ปวส. ในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หรือ สาขาวิชาโทรคมนาคม ที่เคยเรียนเรื่องวงจรกรองความถี่มาแล้ว จำนวน 20 คน ทำแบบทดสอบท้ายใบงานแต่ละใบงานและแบบทดสอบรวม นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ให้อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ทำการนัดหมายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟที่สร้างขึ้น กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยชี้แจงให้ทราบถึงขอบข่ายการใช้งาน หลักการทำงาน ส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง วิธีปฏิบัติก่อนการทดลอง และอธิบายทฤษฎี พร้อมคำแนะนำในการทดลองทุกครั้งก่อนลงมือทำการทดลอง นำชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ที่ได้รับการพัฒนาแล้วมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยให้ผู้เรียนปฏิบัติตามใบงานและหลังจากจบแต่ละใบงาน ให้ทำแบบทดสอบท้ายใบงานแต่ละใบงานด้วย และหลังจากเรียนครบทุกใบงาน แล้วให้ทำแบบทดสอบรวม จากนั้นนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ มาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

n หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้งาน

3.5.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยการหาค่าความยากง่าย การหาค่าอำนาจจำแนก และการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.5.2.1 หาค่าความยากง่าย (difficulty) (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237) ดังนี้

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ p หมายถึง ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

f_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ขอบเขตของค่า p และความหมาย

0.80 – 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 – 0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 – 0.59 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)

0.20 – 0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00– 0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2 หาค่าอำนาจจำแนก (r) (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237) ดังนี้

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$$

เมื่อ r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

ขอบเขตของค่า r และความหมาย

0.40 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนกสูง (คุณภาพดีมาก)

0.30 – 0.39 ค่าอำนาจจำแนกปานกลาง (คุณภาพดีพอสมควร)

0.20 – 0.29 ค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ (คุณภาพพอใช้ได้)

0.00 – 0.19 ค่าอำนาจจำแนกต่ำ (คุณภาพใช้ไม่ได้)

3.5.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของ KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 142) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

K หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด

P หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)

S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3.5.3 การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

3.5.3.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 151) ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

x หมายถึง คะแนนแต่ละจำนวน

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวน

n หมายถึง จำนวนข้อมูล

3.5.3.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 162) ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x หมายถึง คะแนนแต่ละจำนวน

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวน

n หมายถึง จำนวนข้อมูล

3.5.4 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยแยกเป็นคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงานแต่ละใบงาน และคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกใบงาน เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 จากการประเมินผลของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงาน กับคะแนนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกใบงานแล้ว โดยใช้ สูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 136) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X / N}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F / N}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักเรียน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ท้ายใบงาน แต่ละใบงาน ระหว่างทำการทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E_2 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากทำการทดลองกับชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ครบทุกใบงาน

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงานแต่ละใบงาน

$\sum F$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทำใบงานครบทุกใบงาน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายใบงานแต่ละใบงาน

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทำใบงานครบทุกใบงาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องของวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ รหัสวิชา (2104-2210) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ โดยได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านใบงาน

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านแผงทดลองปฏิบัติการ

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านใบงาน

การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านใบงาน วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังใน ตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ก. ด้านใบงาน			
1.ความเหมาะสมของรูปแบบของใบงาน	4.60	0.55	ดีมาก
2.รูปแบบของใบงานง่ายต่อการใช้	4.60	0.55	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.60	0.55	ดีมาก
4.ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา	4.60	0.55	ดีมาก
5.ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	4.80	0.45	ดีมาก
6.ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.40	0.55	ดี
7.ความถูกต้องเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ	4.40	0.55	ดี
8.ความชัดเจนเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ	4.20	0.45	ดี
9.เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้	4.20	0.45	ดี
10.การควบคุมเนื้อหาตามหลักสูตร	4.60	0.55	ดีมาก
11.ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ในใบงานกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง	4.80	0.45	ดีมาก
12.มีความเชื่อมั่นต่อการใช้งาน	4.40	0.55	ดี
รวม	4.52	0.51	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงาน มีความคิดเห็น โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมินดังนี้ ด้านใบงาน พบว่าอยู่ในระดับดีมาก 7 รายการ เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยดังนี้ (11) ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ในใบงานกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง กับ (5) ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 (1) ความเหมาะสมของรูปแบบของใบงาน (2) รูปแบบของใบงานง่ายต่อการใช้ (3) ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (4) ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา (10) การควบคุมเนื้อหาตามหลักสูตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รองลงมาอยู่ในระดับดี 5 รายการ (6) ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน (7) ความถูกต้องเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ (12)มีความเชื่อมั่นต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 4.40 และ (8) ความชัดเจนเหมาะสมของตัวอักษร รูปตาราง และกราฟ (9) เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 ตามลำดับ

ดังนั้น เมื่อสรุปโดยรวมแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านใบงาน จำนวน 5 ท่านมีความคิดเห็นว่าคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านใบงาน ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.52 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านแผงทดลองปฏิบัติการ

การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านแผงทดลองปฏิบัติการ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังใน ตารางที่ 4.2 .

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแผงทดลองปฏิบัติการ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ข. ด้านแผงทดลองปฏิบัติการ			
1.ขนาดความเหมาะสมของแผงทดลองปฏิบัติการ	4.60	0.89	ดีมาก
2.รูปแบบของแผงทดลองปฏิบัติการก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.20	0.45	ดี
3.ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์	4.40	0.55	ดี
4.ความแข็งแรงของแผงทดลองปฏิบัติการ	4.60	0.55	ดีมาก
5.ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างแผงทดลองปฏิบัติการ	5.00	0.00	ดีมาก
6.ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์	4.80	0.45	ดีมาก
7.ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง	4.60	0.55	ดีมาก
8.ความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	4.60	0.55	ดีมาก
9.สามารถนำไปใช้งานได้สะดวก	4.60	0.55	ดีมาก
10.ความสัมพันธ์ของแผงการทดลองปฏิบัติการต่อใบงาน	4.40	0.55	ดี
11.ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	4.40	0.55	ดี
12.คุณค่าทางวิชาการของแผงทดลองปฏิบัติการโดยภาพรวม	4.20	0.45	ดี
รวม	4.53	0.51	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านแผงทดลองปฏิบัติการมีความคิดเห็น โดยแบ่งตามหัวข้อรายการประเมินดังนี้ ด้านแผงทดลองปฏิบัติการ พบว่าอยู่ในระดับดีมาก 7 รายการ เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยดังนี้ (5) ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างแผงทดลองปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ย 5.00 (6) ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ย 4.80 (1) ขนาดความเหมาะสมของแผงทดลองปฏิบัติการ (4) ความแข็งแรงของแผงทดลองปฏิบัติการ (7) ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง และ (8) ความเหมาะสมกับระดับนักเรียน (9) สามารถนำไปใช้งานได้สะดวก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รองลงมาอยู่ในระดับดี 5 รายการ (3) ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์ (10) ความสัมพันธ์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงการทดลองปฏิบัติการต่อใบงาน (11) ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 (12) คุณค่าทางวิชาการของแผงทดลองปฏิบัติการโดยภาพรวม (2) รูปแบบของแผงทดลองปฏิบัติการก่อให้เกิดแรงจูงใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 4.20 ตามลำดับ

ดังนั้น เมื่อสรุปโดยรวมแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านแผงการทดลองปฏิบัติการ จำนวน 5 ท่าน มีความคิดเห็นว่า คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ด้านแผงทดลองปฏิบัติการที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.53 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟโดยใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ เป็นการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยใช้ 1 คนต่อชุดฝึก 1 เครื่อง มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ได้ผลดังตารางที่ 4.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบท้ายใบงานแต่ละใบงาน	15	40	33.20	83.00	80
คะแนนแบบทดสอบรวมหลังทำการทดลองครบ4 ใบงาน	15	40	33.07	82.67	80

จากตารางที่ 4.3 ผลปรากฏว่า ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ที่สร้างขึ้น นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายการทดลองแต่ละใบงานเฉลี่ยได้ 33.20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (ใบงานละ 10 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 83.00 และทำแบบทดสอบรวมหลังทำการทดลองครบ 4 ใบงานแล้ว ได้คะแนนเฉลี่ย 33.07 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.67 ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องของวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ รหัสวิชา (2104-2210) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.3 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ต่ำกว่า 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่คัดเลือกจากประชากรโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 15 คน ด้วยการจับฉลากจากประชากร

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ประกอบด้วย แผงทดลองปฏิบัติการ ใบงาน แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ใบงาน เป็นใบสั่งงานที่ให้นักเรียนทำการทดลอง ในแต่ละใบงานประกอบด้วย วัตถุประสงค์ในการทดลอง ทฤษฎีและคำแนะนำที่เกี่ยวข้อง รายการอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ ลำดับขั้นในการทดลอง ตารางบันทึกผลที่ได้ กราฟสำหรับบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองมีทั้งหมด 4 ใบงาน

2. แผงทดลองปฏิบัติการ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 4 หน่วย ในแต่ละหน่วยแสดงวงจรกรองความถี่แต่ละชนิด โดย

หน่วยที่ 1 คือ Low Pass Filter (LPF)

หน่วยที่ 2 คือ High Pass Filter (HPF)

หน่วยที่ 3 คือ Band Pass Filter (BPF)

หน่วยที่ 4 คือ Band Stop Filter (BSF)

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน มีความเที่ยงตรงทางเนื้อหาทางปฏิบัติ โดยตรวจสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบทดสอบที่สร้างขึ้นประกอบด้วย แบบทดสอบท้ายใบงาน และแบบทดสอบรวม โดยข้อสอบที่ใช้มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.7 -1.00

4. แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ด้านใบงาน และแผงทดลองปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ จำนวน 15 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่านตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้

2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ขอบข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์ และคำชี้แจงในการทดลอง

4. ให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการปฏิบัติตามใบงานที่กำหนดร่วมกับแผงทดลองปฏิบัติการ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศในแต่ละใบงาน โดยหลังจากจบแต่ละใบงาน ให้ทำแบบทดสอบท้ายใบงานแต่ละใบงานด้วย และหลังจากเรียนครบทุกใบงาน แล้วให้ทำแบบทดสอบรวม จากนั้นนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ มามาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ

2. วิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านใบงาน

3. วิเคราะห์คุณภาพของวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านแผงทดลองปฏิบัติการ

4. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟโดยใช้เกณฑ์ 80/80

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย โดยได้เลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความยากง่ายระหว่าง 0.45 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าความเชื่อมั่นที่ได้ระหว่าง 0.60 – 0.82

3. คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านใบงาน ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

4. คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านแผงทดลองปฏิบัติการ ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

5. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ชุดฝึกชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่สร้างขึ้นมีมีประสิทธิภาพ 83.00/82.67 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผล จากคะแนนท้ายการทดลอง ได้เฉลี่ยเท่ากับ 83.00 และมีประสิทธิภาพของแบบทดสอบรวมหลังการทดลองครบ 4 ใบงานแล้วได้เท่ากับ 82.67

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรก (E1)ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลองของนักเรียน มีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 83.00 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลัง (E2) ซึ่งเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบรวมหลังจากทำการทดลองครบ 4 ใบงานแล้ว มีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และถือได้ว่ามีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของพุธทอง โพธิปัญญา ที่ทำวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ ที่ทำวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. การทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการ และข้อเท็จจริงจากที่คนอื่นๆ ได้ค้นพบแล้ว เป็นการทบทวน และย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่ได้มีผู้ศึกษาไว้แล้วอย่างไรบ้าง เป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้วในชั้นเรียน (สุรพล ปุ่นต้นทอง. 2536 : 10)

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านใบงาน จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.52 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟด้านแผงทดลองปฏิบัติการ จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.53 มีความหมายของระดับ คุณภาพในระดับดีมาก แสดงว่าชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งประกอบด้วย ใบงาน และแผงทดลองปฏิบัติการ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ ในระดับดีมาก โดยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ปรากฏว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลองและจาการทำแบบทดสอบรวมหลังจากการทดลองครบ 4 ใบงานแล้ว โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.00/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ โดยชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นสามารถการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการทดลองแต่ละใบงาน และนักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเอง จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด การที่ E1 มีค่ามากกว่า E2 นั้นอาจเนื่องมาจากการหาค่า E1 นั้น นักเรียนเพิ่งจะทำการทดลองในใบงานนั้นๆ เสร็จสิ้น แล้วผู้วิจัยให้ทำแบบทดสอบท้ายใบงานเลย นักเรียนอาจจะกำลังมีความเข้าใจ และมีความมุ่งมั่นในการทำแบบทดสอบ และสำหรับ E2 นั้น นักเรียนต้องทำใบงานจนครบทั้ง 4 ใบงานก่อน ซึ่งเนื้อหาอาจจะมีมากและจำนวนข้อสอบมีมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดการล้า ส่งผลให้ความมุ่งมั่นในการทำแบบทดสอบลดลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ควรทำการศึกษาชุดปฏิบัติการอื่นๆ เพื่อหาลักษณะเด่น ด้อย ต่างๆ และนำลักษณะเด่นนั้น มาประยุกต์เพื่อใช้ในการพัฒนาชุดปฏิบัติการที่จะสร้างขึ้นใหม่ในรายวิชาต่างๆ ต่อไป

2. ในการจัดการเรียนการสอน ควรจะให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานชุดปฏิบัติการ ข้อควรระมัดระวังในขณะทดลองปฏิบัติการ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหา และอุปสรรคในการเรียน อันอาจส่งผลไปถึงความตั้งใจในการเรียนจากชุดปฏิบัติการ ของนักเรียน

3. สถานศึกษาควรให้การสนับสนุนครู-อาจารย์ ในการทำวิจัยต่างๆ อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยสร้างแรงจูงใจให้ครู-อาจารย์ ในการสร้างงานวิจัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุให้ครอบคลุมทั้งแบบ พาสซีฟ และ แบบแอคตีฟ

2. ควรทำการวิจัยเพื่อสร้างชุดปฏิบัติการ ให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งรายวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ตลอดจนในรายวิชาอื่นๆ เพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

3. ควรศึกษาวิจัยด้านตัวแปรต่างๆ เช่น ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2538. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ประเภทช่างอุตสาหกรรม.** กรุงเทพ

กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2546. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 ประเภทช่างอุตสาหกรรม.** กรุงเทพ

จรัญ แสนราช. 2535 . การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จิระศักดิ์ สินสุขอุดมชัย. 2535. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2529. เทคโนโลยีทางการศึกษา : หลักและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ. 2536. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการวัดอุตสาหกรรมและการควบคุมระบบ. วิยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ธนิต บุญใส. 2534. การสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ธีระชัย บูรณโชติ. 2533. การสร้างผลงานทางวิชาการ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นภัทร วัจนเทพินทร์. 2534. การสร้างและประสิทธิภาพชุดประลองวงจรพัลซ์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บุญยเกียรติ กิ่งวัชระพงษ์. 2535. การสร้างและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บำรุง กลัดเจริญ, และ ฉวีวรรณ กนาวงศ์. 2527. วิธีการสอนทั่วไป. โครงการตำรา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒพิษณุโลก . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิฆเณศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2541. **เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิจัยทางการศึกษา** กรุงเทพมหานคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พิชัย ภักดีพานิชเจริญ. 2540. **คู่มือการออกแบบวงจรกรองสัญญาณความถี่.** : PHYSICS CENTER

พิสิฐ เมธาภัทร และ ธีรพล เมธีกุล. 2529. **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พุธทอง โพธิปัญญา. 2540. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ไพโรจน์ ทรัพย์สุทธิ์. 2536. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2540. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2529. **การเลือกใช้สื่อการสอน.** วารสารครุศาสตร์เทคโนโลยี. ปีที่ 4 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ไวพจน์ ศุภบวรเสถียร. 2536 . การสร้างและหาประสิทธิภาพใบประลอง ประกอบการเรียนการสอนวิชาโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง. 2533. การสร้างและหาประสิทธิชุดประลองเครื่องรับวิทยุ AM-FM วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สุรพล ปุ้นต้นทอง. 2536. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง การปฏิบัติการเครื่องมือวัดดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สนั่น จันทร์พรม. 2540. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมานมิตร อยู่สุขสวัสดิ์. 2529. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองอนาลอกเทคนิคเบื้องต้น วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แหนม กาสี. 2536. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง เรื่องชุดประลองการใช้ไฟฟ้า วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อนันต์ ศรีโสภา. 2527. **หลักการวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด

อัญชลี แจ่มเจริญ และคณะ. 2526. **หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ (ระบุชุดการสอน).** กรุงเทพมหานคร : เฉลิมชัยการพิมพ์

อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กราฟแมนเพรส

Robert F. Coughlin , Frederick F. Driscoll. 1998. **Operational Amplifiers & Linear Integrated Circuits.** : Prentice-Hall International , Inc.

Thomas L. Floyd. 1997. **Electronic Device** : Prentice-Hall International , Inc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

- คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุม และกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- ผลการพิจารณาหัวข้อ และเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ ๒๖๐ /2546

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ

เค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของ นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสดิน ณ อยุธยา	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสดิน ณ อยุธยา	กรรมการ
ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	กรรมการ
ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	กรรมการ
ผศ.สถาพร	ดีบุญมี ณ ชุมแพ	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๖ มิถุนายน พ.ศ. 2546

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีรวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย รหัสประจำตัว 42064609 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2546 (THE LABORATORY SET OF RADIO TRANSMITTER AND ANTENNA FOR VOCATIONAL CERTIFICATE CURRICURUM 2003)" โดยมี ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2546

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2546

(รองศาสตราจารย์บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 1299 วันที่ ๒๕ ตุลาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์

ด้วย นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ -หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ 2546" คณะครุศาสตร์พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 1293 วันที่ 24 ตุลาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.กิติพงค์ มะโน

ด้วย นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ 2546" คณะครุศาสตร์พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1299

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 ตุลาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายมนตรี พรหมเพ็ชร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ 2546" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของนายสุรพงษ์ เอิมอุทัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1299

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ ตุลาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสมบูรณ์ เนียมกล่ำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ 2546" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของนายสุรพงษ์ เอิมอุทัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1299

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

28 ตุลาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายศิลป์ไชย วุฒานุสรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ 2546"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของนายสุรพงษ์ เอิมอุทัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

กองบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04 / 1636

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 พฤศจิกายน 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ 2546"
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาตให้ นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย ทดลองเครื่องมือ
เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 7373000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04 / 1836

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 พฤศจิกายน 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ เพื่อการวิจัย 1 ชุด

ด้วย นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ 2546" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2546 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

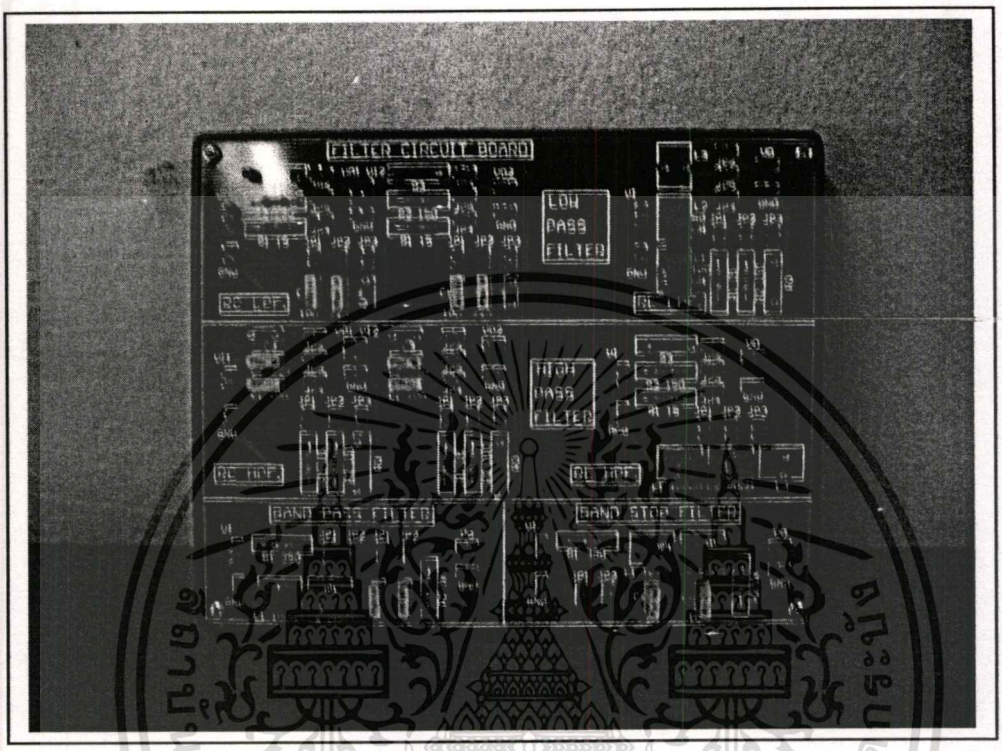
หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

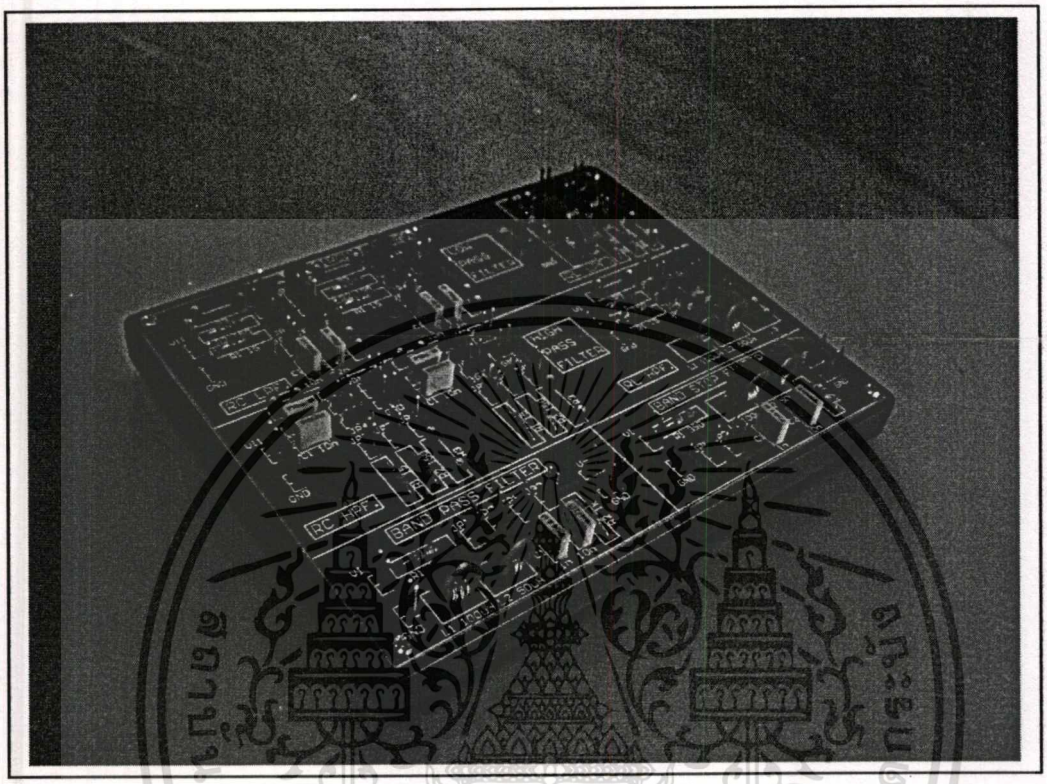
- รูปแบบของแผงทดลองปฏิบัติการ
- ใบงาน
- แบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



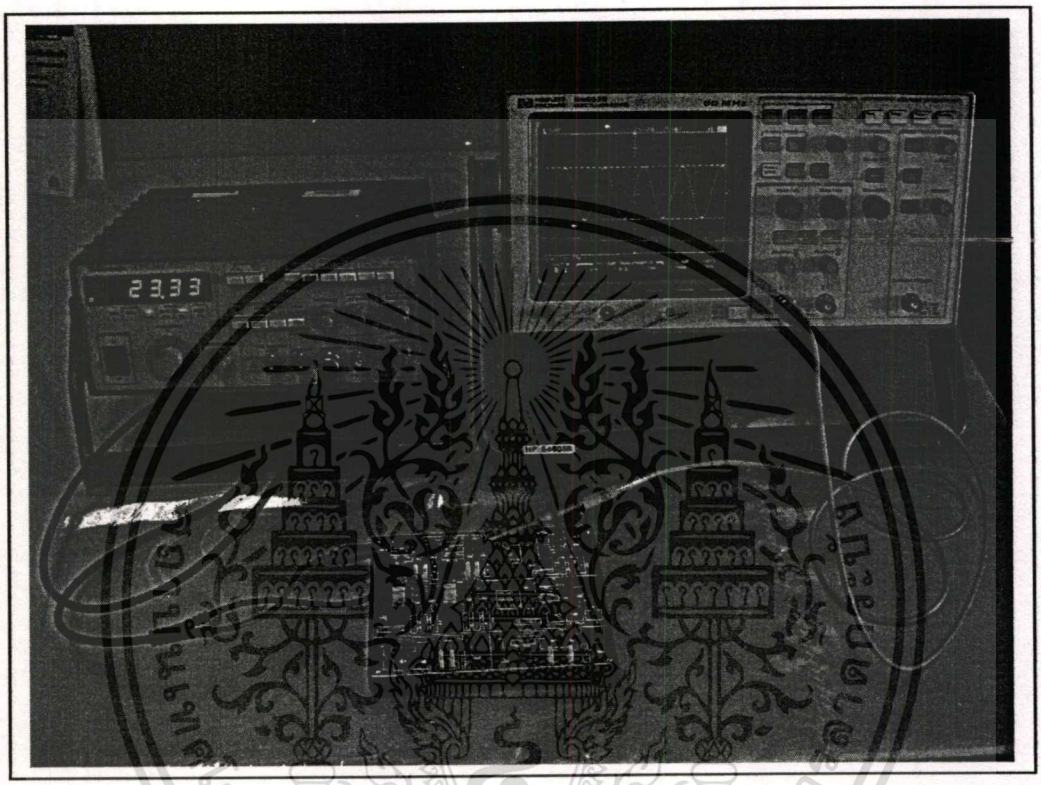
ภาพที่ 6.1 รูปแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.2 รูปแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ (ด้านข้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.3 รูปแสดงการทดลองแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1
วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)
2. บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน บน Semi log Graph
3. คำนวณหาค่า cutoff frequency
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)

เครื่องมือ และอุปกรณ์

1. แผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ	1	แผง
2. ออสซิลโลสโคบ พร้อมสายวัดสัญญาณ	1	เครื่อง
3. Function Generator พร้อมสายสัญญาณ	1	เครื่อง

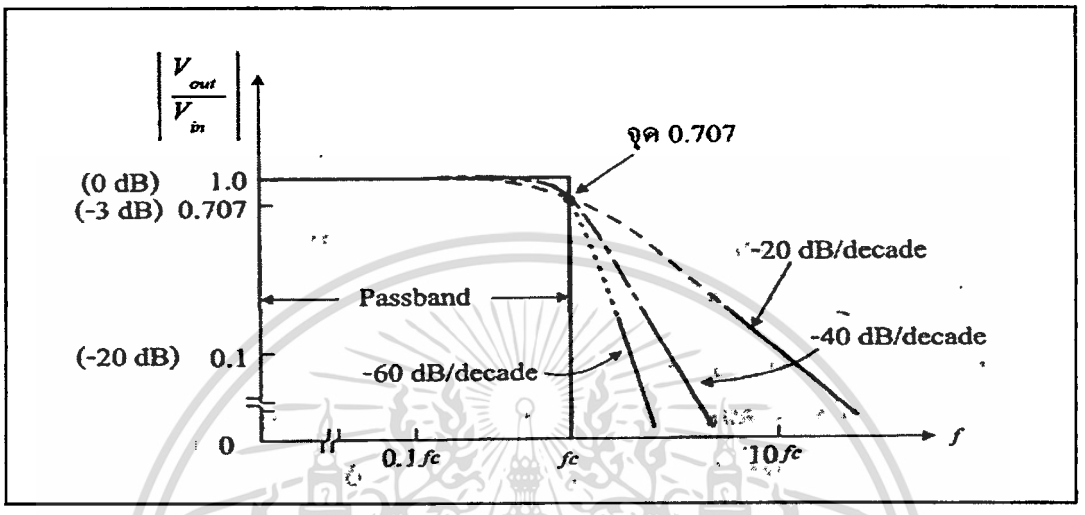
ทฤษฎีเบื้องต้น

Low Pass Filter เป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่งซึ่งจะส่งผ่านสัญญาณความถี่ต่ำกว่าค่าที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด ในขณะที่จะกำจัดหรือลดทอนความถี่ที่สูงกว่าค่าที่เลือกไว้ คุณสมบัติเช่นนี้ของวงจร Low Pass Filter แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงการตอบสนองเชิงขนาดของสัญญาณ จะเห็นได้ว่า ขนาดของสัญญาณค่อยๆ ตกลงเมื่อเพิ่มความถี่ขึ้นจนใกล้ cutoff frequency (f_c) และที่ตำแหน่ง cutoff frequency อัตราการขยายแรงดัน (Av) จะมีค่าเท่ากับ 0.707 เท่า หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล(dB) จะมีค่าเท่ากับ – 3 dB ซึ่งที่ตำแหน่ง cutoff frequency นี้บางครั้งเราเรียกว่าจุด Half Power Point (HPP.) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังตกลงเหลือครึ่งหนึ่ง และถ้าเลยจุดนี้ไปอัตราการลดลงของขนาด หรืออัตราการขยายแรงดันจะลดลงด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลง – 20 dB/decade หรือ – 40 dB/decade หรือ – 60 dB/decade ดังรูปที่ 1 ขึ้นอยู่กับลักษณะของวงจร ความหมายของ – 20 dB/decade คือเมื่อความถี่แปรค่าสูงขึ้นผลตอบสนองของวงจรจะมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงโดยมีความชันเท่ากับ –20 dB ต่อความถี่ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปสิบเท่า(decade) หรือเรียกว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ– 20 dB/decade โดยทั่วการหาคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร จะทำการป้อนแรงดันด้านอินพุต (Vin) คงที่ค่าๆหนึ่ง แต่ทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ ซึ่งในการวิเคราะห์วงจรอย่างละเอียดนั้น ต้องใช้ Transfer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

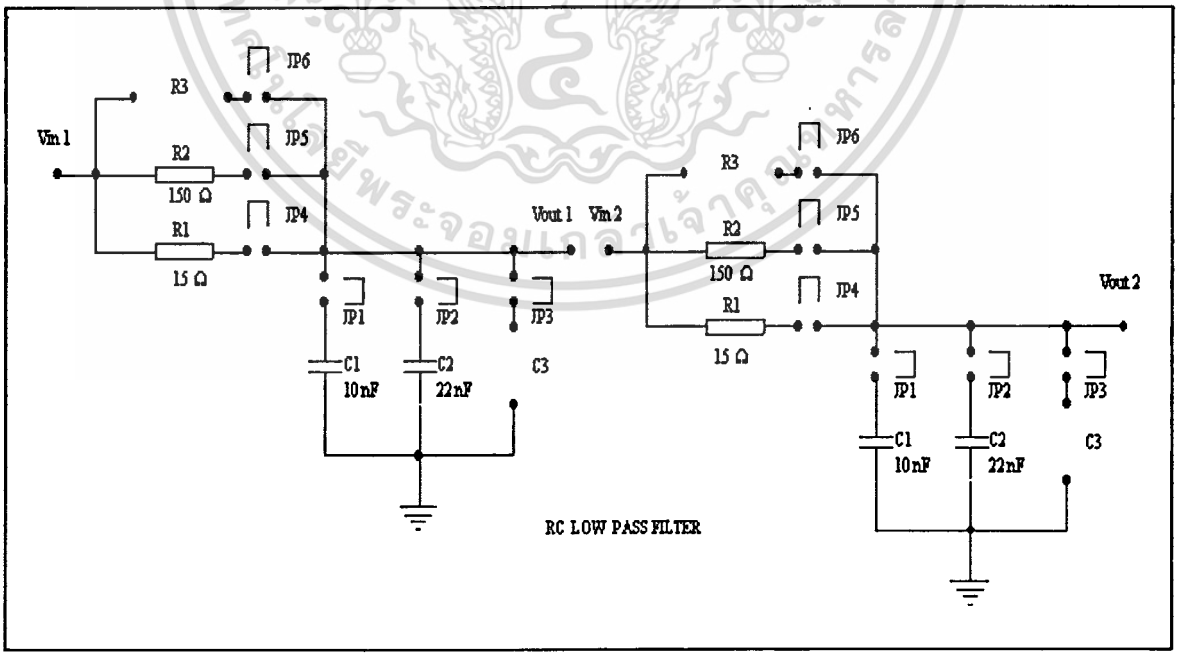
Function และคณิตศาสตร์ขั้นสูงมาร่วมการพิจารณาด้วย แต่ในขั้นพื้นฐานจะเน้นไปที่การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรและคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร ในใบงานนี้จะนำเสนอวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 2 ชนิดด้วยกันคือ

- RC Low Pass Filter
- RL Low Pass Filter



รูปที่ 1 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Low Pass Filter

<u>วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน RC Low Pass Filter</u>



รูปที่ 2 แสดงวงจรกรองความถี่ต่ำ RC Low Pass Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ที่สำคัญ

$$f_c = 1/(2\pi RC)$$

$$BW = f_c$$

เมื่อ

f_c คือ Cut Off frequency (Hz)

BW คือ Bandwidth (Hz)

อัตราการขยายแรงดัน (AV) หรือ Gain

$$AV = Vout / Vin$$

หรือ

$$AV\ (dB) = 20 \log (Vout / Vin)$$

ตัวอย่าง กำหนดให้วงจร RC Low Pass Filter ดังรูปที่ 2 (เฉพาะ stage ที่ 1) มีค่า R1 = 10 KΩ และ C1= 0.001 μF จงคำนวณค่าความถี่คัตออฟ (fc) ของวงจร

<u>วิธีทำ</u> จาก $f_c = 1/(2\pi RC)$

$$= \frac{1}{2x3.14x(10x10^{3})x(0.001x10^{-6})}$$

$$= 15.9 \text{ kHz}$$

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เตรียมแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ เครื่องออสซิลโลสโคป และเครื่องมือต่างๆให้พร้อม และทำการทดลองในหน่วยที่ 1 คือ Low Pass filter โดยเริ่มจาก วงจร RC Low Pass Filter

2. ต่อ JP1 และ JP4 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ

3. ใช้ Function Generator สร้างสัญญาณ sine wave ที่ความถี่ 100 Hz. โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p และป้อนเข้า Input 1 ของวงจร RC Low Pass Filter

4. นำออสซิลโลสโคบ Ch.1 วัดที่จุด Vin 1 และ Ch.2 วัดที่จุด Vout 1 พร้อมบันทึกค่า Vin 1 และ Vout 1 ที่ได้ ลงใน ตารางที่ 1.1 (ตั้งค่า DC. Coupling , ตรวจสอบการตั้งค่า Vin ให้ตรงตามตาราง หรือให้ใกล้เคียงมากที่สุด และ ตั้ง Trigger Source ไว้ที่ Ch.1 หรือ Ext.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 และ 4 โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p ตลอด แต่ให้เปลี่ยนค่าความถี่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1.1 พร้อมบันทึกค่าที่ได้ ลงในตารางที่ 1.1 ทำจนครบทุกค่า

6. ต่อ JP2 และ JP5 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ

7. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 ,4 และ 5

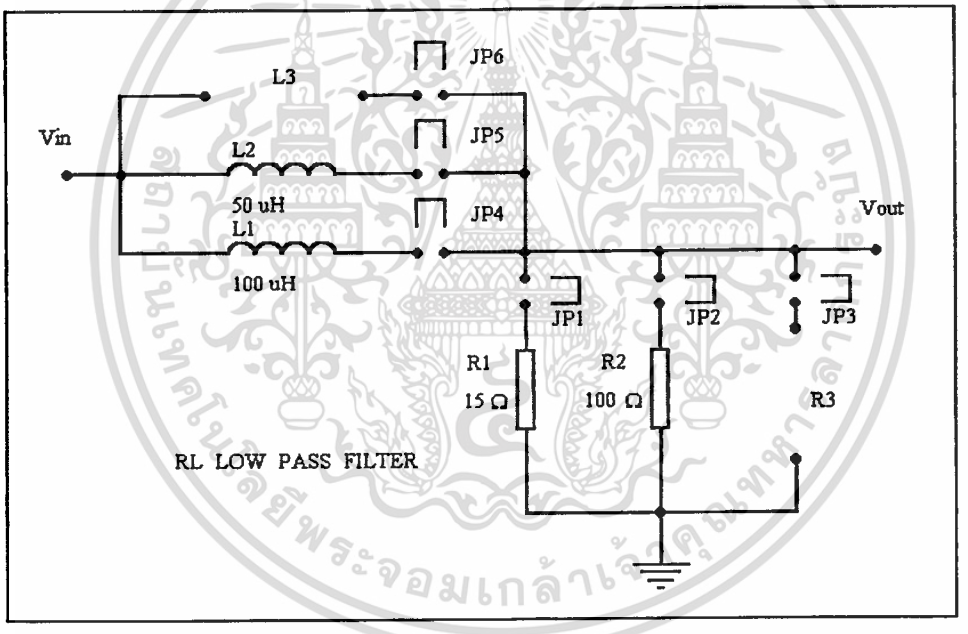
8. ต่อ Vout 1 เข้ากับ Vin 2 และนำ Ch.2 มาวัดที่จุด Vout 2

9. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 2-7 แต่ให้พิจารณาที่จุด Vout 2 (แทน Vout 1)

10. ทำการคำนวณหาค่า AV และ AV (dB) จากข้อมูลในตารางที่ 1.1 และบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.2

11. Plot ค่า AV (dB) ที่ได้จากการทดลองบนกระดาษ semi log graph ที่กำหนดให้

<u>วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน RL Low Pass Filter</u>



รูปที่ 3 แสดงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน RL Low Pass Filter

พารามิเตอร์ที่สำคัญ

$$f_c = R/(2\pi L)$$

$$BW = f_c$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

f_c คือ Cut Off frequency (Hz)

BW คือ Bandwidth (Hz)

อัตราการขยายแรงดัน (AV) หรือ Gain

$$AV = Vout / Vin$$

หรือ

$$AV\ (dB) = 20 \log (Vout / Vin)$$

ตัวอย่าง กำหนดให้วงจร RL Low Pass Filter ดังรูปที่ 3 มีค่า R1 = 10 Ω และL1= 100 μH จงคำนวณค่าความถี่คัตออฟ (fc) ของวงจร

วิธีทำ จาก $f_c = R/(2\pi L)$

$$= \frac{10}{2x3.14x(100x10^{-6})}$$

$$= 15.9 \text{ kHz}$$

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ทำการทดลองในหน่วยที่ 1 คือ Low Pass filter ในส่วนของ วงจร RL Low Pass Filter
2. ต่อ JP1 และ JP4 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ
3. ใช้ Function Generator สร้างสัญญาณ sine wave ที่ความถี่ 100 Hz. โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p และป้อนเข้า Vin ของวงจร RL Low Pass Filter
4. นำออสซิลโลสโคบ Ch.1 วัดที่จุด Vin และ Ch.2 วัดที่จุด Vout พร้อมบันทึกค่า Vin และ Vout ที่ได้ ลงใน ตารางที่ 1.3 (ตั้งค่า DC. Coupling , ตรวจสอบการตั้งค่า Vin ให้ตรงตามตารางหรือให้ใกล้เคียงมากที่สุด และ ตั้ง Trigger Source ไว้ที่ Ch.1 หรือ Ext.)
5. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 และ 4 โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p ตลอด แต่ให้เปลี่ยนค่าความถี่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1.3 พร้อมบันทึกค่าที่ได้ ลงในตารางที่ 1.3 ทำจนครบทุกค่า
6. ต่อ JP2 และ JP5 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ
7. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 ,4 และ 5
8. คำนวณหาค่า AV และ AV (dB) จากข้อมูลในตารางที่ 1.3 และบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.4
9. Plot ค่า AV (dB) ที่ได้จากการทดลองบนกระดาษ semi log graph ที่กำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม

1. **วงจร** RC Low Pass Filter **ดังรูปที่** 2 (**เฉพาะ** stage **ที่** 1) **มีค่า** R1 = 15 Ω **และ**C1= 10 nF **จงคำนวณค่าความถี่คัตออฟ** (fc) **ของวงจร และหาค่า** fc **ของวงจรจาก** semi log graph **ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่าใด**

2. **วงจร** RL Low Pass Filter **ดังรูปที่** 3 **มีค่า** R1 = 15 Ω **และ**L1= 100 μH **จงคำนวณค่าความถี่คัตออฟ** (fc) **ของวงจร** และหาค่า fc ของวงจรจาก semi log graph **ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่าใด**

3. **ค่าความถี่คัตออฟของวงจร** RC Low Pass Filter **และ** RL Low Pass Filter **ที่ได้จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับค่าจากการคำนวณแล้วเป็นอย่างไร**

4. **วงจร** RC Low Pass Filter **ดังรูปที่** 2 **ถ้าต่อใช้งาน ทั้ง** 2 stage **มีผลการทดลองแตกต่างจากการต่อใช้เพียง** 1 stage **อย่างไร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 บันทึกค่าจากการทดลอง

Frequency (Hz)	V in1 (Vp-p)	Vout 1 เมื่อต่อ JP1,JP4 (Vp-p)	V in1 (Vp-p)	Vout 1 เมื่อต่อ JP2,JP5 (Vp-p)	V in1 (Vp-p)	Vout 2 เมื่อต่อ JP1,JP4 (Vp-p)	V in1 (Vp-p)	Vout 2 เมื่อต่อ JP2,JP5 (Vp-p)
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ตารางที่ 1.2 คำนวณค่าที่ได้จากการทดลอง

Frequency (Hz)	AV= Vo1/Vi1 เมื่อต่อ JP1,JP4	AV(dB) = 20 log (Vo1/Vi1) เมื่อต่อ JP1,JP4	AV= Vo1/Vi1 เมื่อต่อJP2,JP5	AV(dB) = 20 log (Vo 1/Vi 1) เมื่อต่อ JP2,JP5	AV= Vo2/Vi 1 เมื่อต่อ JP1,JP4	AV(dB) = 20 log (Vo2/Vi 1) เมื่อต่อ JP1,JP4	AV= Vo2/Vi 1 เมื่อต่อ JP2,JP5	AV(dB) = 20 log (Vo.2/Vi 1) เมื่อต่อ JP2,JP5
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ตารางที่ 1.3 บันทึกค่าจากการทดลอง

Frequency (Hz)	V in1 (Vp-p)	Vout 1 เมื่อต่อ JP1,JP4 (Vp-p)	V in1 (Vp-p)	Vout 1 เมื่อต่อ JP2,JP5 (Vp-p)				
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ตารางที่ 1.4 คำนวณค่าที่ได้จากการทดลอง

Frequency (Hz)	AV= Vo1/Vi1 เมื่อต่อ JP1,JP4	AV(dB) = 20 log (Vo1/Vi1) เมื่อต่อ JP1,JP4	AV= Vo1/Vi1 เมื่อต่อJP2,JP5	AV(dB) = 20 log (Vo 1/Vi 1) เมื่อต่อ JP2,JP5				
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ใบงานที่ 2

วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)
2. บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter) บน Semi log Graph
3. คำนวณหาค่า cutoff frequencies
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

เครื่องมือ และอุปกรณ์

1. แผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ	1	แผง
2. ออสซิลโลสโคบ พร้อมสายวัดสัญญาณ	1	เครื่อง
3. Function Generator พร้อมสายสัญญาณ	1	เครื่อง

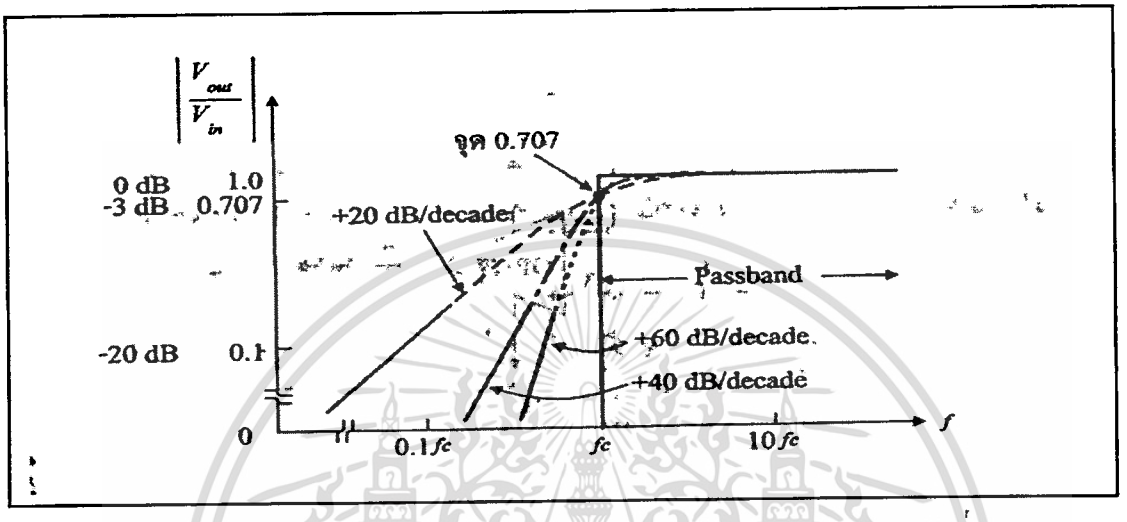
ทฤษฎีเบื้องต้น

High Pass Filter เป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่งซึ่งจะส่งผ่านสัญญาณความถี่สูงกว่าค่าที่เลือกไว้ ผ่านไปได้ทั้งหมด ในขณะที่จะกำจัดหรือลดทอนความถี่ที่ต่ำกว่าค่าที่เลือกไว้ คุณสมบัติเช่นนี้ของวงจร High Pass Filter แสดงให้เห็นดังกราฟการตอบสนองเชิงขนาดของสัญญาณ ซึ่งจะเห็นได้ว่าขนาดของสัญญาณค่อยๆ เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความถี่ขึ้นจนใกล้ Cutoff Frequency (f_c) และที่ตำแหน่ง Cutoff Frequency อัตราการขยายแรงดัน (Av) จะมีค่าเท่ากับ 0.707 เท่า หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล(dB) จะมีค่า – 3 dB ซึ่งที่ตำแหน่ง cutoff frequency นี้บางครั้งเราเรียกว่าจุด Half Power Point (HPP.) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของกำลังสูงสุด และถ้าเลยจุดนี้ไปอัตราการเพิ่มขึ้นของขนาด หรืออัตราการขยายแรงดัน จะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลง +20 dB/decade หรือ +40 dB/decade หรือ + 60 dB/decade ดังรูปที่ 1 ขึ้นอยู่กับลักษณะของวงจร ความหมายของ + 20 dB/decade คือเมื่อความถี่แปรค่าสูงขึ้นผลตอบสนองของวงจรจะมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงโดยมีความชันเท่ากับ +20 dB ต่อความถี่ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปสิบเท่า (decade) หรือเรียกว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ+20 dB/decade โดยทั่วไปการหาคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร จะทำการป้อนแรงดันด้านอินพุต(Vin)คงที่ค่าๆหนึ่ง แต่ทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ ซึ่งในการวิเคราะห์วงจรอย่างละเอียดนั้น ต้องใช้ Transfer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

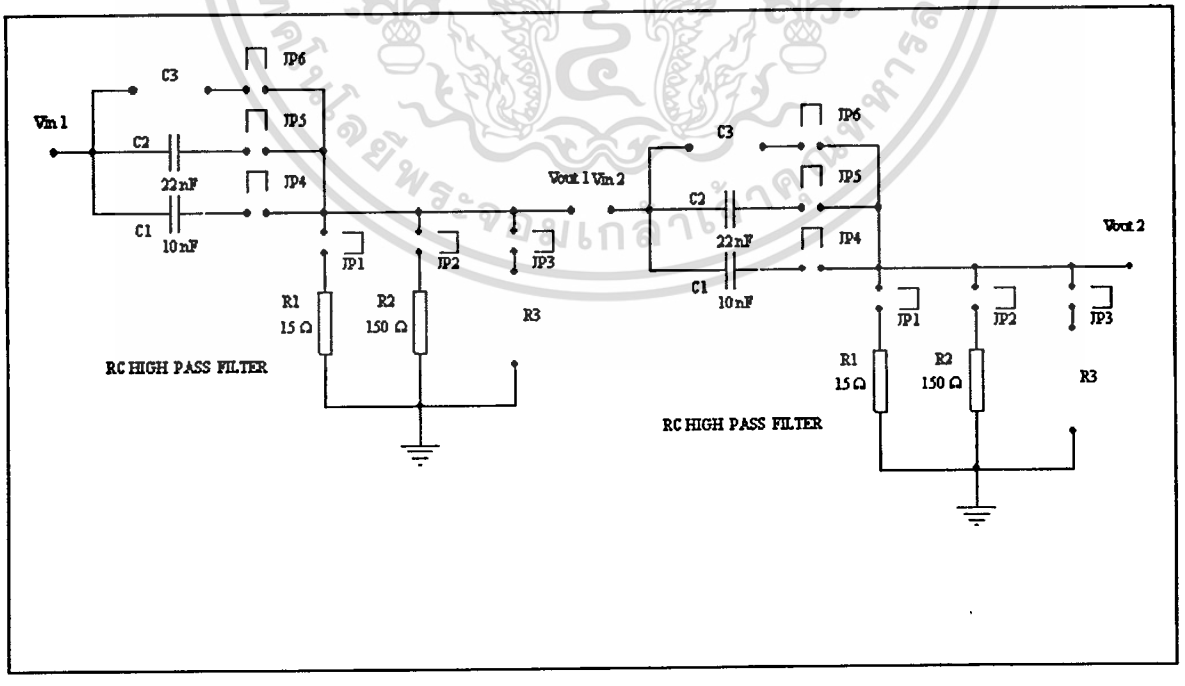
Function และคณิตศาสตร์ขั้นสูงมาร่วมการพิจารณาด้วยแต่ในขั้นพื้นฐานจะเน้นไปที่การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจร และคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร ในใบงานนี้จะนำเสนอวงจรกรองความถี่สูงผ่าน 2 ชนิดด้วยกันคือ

- RC High Pass Filter
- RL High Pass Filter



รูปที่ 1 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร High Pass Filter

วงจรกรองความถี่สูงผ่าน RC High Pass Filter



รูปที่ 2 แสดงวงจรกรองความถี่สูงผ่าน RC High Pass Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ที่สำคัญ

$$f_c = 1/(2\pi RC)$$

เมื่อ

f_c คือ Cut Off frequency (Hz)

อัตราการขยายแรงดัน (AV) หรือ Gain

$$AV = Vout / Vin$$

หรือ

$$AV\ (dB) = 20 \log (Vout / Vin)$$

ตัวอย่าง กำหนดให้วงจร RC High Pass Filter ดังรูปที่ 2 (เฉพาะ stage ที่ 1) มีค่า R1 = 10 KΩ และ C1= 0.022 μF จงคำนวณค่าความถี่คัตออฟ (fc)

<u>วิธีทำ</u> จาก $f_c = 1/(2\pi RC)$

$$= \frac{1}{2x3.14x(10x10^{3})x(0.022x10^{-6})}$$

$$= 743.80 \text{ kHz}$$

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เตรียมแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ เครื่องออสซิลโลสโคป และเครื่องมือต่างๆให้พร้อม และทำการทดลองในหน่วยที่ 1 คือ High Pass filter โดยเริ่มจาก วงจร RC High Pass Filter

2. ต่อ JP1 และ JP4 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ

3. ใช้ Function Generator สร้างสัญญาณ sine wave ที่ความถี่ 100 Hz. โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p และป้อนเข้า Input 1 ของวงจร RC High Pass Filter

4. นำออสซิลโลสโคบ Ch.1 วัดที่จุด Vin 1 และ Ch.2 วัดที่จุด Vout 1 พร้อมบันทึกค่า Vin 1 และ Vout 1 ที่ได้ ลงใน ตารางที่ 1.1 (ตั้งค่า DC. Coupling , ตรวจสอบการตั้งค่า Vin ให้ตรงตามตาราง หรือให้ใกล้เคียงมากที่สุด และ ตั้ง Trigger Source ไว้ที่ Ch.1 หรือ Ext.)

5. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 และ 4 โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p ตลอด แต่ให้เปลี่ยนค่าความถี่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1.1 พร้อมบันทึกค่าที่ได้ ลงในตารางที่ 1.1 ทำจนครบทุกค่า

6. ต่อ JP2 และ JP5 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 ,4 และ 5

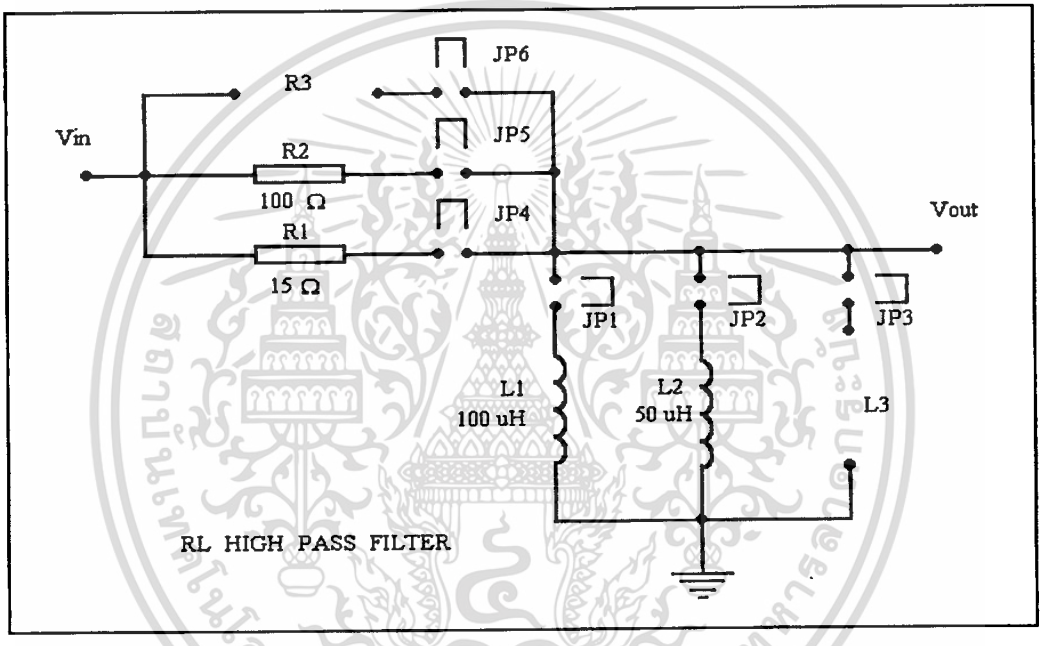
8. ต่อ Vout 1 เข้ากับ Vin 2 และนำ Ch.2 มาวัดที่จุด Vout 2

9. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 2-7 แต่ให้พิจารณาที่จุด Vout 2 (แทน Vout 1)

10. ทำการคำนวณหาค่า AV และ AV (dB) จากข้อมูลในตารางที่ 1.1 และบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.2

11. Plot ค่า AV (dB) ที่ได้จากการทดลองบนกระดาษ semi log graph ที่กำหนดให้

<u>วงจรกรองความถี่สูงผ่าน RL High Pass Filter</u>



รูปที่ 3 แสดงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน RL Low Pass Filter

พารามิเตอร์ที่สำคัญ

$$f_c = R/(2\pi L)$$

เมื่อ

f_c คือ Cut Off frequency (Hz)

BW คือ Bandwidth (Hz)

อัตราการขยายแรงดัน (AV) หรือ Gain

$$AV = Vout / Vin$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ

$$AV\ (dB) = 20 \log (Vout / Vin)$$

ตัวอย่าง กำหนดให้วงจร RL Low Pass Filter ดังรูปที่ 3 มีค่า R1 = 10 Ω และL1= 100 μH จงคำนวณค่าความถี่คัตออฟ (fc) ของวงจร

<u>วิธีทำ</u> จาก $f_c = R/(2\pi L)$

$$= \frac{10}{2x3.14x(100x10^{-6})}$$

$$= 15.9 \text{ kHz}$$

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ทำการทดลองในหน่วยที่ 1 คือ High Pass filter ในส่วนของ วงจร RL Low Pass Filter
2. ต่อ JP1 และ JP4 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ
3. ใช้ Function Generator สร้างสัญญาณ sine wave ที่ความถี่ 100 Hz. โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p และป้อนเข้า Vin ของวงจร RL High Pass Filter
4. นำออสซิลโลสโคบ Ch.1 วัดที่จุด Vin และ Ch.2 วัดที่จุด Vout พร้อมบันทึกค่า Vin และ Vout ที่ได้ ลงใน ตารางที่ 1.3 (ตั้งค่า DC. Coupling , ตรวจสอบการตั้งค่า Vin ให้ตรงตามตารางหรือให้ใกล้เคียงมากที่สุด และ ตั้ง Trigger Source ไว้ที่ Ch.1 หรือ Ext.)
5. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 และ 4 โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p ตลอด แต่ให้เปลี่ยนค่าความถี่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1.3 พร้อมบันทึกค่าที่ได้ ลงในตารางที่ 1.3 ทำจนครบทุกค่า
6. ต่อ JP2 และ JP5 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ
7. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 ,4 และ 5
8. คำนวณหาค่า AV และ AV (dB) จากข้อมูลในตารางที่ 1.3 และบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.4
9. Plot ค่า AV (dB) ที่ได้จากการทดลองบนกระดาษ semi log graph ที่กำหนดให้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม

1. วงจร RC High Pass Filter ดังรูปที่ 2 (เฉพาะ stage ที่ 1) มีค่า R1 = 15 Ω และC1= 10 nF จงคำนวณค่าความถี่คัตออฟ (fc) ของวงจร และหาค่า fc ของวงจรจาก semi log graph ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่าใด
2. วงจร RL High Pass Filter ดังรูปที่ 3 มีค่า R1 = 15 Ω และL1= 100 μH จงคำนวณค่าความถี่คัตออฟ (fc) ของวงจร และหาค่า fc ของวงจรจาก semi log graph ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่าใด
3. ค่าความถี่คัตออฟของวงจร RC High Pass Filter และ RL High Pass Filter ที่ได้จากการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าจากการคำนวณแล้วเป็นอย่างไร
4. วงจร RC High Pass Filter ดังรูปที่ 2 ถ้าต่อใช้งาน ทั้ง 2 stage มีผลการทดลองแตกต่างจากการต่อใช้เพียง 1 stage อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 บันทึกค่าจากการทดลอง

Frequency (Hz)	V in1 (Vp-p)	Vout 1 เมื่อต่อ JP1,JP4 (Vp-p)	V in1 (Vp-p)	Vout 1 เมื่อต่อ JP2,JP5 (Vp-p)	V in1 (Vp-p)	Vout 2 เมื่อต่อ JP1,JP4 (Vp-p)	V in1 (Vp-p)	Vout 2 เมื่อต่อ JP2,JP5 (Vp-p)
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ตารางที่ 1.2 คำนวณค่าที่ได้จากการทดลอง

Frequency (Hz)	AV= Vo1/Vi1 เมื่อต่อ JP1,JP4	AV(dB) = 20 log (Vo1/Vi1) เมื่อต่อ JP1,JP4	AV= Vo1/Vi1 เมื่อต่อJP2,JP5	AV(dB) = 20 log (Vo 1/Vi 1) เมื่อต่อ JP2,JP5	AV= Vo2/Vi 1 เมื่อต่อ JP1,JP4	AV(dB) = 20 log (Vo2/Vi 1) เมื่อต่อ JP1,JP4	AV= Vo2/Vi 1 เมื่อต่อ JP2,JP5	AV(dB) = 20 log (Vo.2/Vi 1) เมื่อต่อ JP2,JP5
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ตารางที่ 1.3 บันทึกค่าจากการทดลอง

Frequency (Hz)	V in1 (Vp-p)	Vout 1 เมื่อต่อ JP1,JP4 (Vp-p)	V in1 (Vp-p)	Vout 1 เมื่อต่อ JP2,JP5 (Vp-p)				
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ตารางที่ 1.4 คำนวณค่าที่ได้จากการทดลอง

Frequency (Hz)	AV= Vo1/Vi1 เมื่อต่อ JP1,JP4	AV(dB) = 20 log (Vo1/Vi1) เมื่อต่อ JP1,JP4	AV= Vo1/Vi1 เมื่อต่อJP2,JP5	AV(dB) = 20 log (Vo 1/Vi 1) เมื่อต่อ JP2,JP5				
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ใบงานที่ 3

วงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)
2. บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ บน Semi log Graph
3. คำนวณหาค่า cutoff frequency
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)

เครื่องมือ และอุปกรณ์

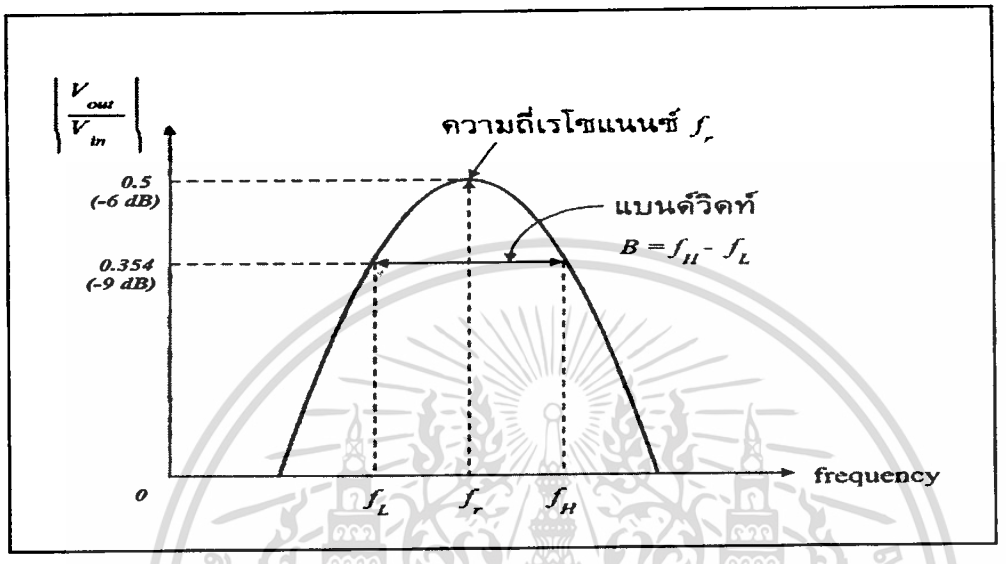
1. แผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ	1	แผง
2. ออสซิลโลสโคบ พร้อมสายวัดสัญญาณ	1	เครื่อง
3. Function Generator พร้อมสายสัญญาณ	1	เครื่อง

ทฤษฎีเบื้องต้น

Band Pass Filter เป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณลักษณะในการทำงานคือ จะยอมให้สัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่ตามที่กำหนดผ่านวงจรไปได้ ส่วนสัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่นอกเหนือจากที่กำหนดจะถูกลดทอนหรือไม่ยอมให้สัญญาณผ่านวงจรไปได้ คุณสมบัติเช่นนี้ของวงจร Band Pass Filter แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงการตอบสนองเชิงขนาดของสัญญาณ จะเห็นได้ว่าอัตราการขยายสูงสุดของวงจรมีค่าเท่ากับ 0.5 เท่า หรือ -6 dB เกิดขึ้นที่ความถี่เรโซแนนท์ f_r (resonant frequency) และตำแหน่งความถี่ต่ำกว่าความถี่เรโซแนนท์ลงมาที่ทำให้อัตราการขยายสัญญาณหรืออัตราการขยายแรงดัน (Av) ของวงจรตกลงเหลือเท่ากับ 0.707 เท่าของอัตราการขยายสูงสุดของวงจร มีค่าเท่ากับ 0.354 เท่า หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ -9 dB นั้นจะเรียกค่าความถี่นี้ว่า "ความถี่คัตออฟด้านต่ำ f_L (low-cutoff frequency)" และค่าความถี่ซึ่งสูงกว่าความถี่เรโซแนนท์ที่ทำให้อัตราการขยายสัญญาณหรืออัตราการขยายแรงดัน (Av) ของวงจรตกลงเหลือเท่ากับ 0.707 เท่าของอัตราการขยายสูงสุดของวงจร มีค่าเท่ากับ 0.354 หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ -9 dB เช่นกันนั้นจะเรียกว่า "ความถี่คัตออฟด้านสูง f_H (High-cutoff frequency)" ซึ่งที่ตำแหน่งนี้บางครั้งเราเรียกว่าจุด Half

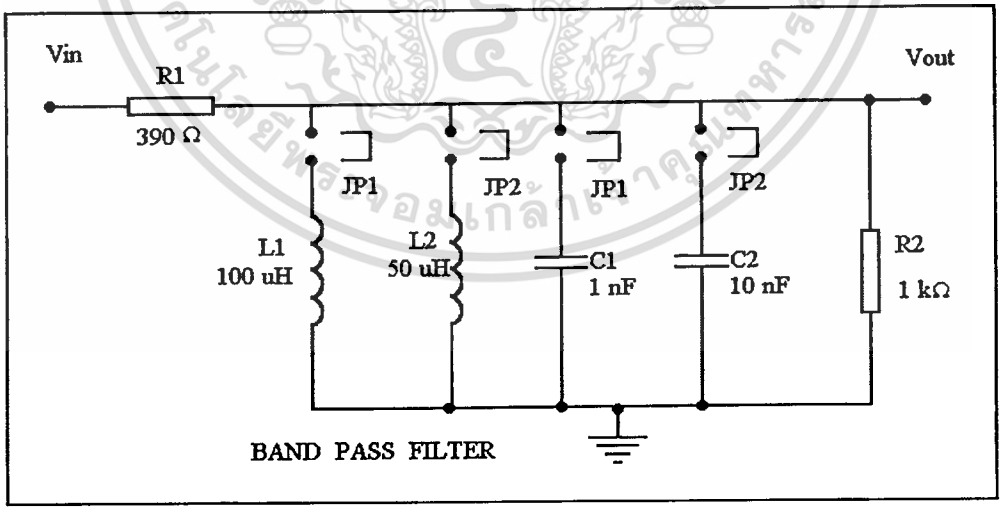
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Point (HPP.) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังตกลงเหลือครึ่งหนึ่ง โดยทั่วการหาคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร จะทำการป้อนแรงดันด้านอินพุต (Vin) คงที่ ค่าๆหนึ่ง แต่ทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ ซึ่งในการวิเคราะห์วงจรอย่างละเอียดนั้น ต้องใช้ Transfer Function และคณิตศาสตร์ขั้นสูงมาร่วมการพิจารณาด้วย แต่ในขั้นพื้นฐานจะเน้นไปที่การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรและคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร



รูปที่ 1 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Band Pass Filter

<u>วงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)</u>



รูปที่ 2 แสดงวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)

พารามิเตอร์ที่สำคัญ

$$f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$$ หรือ $$f_r = \sqrt{f_H f_L}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f_H = \frac{L + \sqrt{L^2 + LCR^2}}{2\prod LCR}$$

$$f_L = \frac{f_r^2}{f_H}$$

$$BW = f_H - f_l$$

$$Q = \frac{f_r}{BW}$$

เมื่อ

f_r คือ ความถี่เรโซแนนท์ (resonant frequency)

f_L คือ ความถี่คัตออฟด้านต่ำ low-cutoff frequency (Hz)

f_H คือ ความถี่คัตออฟด้านสูง High-cutoff frequency (Hz)

BW คือ Bandwidth (Hz)

Q คือ ตัวประกอบคุณภาพ (Quality factor)

อัตราการขยายแรงดัน (AV) หรือ Gain

AV= Vout / Vin

หรือ

AV (dB) = 20 log (Vout / Vin)

ตัวอย่าง กำหนดให้วงจร Band Pass Filter ดังรูปที่ 2 มีค่า L1 = 50 uH ,C1= 10 nF และ R (load) = 1 kΩ จงคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

a. ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

b. f_H

c. f_L

d. BW.

e. Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีทำ</u>

a. จาก $f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$

$$= \frac{1}{2x3.14x\sqrt{50x10^{-6}\,x10x10^{-9}}}$$

$$= 225 \text{ kHz} \qquad \underline{\text{Ans}}$$

b. จาก $f_H = \dfrac{L+\sqrt{L^2+LCR^2}}{2\prod LCR}$

$$= \frac{(50\,x10^{-6})+\sqrt{(50\,x10^{-6})^2+(50\,x10^{-6})(10\,x10^{-9})(50\,x10^{3})^2}}{2x3.14\,x(50\,x10^{-6})(10\,x10^{-9})(50\,x10^{3})}$$

$$= 241.68 \text{ kHz} \qquad \underline{\text{Ans}}$$

c. จาก $f_L = \dfrac{f_r^2}{f_H}$

$$= \frac{(225\,x10^{3})^2}{241.68\,x10^{3}}$$

$$= 209.47 \text{ kHz} \qquad \underline{\text{Ans}}$$

d. จาก $BW = f_H - f_L$

$$= 241.68 \text{ kHz} - 209.47 \text{ kHz}$$

$$= 32.21 \text{ kHz} \qquad \underline{\text{Ans}}$$

e. จาก $Q = \dfrac{f_r}{BW}$

$$= \frac{225x10^{3}}{32.21x10^{3}}$$

$$= 6.99 \qquad \underline{\text{Ans}}$$

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เตรียมแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ เครื่องออสซิลโลสโคป และเครื่องมือต่างๆให้พร้อม และทำการทดลองในหน่วยที่ 3 คือ Band Pass filter

2. ต่อ JP1 ทั้ง 2 ตัว ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ

3. ใช้ Function Generator สร้างสัญญาณ sine wave ที่ความถี่ 100 Hz. โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p และป้อนเข้า Input 1 ของวงจร

4. นำออสซิลโลสโคบ Ch.1 วัดที่จุด Vin และ Ch.2 วัดที่จุด Vout พร้อมบันทึกค่า Vin และ Vout ที่ได้ ลงใน ตารางที่ 1.1 (ตั้งค่า DC. Coupling , ตรวจสอบการตั้งค่า Vin ให้ตรงตามตารางหรือให้ใกล้เคียงมากที่สุด และ ตั้ง Trigger Source ไว้ที่ Ch.1 หรือ Ext.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 และ 4 โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p ตลอด แต่ให้เปลี่ยนค่าความถี่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1.1 พร้อมบันทึกค่าที่ได้ ลงในตารางที่ 1.1 ทำจนครบทุกค่า

6. ต่อ JP2 ทั้ง 2 ตัว ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ

7. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 ,4 และ 5

8. คำนวณหาค่า AV และ AV (dB) จากข้อมูลในตารางที่ 1.1 และบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.2

9. Plot ค่า AV (dB) ที่ได้จากการทดลองบนกระดาษ semi log graph ที่กำหนดให้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม

1. วงจร Band Pass Filter ดังรูปที่ 2 มีค่า L1 = 100 uH และC1= 1 nF จงคำนวณค่าความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร และหาค่า fr ของวงจรจาก semi log graph ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่าใด

2. ค่าความถี่เรโซแนนท์ ของวงจร Band Pass Filter ที่ได้จากการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าจากการคำนวณแล้วเป็นอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กำหนดให้วงจร Band Pass Filter ดังรูปที่ 2 มีค่า L1 = 100 uH ,C1= 10 nF และ R (load) = 1 kΩ จงคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

a. ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

b. f_L

c. f_H

f. BW.

g. Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 บันทึกค่าจากการทดลอง

Frequency (Hz)	V in (Vp-p)	Vout เมื่อต่อ JP1 (Vp-p)	V in (Vp-p)	Vout เมื่อต่อ JP2 (Vp-p)				
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ตารางที่ 1.2 คำนวณค่าที่ได้จากการทดลอง

Frequency (Hz)	AV= Vo/VI เมื่อต่อ JP1	AV(dB) = 20 log (Vo/VI) เมื่อต่อ JP1	AV= Vo/VI เมื่อต่อJP2	AV(dB) = 20 log (Vo /Vi) เมื่อต่อ JP2				
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

ใบงานที่ 4

วงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)
2. บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ บน Semi log Graph
3. คำนวณหาค่า cutoff frequency
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)

เครื่องมือ และอุปกรณ์

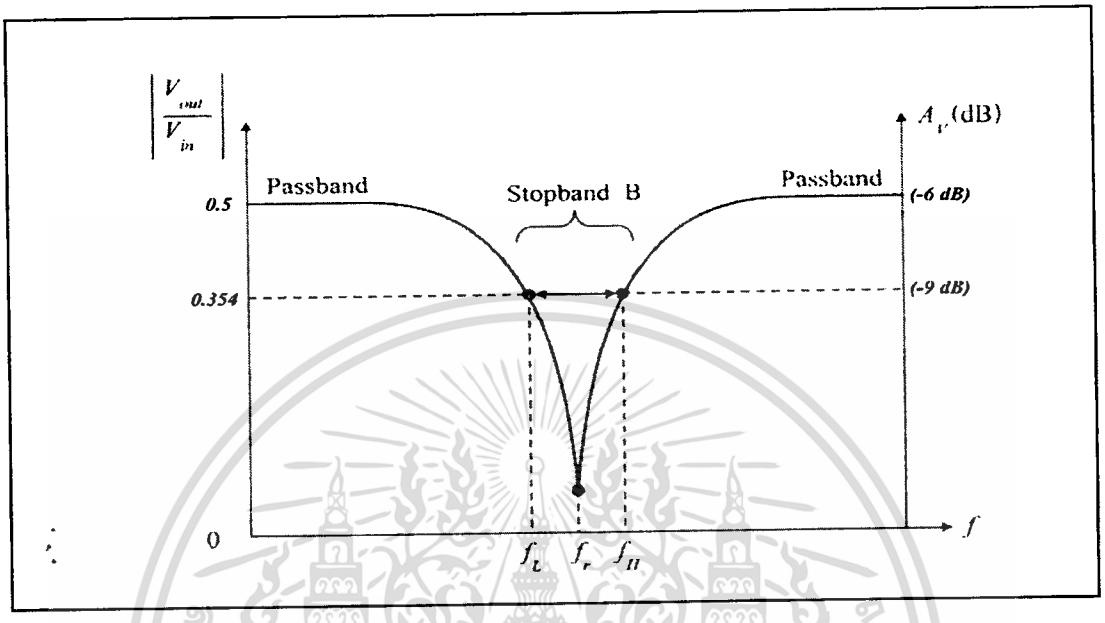
1. แผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ	1	แผง
2. ออสซิลโลสโคป พร้อมสายวัดสัญญาณ	1	เครื่อง
3. Function Generator พร้อมสายสัญญาณ	1	เครื่อง

ทฤษฎีเบื้องต้น

Band Stop Filter เป็นวงจรกรองความถี่ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณลักษณะในการทำงานคือ สัญญาณความถี่ที่ไม่ต้องการจะถูกลดทอนในช่วง Stopband และสัญญาณความถี่ที่ต้องการจะถูกส่งผ่านไปได้ในช่วง Passband คุณสมบัติเช่นนี้ของวงจร Band Stop Filter แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงการตอบสนองเชิงขนาดของสัญญาณ จะเห็นได้ว่าอัตราการขยายสูงสุดของวงจรมีค่าเท่ากับ 0.5 เท่า หรือ -6 dB และอัตราการขยายต่ำสุดของวงจรจะเกิดขึ้นที่จุดความถี่เรโซแนนท์ f_r (resonant frequency) โดยตำแหน่งความถี่ต่ำกว่าความถี่เรโซแนนท์ลงมาที่ทำให้อัตราการขยายสัญญาณหรืออัตราการขยายแรงดัน (Av) ของวงจรตกลงเหลือเท่ากับ 0.707 เท่าของอัตราการขยายสูงสุดของวงจร มีค่าเท่ากับ 0.354 เท่า หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ -9 dB นั้นจะเรียกค่าความถี่นี้ว่า "ความถี่คัตออฟด้านต่ำ f_L (low-cutoff frequency)" และค่าความถี่ซึ่งสูงกว่าความถี่เรโซแนนท์ที่ทำให้อัตราการขยายสัญญาณหรืออัตราการขยายแรงดัน (Av) ของวงจรตกลงเหลือเท่ากับ 0.707 เท่าของอัตราการขยายสูงสุดของวงจร มีค่าเท่ากับ 0.354 หรือถ้าแปลงเป็นเดซิเบล (dB) จะมีค่าเท่ากับ -9 dB เช่นกันนั้นจะเรียกว่า "ความถี่คัตออฟด้านสูง f_H (High-cutoff frequency)" ซึ่งที่ตำแหน่งนี้บางครั้งเราเรียกว่าจุด Half Power Point (HPP.) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังตกลงเหลือครึ่งหนึ่ง โดยทั่วการหาคุณลักษณะการตอบสนอง

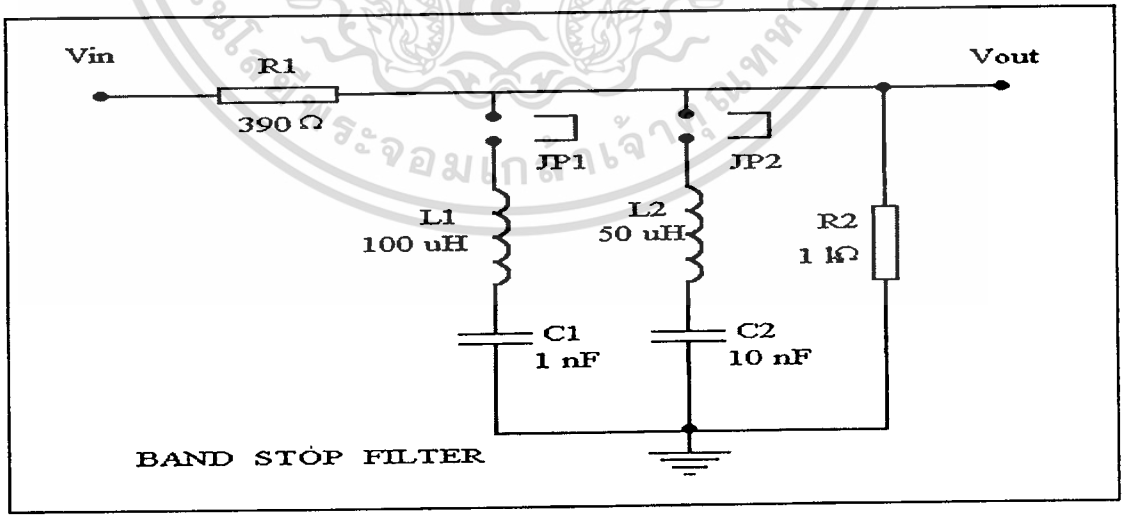
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ของวงจร จะทำการป้อนแรงดันด้านอินพุต (Vin) คงที่ ค่าๆหนึ่ง แต่ทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ ซึ่งในการวิเคราะห์วงจรอย่างละเอียดนั้น ต้องใช้ Transfer Function และคณิตศาสตร์ขั้นสูงมาร่วมการพิจารณาด้วย แต่ในขั้นพื้นฐานจะเน้นไปที่การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรและคุณลักษณะการตอบสนองความถี่ของวงจร



รูปที่ 1 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจร Band Stop Filter

<u>วงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)</u>



รูปที่ 2 แสดงวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ Band Stop Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ที่สำคัญ

$$f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$$

หรือ

$$f_r = \sqrt{f_H f_L}$$

$$f_L = \frac{-RC + \sqrt{(RC)^2 + 16LC}}{8\prod LC}$$

$$f_H = \frac{f_r^2}{f_L}$$

$$BW = f_H - f_L$$

$$Q = \frac{f_r}{BW}$$

เมื่อ

f_r คือ ความถี่เรโซแนนท์ (resonant frequency)

f_L คือ ความถี่คัตออฟด้านต่ำ low-cutoff frequency (Hz)

f_H คือ ความถี่คัตออฟด้านสูง High-cutoff frequency (Hz)

BW คือ Bandwidth (Hz)

Q คือ ตัวประกอบคุณภาพ (Quality factor)

อัตราการขยายแรงดัน (AV) หรือ Gain

$$AV = Vout / Vin$$

หรือ

$$AV\ (dB) = 20 \log (Vout / Vin)$$

ตัวอย่าง กำหนดให้วงจร Band Stop Filter ดังรูปที่ 2 มีค่า L1 = 50 uH ,C1= 1 nF และ R (load) = 1 kΩ จงคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

a. ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. f_L

c. f_H

d. BW.

e. Q

<u>วิธีทำ</u>

a. จาก $f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$

$$= \frac{1}{2x3.14x\sqrt{50x10^{-6}x1x10^{-9}}}$$

$$= 712 \text{ kHz} \quad \underline{\text{Ans}}$$

b. จาก $$f_L = \frac{-RC + \sqrt{(RC)^2 + 16LC}}{8\prod LC}$$

$$= \frac{-(1x10^3 x1x10^{-9}) + \sqrt{(1x10^3 x1x10^{-9})^2 + 16x50x10^{-6}x1x10^{-9}}}{8x3.14x50x10^{-6}1x10^{-9}}$$

$$= 272 \text{ kHz} \quad \underline{\text{Ans}}$$

c. จาก $$f_H = \frac{f_r^2}{f_L}$$

$$= \frac{(712x10^3)^2}{272x10^3}$$

$$= 1.864 \text{ MHz} \quad \underline{\text{Ans}}$$

d. จาก $BW = f_H - f_L$

$$= 1864 \text{ kHz} - 272 \text{ kHz}$$

$$= 1592 \text{ kHz} \quad \underline{\text{Ans}}$$

e. จาก $$Q = \frac{f_r}{BW}$$

$$= \frac{712x10^3}{1592x10^3}$$

$$= 0.47 \quad \underline{\text{Ans}}$$

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เตรียมแผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ เครื่องออสซิลโลสโคป และเครื่องมือต่างๆให้พร้อม และทำการทดลองในหน่วยที่ 4 คือ Band Stop filter

2. ต่อ JP1 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้ Function Generator สร้างสัญญาณ sine wave ที่ความถี่ 100 Hz. โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p และป้อนเข้า Input ของวงจร

4. นำออสซิลโลสโคบ Ch.1 วัดที่จุด Vin และ Ch.2 วัดที่จุด Vout พร้อมบันทึกค่า Vin และ Vout ที่ได้ ลงใน ตารางที่ 1.1 (ตั้งค่า DC. Coupling , ตรวจสอบการตั้งค่า Vin ให้ตรงตามตารางหรือให้ใกล้เคียงมากที่สุด และ ตั้ง Trigger Source ไว้ที่ Ch.1 หรือ Ext.)

5. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 และ 4 โดยให้ Amplitude คงที่ ที่ 10 Vp-p ตลอด แต่ให้เปลี่ยนค่าความถี่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 1.1 พร้อมบันทึกค่าที่ได้ ลงในตารางที่ 1.1 ทำจนครบทุกค่า

6. ต่อ JP2 ส่วน JP ตัวอื่นไม่ต้องต่อ

7. ทำการทดลองซ้ำเหมือนในข้อที่ 3 ,4 และ 5

8. คำนวณหาค่า AV และ AV (dB) จากข้อมูลในตารางที่ 1.1 และบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.2

9. Plot ค่า AV (dB) ที่ได้จากการทดลองบนกระดาษ semi log graph ที่กำหนดให้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถาม

1. วงจร Band Stop Filter ดังรูปที่ 2 มีค่า L1 = 100 uH และC1= 1 nF จงคำนวณค่าความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร และหาค่า fr ของวงจรจาก semi log graph ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่าใด

2. ค่าความถี่เรโซแนนท์ ของวงจร Band Stop Filter ที่ได้จากการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าจากการคำนวณแล้วเป็นอย่างไร

3. กำหนดให้วงจร Band Pass Filter ดังรูปที่ 2 มีค่า L1 = 50 uH ,C1= 10 nF และ R (load) = 1 kΩ จงคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

a. ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

b. f_L

c. f_H

d. BW.

e. Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 บันทึกค่าจากการทดลอง

Frequency (Hz)	V in (Vp-p)	Vout เมื่อต่อ JP1 (Vp-p)	V in (Vp-p)	Vout เมื่อต่อ JP2 (Vp-p)				
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

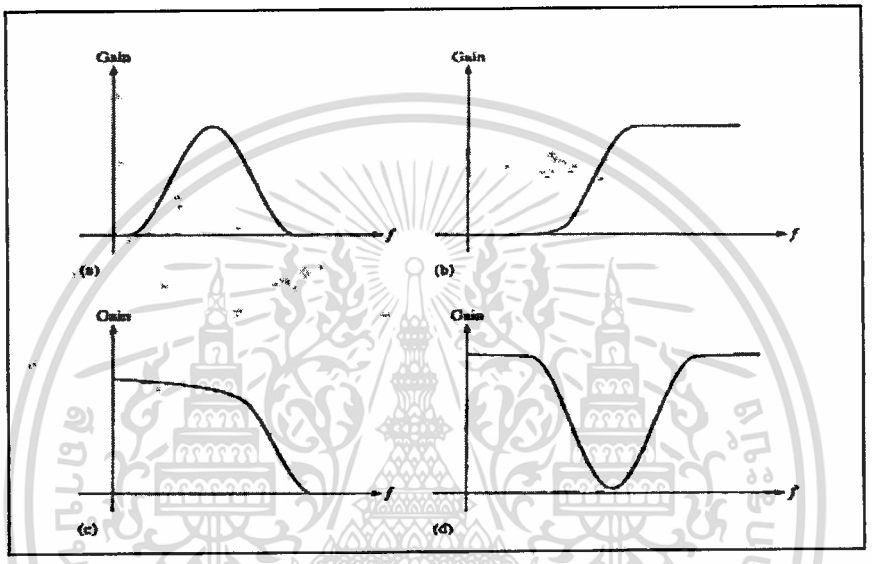
ตารางที่ 1.2 คำนวณค่าที่ได้จากการทดลอง

Frequency (Hz)	AV= Vo/VI เมื่อต่อ JP1	AV(dB) = 20 log (Vo/Vi) เมื่อต่อ JP1	AV= Vo/Vi เมื่อต่อJP2	AV(dB) = 20 log (Vo /Vi) เมื่อต่อ JP2				
100 (Hz)								
200 (Hz)								
400 (Hz)								
600 (Hz)								
800 (Hz)								
1 (kHz)								
2 (kHz)								
4 (kHz)								
6 (kHz)								
8 (kHz)								
10 (kHz)								
20 (kHz)								
40 (kHz)								
60 (kHz)								
80 (kHz)								
100 (kHz)								
200 (kHz)								
400 (kHz)								
600 (kHz)								
800 (kHz)								
1 (MHz)								

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงาน
เรื่อง วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)

<u>คำสั่ง</u> ให้ตอบคำถามทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที โดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว กาลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือรูปกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร Low Pass Filter บน Semi log Graph



ก. a ข. b

ค. c ง. d

2. ข้อใดคือคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน Low Pass Filter

ก. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่ต่ำกว่าค่า fc ที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าสูงกว่า fc จะถูกลดทอนสัญญาณลง

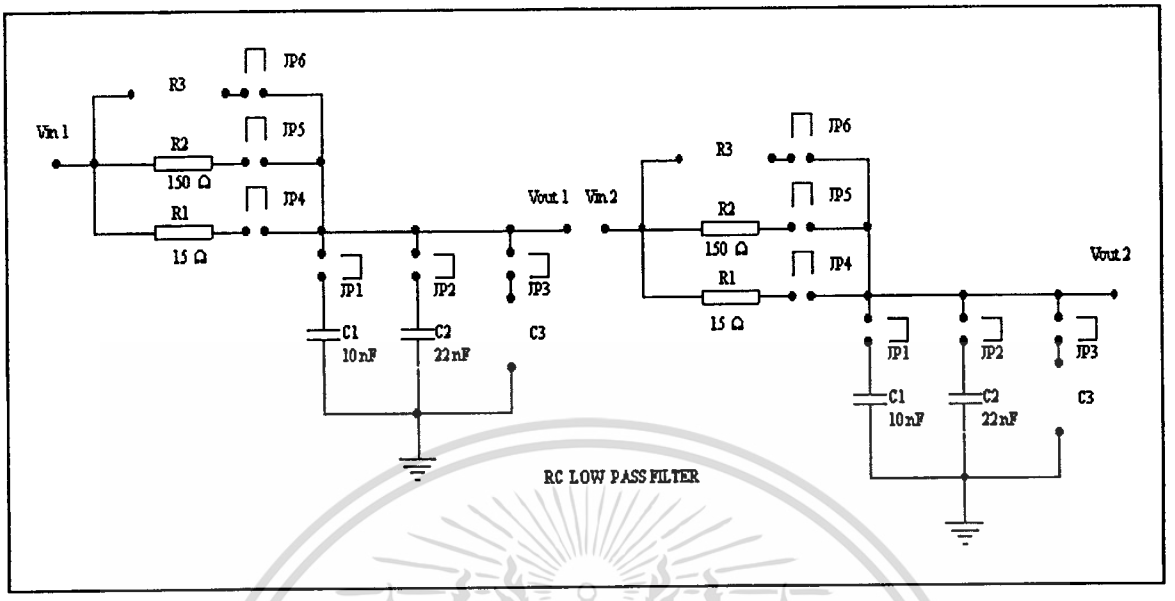
ข. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่าค่า fc ที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าต่ำกว่า fc จะถูกลดทอนสัญญาณลง

ค. จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ในย่านที่กำหนด (f_L - f_H) หรือที่ต้องการเท่านั้นผ่านวงจรไปได้ นอกนั้นจะถูกลดทอนสัญญาณลง

ง. สัญญาณในย่านความถี่ที่ไม่ต้องการ (f_L - f_H) จะถูกกำจัดหรือลดทอนสัญญาณลง นอกนั้นสามารถผ่านวงจรไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 3-9



รูปที่ 1. วงจร RC Low Pass Filter

3. จากรูปที่ 1. พิจารณาเฉพาะ Stage ที่ 1 ถ้าต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และถ้าต่อ R3 = 100 Ω และ C3 = 10 nF จงหาสูตรที่ใช้หา cutoff frequency (f_c) ของวงจร

ก. $f_C = \frac{1}{2\pi R1 C_1}$ ข. $f_C = \frac{1}{2\pi R_3 C_3}$

ค. $f_C = \frac{1}{4\pi R_3 C_3}$ ง. $f_C = \frac{1}{2 R_3 C_3}$

4. จากข้อ 3. จงหาค่า cutoff frequency (f_c)ของวงจร

ก. 159 kHz ข. 375 kHz

ค. 500 kHz ง. 1 MHz

5. จากข้อ 3. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 10 Vp-p ความถี่ 1 kHz ที่ Vin 1 และวัดค่าที่ Vout 1 = 7.07 Vp-p จงหาค่าอัตราขยายแรงดัน (AV)

ก. 0.5 ข. 0.707

ค. 1 ง. 1.5

6. จากข้อ 5. จงหาค่าอัตราขยายแรงดัน (AV) ในรูปของ เดซิเบล (dB)

ก. - 3 dB ข. - 6 dB

ค. - 9 dB ง. +3 dB

7. ค่าความถี่ที่ทำให้กำลังของสัญญาณตกลงเหลือครึ่งหนึ่งหรือจุด Half Power Point (HPP.)คือเท่าใด

ก. 159 kHz ข. 375 kHz

ค. 500 kHz ง. 1 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

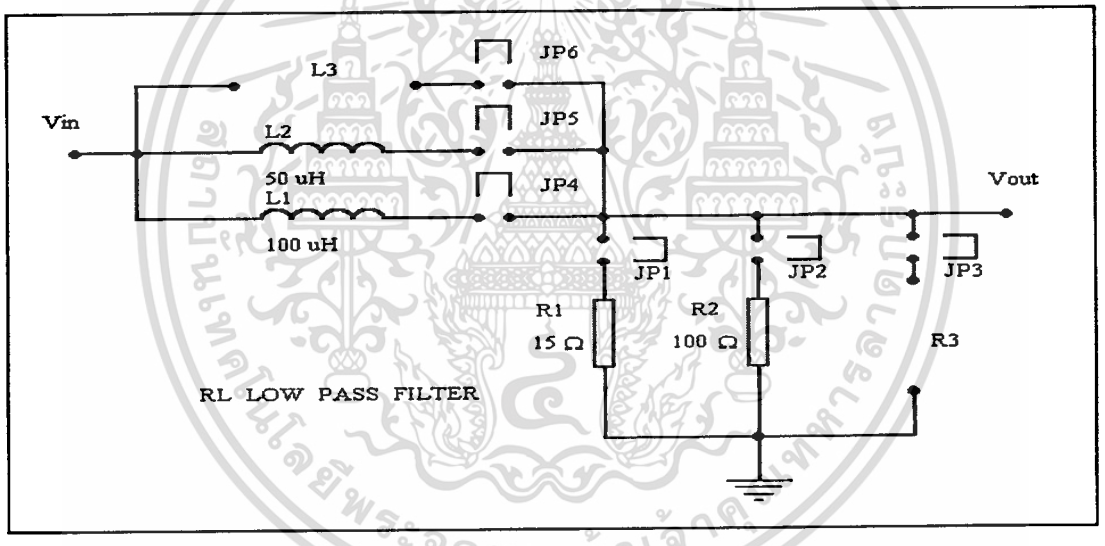
8. จากข้อ 3. การเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายแรงดันหลังจากจุด cutoff frequency (f_c) เป็นอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา 40 dB/decade
ข. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา 20 dB/decade
ค. ลดลง ด้วยอัตรา -40 dB/decade
ง. ลดลง ด้วยอัตรา -20 dB/decade

9. จากรูปที่ 1. ถ้าต่อ Stage ที่ 2 กับ Stage ที่ 1 โดยเงื่อนไขของวงจรเหมือนกับ Stage ที่ 1 คือต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และให้ R3 = 100 Ω และ C3 = 10 nF การเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายแรงดันหลังจากจุด cutoff frequency (f_c) เป็นอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา 40 dB/decade
ข. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา 20 dB/decade
ค. ลดลง ด้วยอัตรา -40 dB/decade
ง. ลดลง ด้วยอัตรา -20 dB/decade

10. จากรูปที่ 2. ถ้าต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และถ้าต่อ R3 = 200 Ω และ L3 = 500 uF จงหาค่า cutoff frequency (f_c) ของวงจร



รูปที่ 2. วงจร RL Low Pass Filter

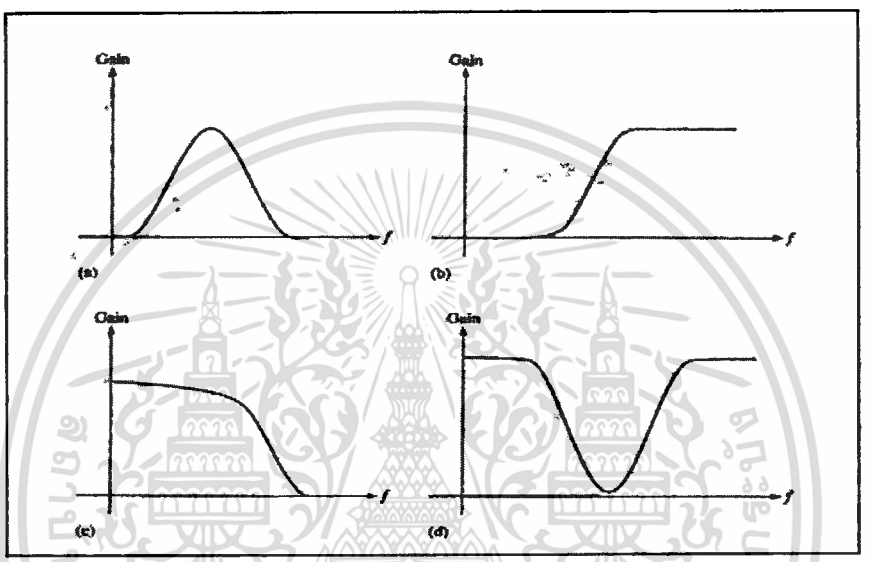
ก. 200 kHz
ข. 150 kHz
ค. 90 kHz
ง. 64 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงาน
เรื่อง วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

<u>คำสั่ง</u> ให้ตอบคำถามทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที โดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว กาลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือรูปกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร High Pass Filter บน Semi log Graph



ก. a ข. b

ค. c ง. d

2. ข้อใดคือคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน High Pass Filter

ก. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่ต่ำกว่าค่า fc ที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าสูงกว่า fc จะถูกลดทอนสัญญาณลง

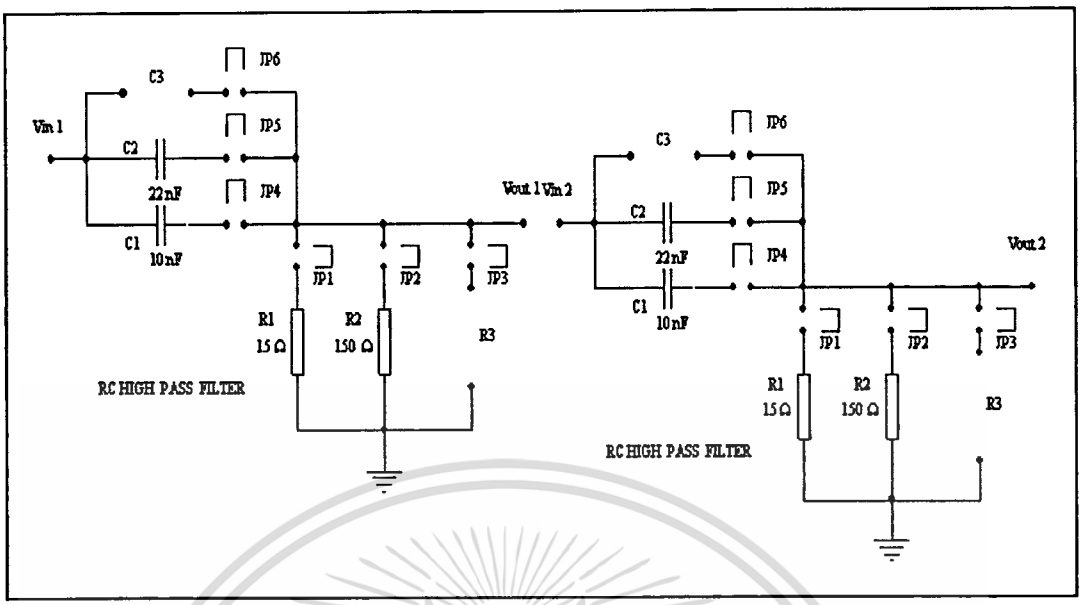
ข. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่าค่า fc ที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าต่ำกว่า fc จะถูกลดทอนสัญญาณลง

ค. จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ในย่านที่กำหนด (f_L - f_H) หรือที่ต้องการเท่านั้นผ่านวงจรไปได้ นอกนั้นจะถูกลดทอนสัญญาณลง

ง. สัญญาณในย่านความถี่ที่ไม่ต้องการ (f_L - f_H) จะถูกกำจัดหรือลดทอนสัญญาณลง นอกนั้นสามารถผ่านวงจรไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 3-9



รูปที่ 1. วงจร RC High Pass Filter

3. จากรูปที่ 1. พิจารณาเฉพาะ Stage ที่ 1 ถ้าต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และถ้าต่อ R3 = 100 Ω และ C3 = 22 nF จงหาสูตรที่ใช้หา cutoff frequency (f_c) ของวงจร

ก. $f_C = \frac{1}{2\pi R1 C_1}$ ข. $f_C = \frac{1}{2\pi R_3 C_3}$

ค. $f_C = \frac{1}{4\pi R_3 C_3}$ ง. $f_C = \frac{1}{2 R_3 C_3}$

4. จากข้อ 3. จงหาค่า cutoff frequency (f_c)ของวงจร

ก. 50 kHz ข. 72 kHz

ค. 100 kHz ง. 150 kHz

5. จากข้อ 3. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 10 Vp-p ความถี่ 150 kHz ที่ Vin 1 และวัดค่าที่ Vout 1 = 10 Vp-p จงหาค่าอัตราขยายแรงดัน (AV) ในรูปของ เดซิเบล (dB)

ก. 0. dB ข. - 3 dB

ค. + 3 dB ง. - 6 dB

6. ณ ตำแหน่ง cutoff frequency (f_c) จะมีอัตราขยายแรงดัน (AV) ในรูปของ เดซิเบล (dB) เท่าใด

ก. 0 dB ข. - 3 dB

ค. - 6 dB ง. +3 dB

7. ค่าความถี่ที่ทำให้กำลังของสัญญาณตกลงเหลือครึ่งหนึ่งหรือจุด Half Power Point (HPP.)คือเท่าใด

ก. 50 kHz ข. 72 kHz

ค. 100 kHz ง. 150 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

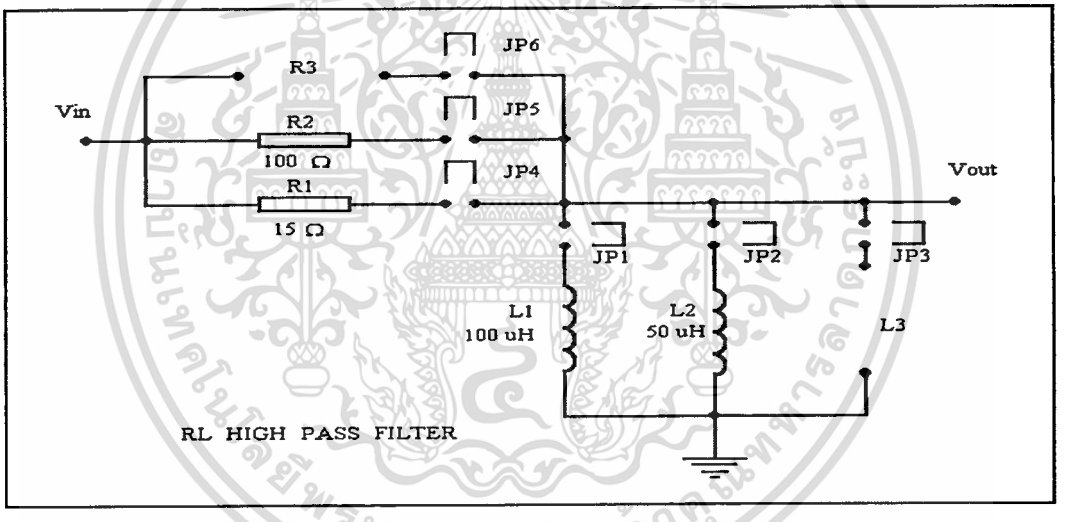
8. จากข้อ 3. การเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายแรงดันก่อนถึงจุด cutoff frequency (f_c) เป็นอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา +40 dB/decade
ข. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา +20 dB/decade
ค. ลดลง ด้วยอัตรา -40 dB/decade
ง. ลดลง ด้วยอัตรา -20 dB/decade

9. จากรูปที่ 1. ถ้าต่อ Stage ที่ 2 กับ Stage ที่ 1 โดยเงื่อนไขของวงจรเหมือนกับ Stage ที่ 1 คือต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และให้ R3 = 100 Ω และ C3 = 22 nF การเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายแรงดันก่อนถึงจุด cutoff frequency (f_c) เป็นอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา +40 dB/decade
ข. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา +20 dB/decade
ค. ลดลง ด้วยอัตรา -40 dB/decade
ง. ลดลง ด้วยอัตรา -20 dB/decade

10. จากรูปที่ 2. ถ้าต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และถ้าต่อ R3 = 150 Ω และ L3 = 50 uF จงหาค่า cutoff frequency (f_c) ของวงจร



รูปที่ 2. วงจร RL High Pass Filter

ก. 200 kHz
ข. 300 kHz
ค. 420 kHz
ง. 477 kHz

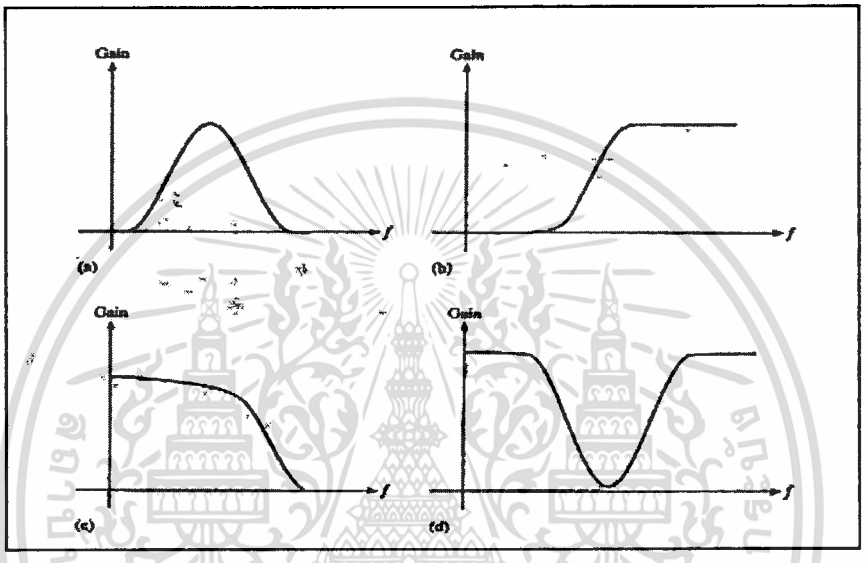
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงาน

เรื่อง วงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)

<u>คำสั่ง</u> ให้ตอบคำถามทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที โดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว กาลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือรูปกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร Band Pass Filter บน Semi log Graph



ก. a ข. b

ค. c ง. d

2. ข้อใดคือคุณลักษณะของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ Band Pass Filter

ก. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่ต่ำกว่าค่า fc ที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าสูงกว่า fc จะถูกลดทอนสัญญาณลง

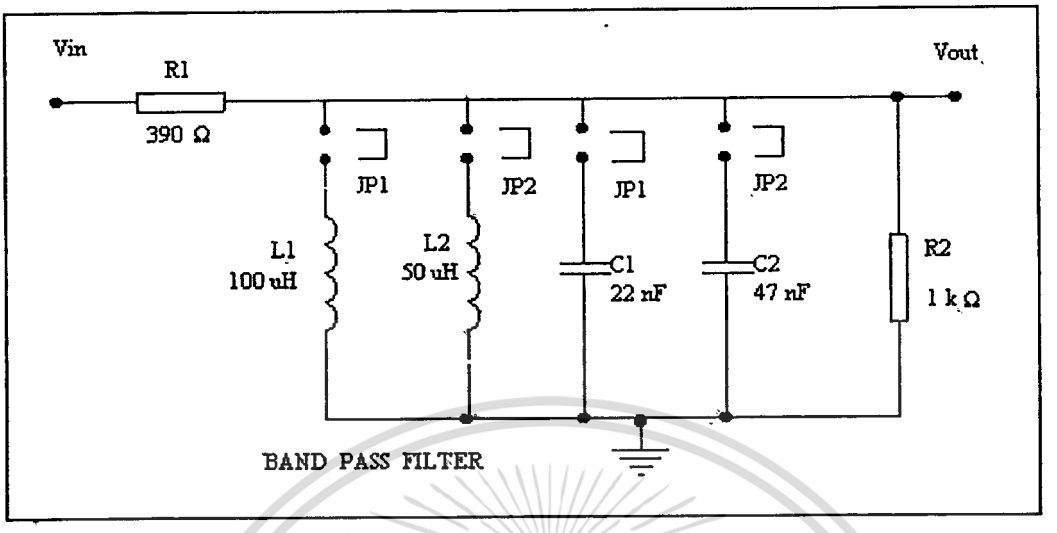
ข. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่าค่า fc ที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าต่ำกว่า fc จะถูกลดทอนสัญญาณลง

ค. จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ในย่านที่กำหนด (f_L - f_H) หรือที่ต้องการเท่านั้นผ่านวงจรไปได้ นอกนั้นจะถูกลดทอนสัญญาณลง

ง. สัญญาณในย่านความถี่ที่ไม่ต้องการ (f_L - f_H) จะถูกกำจัดหรือลดทอนสัญญาณลง นอกนั้นสามารถผ่านวงจรไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 3-10



รูปที่ 1. วงจร Band Pass Filter

3. จากรูปที่ 1. ถ้าต่อ JP1 , JPตัวอื่นไม่ต่อ จงหาสูตรที่ใช้หา ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

ก. $fr = 1/(2\pi\sqrt{L_1C_1})$ ข. $fr = 1/(2\pi\sqrt{R_2C_1})$

ค. $fr = 1/(4\pi\sqrt{L_1C_1})$ ง. $fr = 1/(8\pi\sqrt{R_1C_1})$

4. จากข้อ 3. จงหาค่า ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

ก. 50 kHz ข. 72 kHz

ค. 107 kHz ง. 150 kHz

5. จากข้อ 3. จงหาค่า f_H ของวงจร

ก. 115 kHz ข. 125 kHz

ค. 135 kHz ง. 145 kHz

6. จากข้อ 3. จงหาค่า f_L ของวงจร

ก. 80 kHz ข. 90 kHz

ค. 100 kHz ง. 105 kHz

7. จากข้อ 3. จงหาค่า BW. ของวงจร

ก. 8 kHz ข. 15 kHz

ค. 20 kHz ง. 20 kHz

8. จากข้อ 3. จงหาค่า Q ของวงจร

ก. 4.13 ข. 5.13

ค. 6.13 ง. 7.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. จากข้อ 3. อัตราขยายแรงดันสูงสุด (AV) ของวงจร ในรูปของ เดซิเบล (dB) เท่าใด

ก. 0. dB ข. - 3 dB

ค. -6 dB ง. - 9 dB

10. ณ ตำแหน่ง "ความถี่คัตออฟด้านต่ำ f_L (low-cutoff frequency)" และ "ความถี่คัตออฟด้านสูง f_H (High-cutoff frequency)" จะมีอัตราขยายแรงดัน (AV) ในรูปของ เดซิเบล (dB) เท่าใด

ก. 0. dB ข. - 3 dB

ค. -6 dB ง. - 9 dB

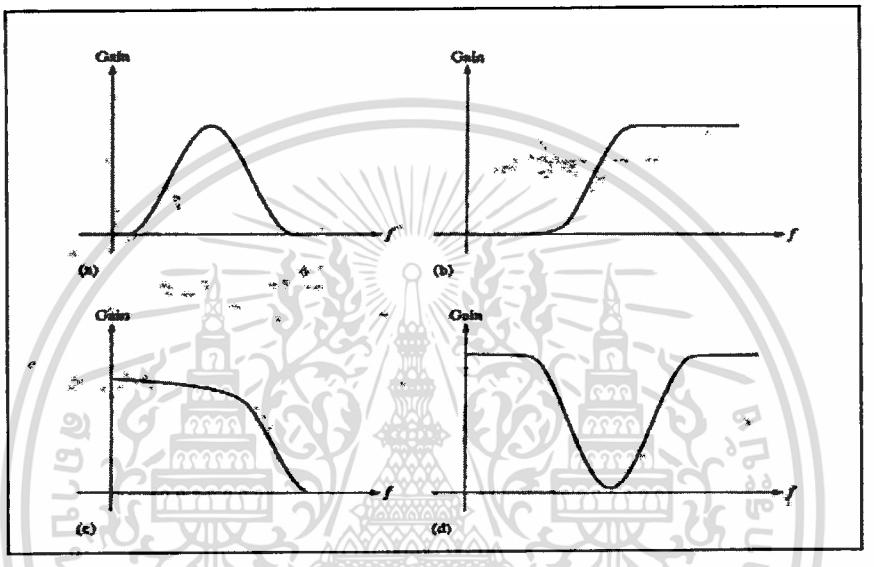
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงาน

เรื่อง วงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)

<u>คำสั่ง</u> ให้ตอบคำถามทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที โดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว กาลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือรูปกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร Band Stop Filter บน Semi log Graph



ก. a ข. b

ค. c ง. d

2. ข้อใดคือคุณลักษณะของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ Band Stop Filter

ก. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่ต่ำกว่าค่า fc ที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าสูงกว่า fc จะถูกลดทอนสัญญาณลง

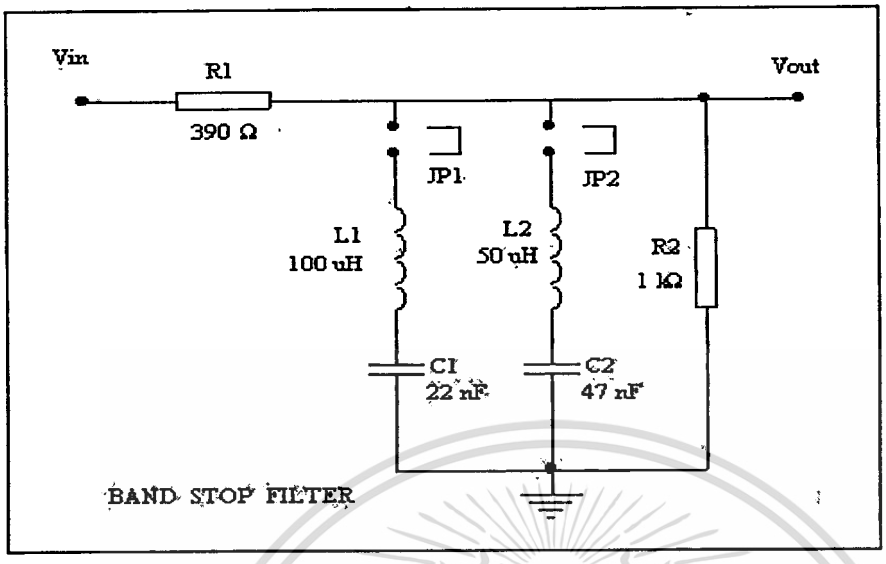
ข. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่าค่า fc ที่เลือกไว้ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าต่ำกว่า fc จะถูกลดทอนสัญญาณลง

ค. จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ในย่านที่กำหนด (f_L - f_H) หรือที่ต้องการเท่านั้นผ่านวงจรไปได้ นอกนั้นจะถูกลดทอนสัญญาณลง

ง. สัญญาณในย่านความถี่ที่ไม่ต้องการ (f_L - f_H) จะถูกกำจัดหรือลดทอนสัญญาณลง นอกนั้นสามารถผ่านวงจรไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 3-10



รูปที่ 1. วงจร Band Stop Filter

3. จากรูปที่ 1. ถ้าต่อ JP1 , JPตัวอื่นไม่ต่อ จงหาสูตรที่ใช้หา ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

ก. $fr = 1/(2\pi\sqrt{L_1C_1})$ ข. $fr = 1/(2\pi\sqrt{R_2C_1})$

ค. $fr = 1/(4\pi\sqrt{L_1C_1})$ ง. $fr = 1/(8\pi\sqrt{R_1C_1})$

4. จากข้อ 3. จงหาค่า ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

ก. 70 kHz ข. 95 kHz

ค. 107 kHz ง. 120 kHz

5. จากข้อ 3. จงหาค่า f_L ของวงจร

ก. 14 kHz ข. 25 kHz

ค. 35 kHz ง. 45 kHz

6. จากข้อ 3. จงหาค่า f_H ของวงจร

ก. 715 kHz ข. 750 kHz

ค. 817 kHz ง. 918 kHz

7. จากข้อ 3. จงหาค่า BW. ของวงจร

ก. 503 kHz ข. 600 kHz

ค. 703 kHz ง. 803 kHz

8. จากข้อ 3. จงหาค่า Q ของวงจร

ก. 0.13 ข. 0.23

ค. 0.33 ง. 0.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. จากข้อ 3. อัตราขยายแรงดันสูงสุด (AV) ของวงจร ในรูปของ เดซิเบล (dB) เท่าใด

ก. 0. dB ข. - 3 dB

ค. -6 dB ง. - 9 dB

10. ณ ตำแหน่ง "ความถี่คัตออฟด้านต่ำ f_L (low-cutoff frequency)" และ "ความถี่คัตออฟด้านสูง f_H (High-cutoff frequency)" จะมีอัตราขยายแรงดัน (AV) ในรูปของ เดซิเบล (dB) เท่าใด

ก. 0. dB ข. - 3 dB

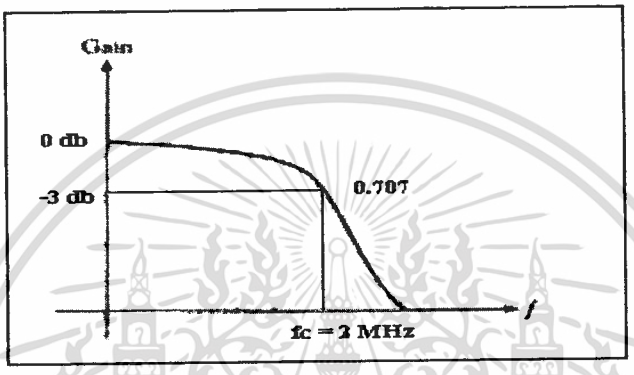
ค. -6 dB ง. - 9 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม
หน่วย วงจรกรองความถี่วิทยุ

คำสั่ง ให้ตอบคำถามทั้งหมด 40 ข้อ เวลา 60 นาที โดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว กาลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดบอกความหมายของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ บน Semi log Graph ได้อย่างถูกต้อง



ก. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร HPF. มีความถี่คัตออฟที่ 2 MHzและมี Gain เท่ากับ –3 db ที่ตำแหน่ง fc

ข. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร LPF. มีความถี่คัตออฟที่ 2 MHz และมี Gain เท่ากับ –3 db ที่ตำแหน่ง fc

ค. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร LPF. มีความถี่คัตออฟที่ 2 MHz และมี Gain เท่ากับ 0 db ที่ตำแหน่ง fc

ง. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร HPF. มีความถี่คัตออฟที่ 2 MHz และมี Gain เท่ากับ 0 db ที่ตำแหน่ง fc

2. ข้อใดคือคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน Low Pass Filter ที่มีค่า fc เท่ากับ 1 MHz

ก. สัญญาณในย่านความถี่ที่ตั้งแต่ 500 KHz – 1.5 MHz จะถูกกำจัดหรือลดทอนสัญญาณลง นอกนั้นสามารถผ่านวงจรไปได้

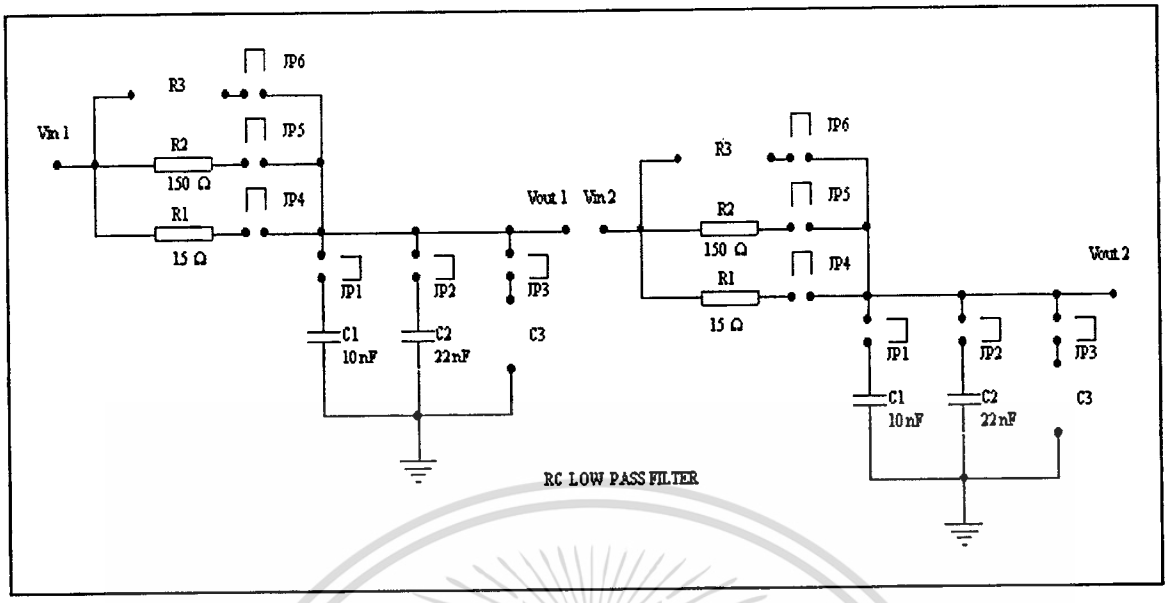
ข. จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 500 KHz – 1.5 MHz ผ่านวงจรไปได้ นอกนั้นจะถูกลดทอนสัญญาณลง

ค. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่ต่ำกว่า 1 MHz ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าสูงกว่า 1 MHz จะถูกลดทอนสัญญาณลง

ง. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่า 1 MHz ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าต่ำกว่า 1 MHz จะถูกลดทอนสัญญาณลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 3-7



รูปที่ 1. วงจร RC Low Pass Filter

3. จากรูปที่ 1. พิจารณาเฉพาะ Stage ที่ 1 ถ้าต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และถ้าต่อ R3 = 100 Ω และ C3 = 47 nF จงหาค่า cutoff frequency (f_c) ของวงจร

ก. 24 kHz ข. 34 kHz

ค. 45 kHz ง. 55 kHz

4. จากข้อ 3. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 10 Vp-p ความถี่ 50 kHz ที่ Vin 1 ค่า Gain ของวงจรจะเป็นอย่างไร

ก. เท่ากับ 0.707 เท่า ข. เท่ากับ 1 เท่า

ค. ต่ำกว่า 0.707 เท่า ง. ระหว่าง 0.707 – 1 เท่า

5. จากข้อ 3. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 5 Vp-p ความถี่ 10 kHz ที่ Vin 1 และวัดค่าที่ Vout 1 = 3.535 Vp-p จงหาค่าอัตราขยายแรงดัน (AV)

ก. 0.5 ข. 0.707

ค. 1 ง. 1.5

6. จากข้อ 5. จงหาค่าอัตราขยายแรงดัน (AV) ในรูปของ เดซิเบล (dB)

ก. - 3 dB ข. - 6 dB

ค. - 9 dB ง. +3 dB

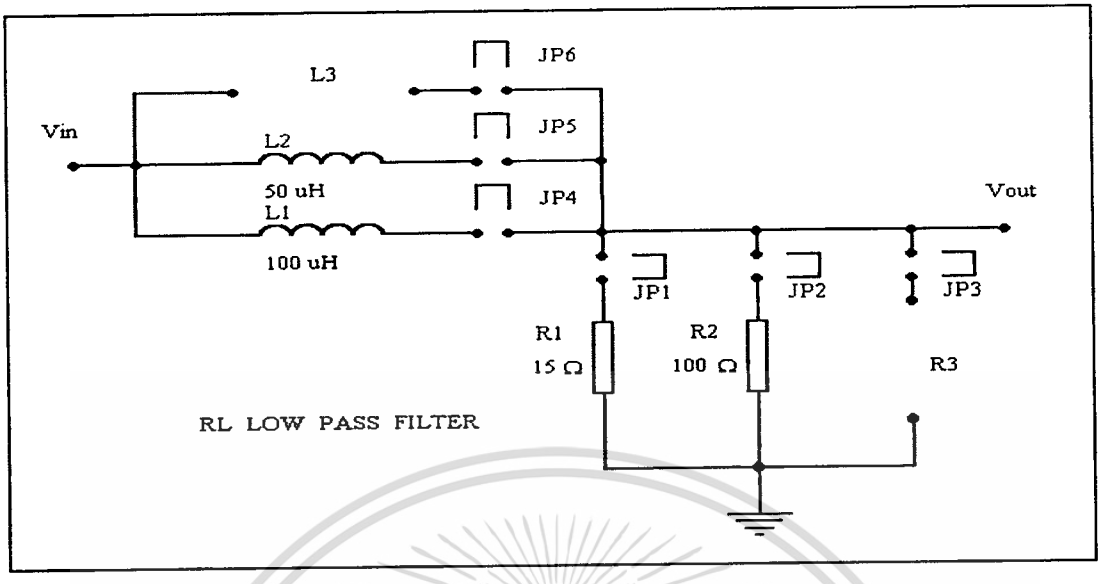
7. ค่าความถี่ที่ทำให้กำลังของสัญญาณตกลงเหลือครึ่งหนึ่งหรือจุด Half Power Point (HPP.)คือเท่าใด

ก. 24 kHz ข. 34 kHz

ค. 45 kHz ง. 55 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 8-10



รูปที่ 2. วงจร RL Low Pass Filter

8. จากวงจร ถ้าต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และถ้าต่อ R3 = 10 Ω และ L3 = 200 uF จงหาค่า cutoff frequency (f_c) ของวงจร

ก. 8 kHz ข. 12 kHz

ค. 15 kHz ง. 24 kHz

9. จากวงจร RL Low pass Filter ในข้อ 8. การเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายแรงดันหลังจากจุด cutoff frequency (f_c) เป็นอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา 40 dB/decade ข. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา 20 dB/decade

ค. ลดลง ด้วยอัตรา -40 dB/decade ง. ลดลง ด้วยอัตรา -20 dB/decade

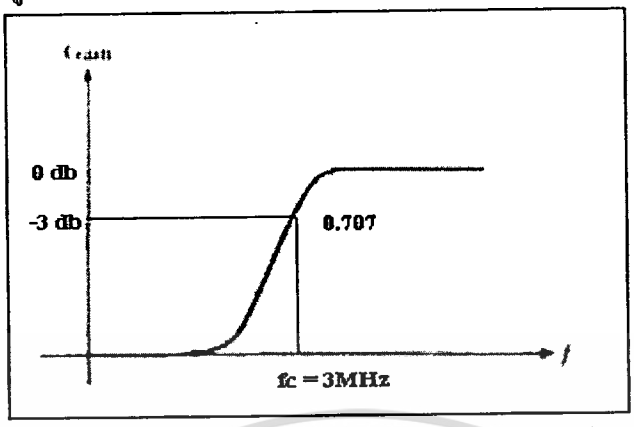
10. จากข้อ 8. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 10 Vp-p ความถี่ 40 kHz ที่ Vin 1 ค่า Gain ของวงจรจะเป็นอย่างไร

ก. มากกว่า 1 เท่า ข. เท่ากับ 0.707 เท่า

ค. ต่ำกว่า 0.707 เท่า ง. ระหว่าง 0.707 – 1 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ข้อใดบอกความหมายของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ บน Semi log Graph ได้อย่างถูกต้อง



ก. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร HPF. มีความถี่คัตออฟที่ 3 MHzและมี Gain เท่ากับ –3 db ที่ตำแหน่ง fc

ข. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร LPF. มีความถี่คัตออฟที่ 3 MHz และมี Gain เท่ากับ –3 db ที่ตำแหน่ง fc

ค. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร LPF. มีความถี่คัตออฟที่ 3 MHz และมี Gain เท่ากับ 0 db ที่ตำแหน่ง fc

ง. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร HPF. มีความถี่คัตออฟที่ 3 MHz และมี Gain เท่ากับ 0 db ที่ตำแหน่ง fc

12. ข้อใดคือคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน High Pass Filter ที่มีค่า fc เท่ากับ 1.5 MHz

ก. สัญญาณในย่านความถี่ที่ตั้งแต่ 300 KHz – 1.5 MHz จะถูกกำจัดหรือลดทอนสัญญาณลง นอกนั้นสามารถผ่านวงจรไปได้

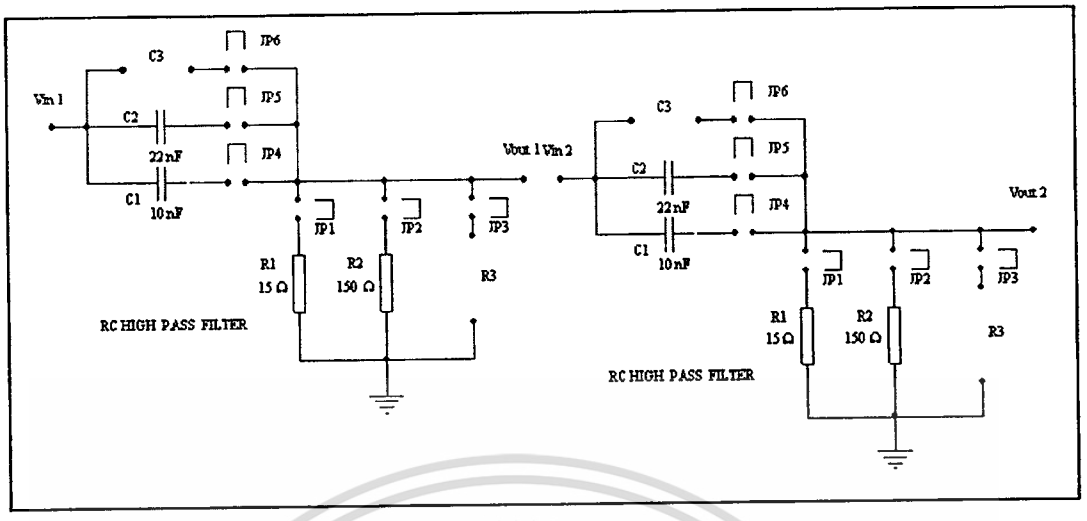
ข. จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 300 KHz – 1.5 MHz ผ่านวงจรไปได้ นอกนั้นจะถูกลดทอนสัญญาณลง

ค. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่ต่ำกว่า 1.5 MHz ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าสูงกว่า 1.5 MHz จะถูกลดทอนสัญญาณลง

ง. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่า 1.5 MHz ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าต่ำกว่า 1.5 MHz จะถูกลดทอนสัญญาณลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 13-17



รูปที่ 3. วงจร RC High Pass Filter

13. จากรูปที่ 3. พิจารณาเฉพาะ Stage ที่ 1 ถ้าต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และถ้าต่อ R3 = 10 Ω และ C3 = 22 nF จงหาค่า cutoff frequency (f_c)ของวงจร

ก. 450 kHz ข. 572 kHz

ค. 600 kHz ง. 723 kHz

14. . จากข้อ 13. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 5 Vp-p ความถี่ 50 kHz ที่ Vin 1 ค่า Gain ของวงจรจะเป็นอย่างไร

ก. เท่ากับ 0.707 เท่า ข. เท่ากับ 1 เท่า

ค. ต่ำกว่า 0.707 เท่า ง. ระหว่าง 0.707 – 1 เท่า

15. จากข้อ 13. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 10 Vp-p ความถี่ 250 kHz ที่ Vin 1 และวัดค่าที่ Vout 1 = 5 Vp-p จงหาค่าอัตราขยายแรงดัน (AV)

ก. 0.5 ข. 0.707

ค. 1 ง. 1.5

16. จากข้อ 15. จงหาค่าอัตราขยายแรงดัน (AV) ในรูปของ เดซิเบล (dB)

ก. - 3 dB ข. - 6 dB

ค. - 9 dB ง. +3 dB

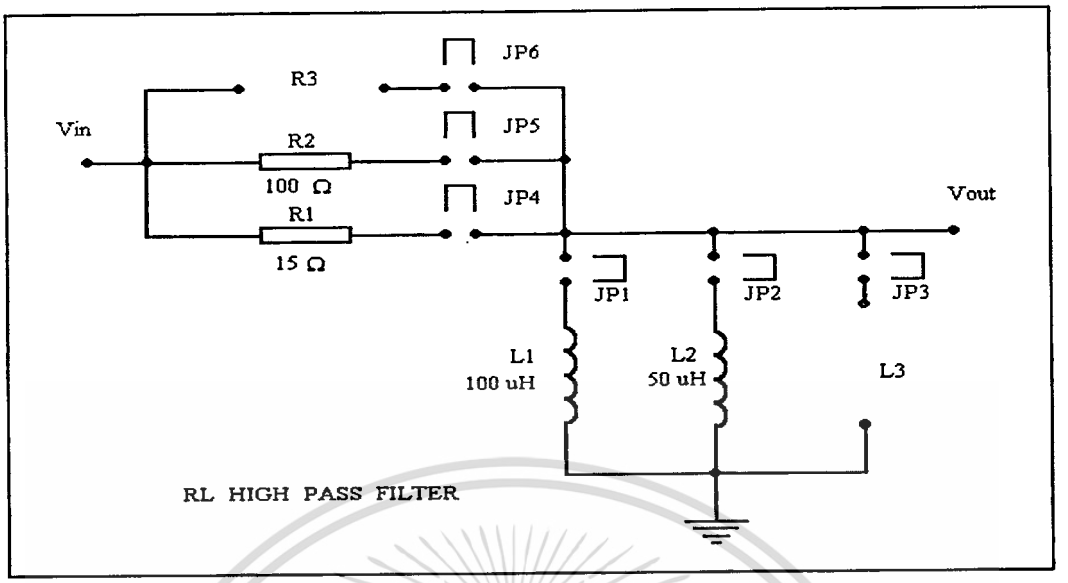
17. ค่าความถี่ที่ทำให้กำลังของสัญญาณตกลงเหลือครึ่งหนึ่ง หรือจุด Half Power Point (HPP.)คือเท่าใด

ก. 450 kHz ข. 572 kHz

ค. 600 kHz ง. 723 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 18-20



รูปที่ 4. วงจร RL High Pass Filter

18. จากวงจร ถ้าต่อ JP3 และ JP6 , JPตัวอื่นไม่ต่อ และถ้าต่อ R3 = 150 Ω และ L3 = 60 uF จงหาค่า cutoff frequency (f_c) ของวงจร

ก. 200 kHz ข. 300 kHz

ค. 398 kHz ง. 477 kHz

19. จากวงจร RL High pass Filter ในข้อ18. การเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายแรงดันก่อนถึงจุด cutoff frequency (f_c) เป็นอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา 40 dB/decade ข. เพิ่มขึ้น ด้วยอัตรา 20 dB/decade

ค. ลดลง ด้วยอัตรา -40 dB/decade ง. ลดลง ด้วยอัตรา -20 dB/decade

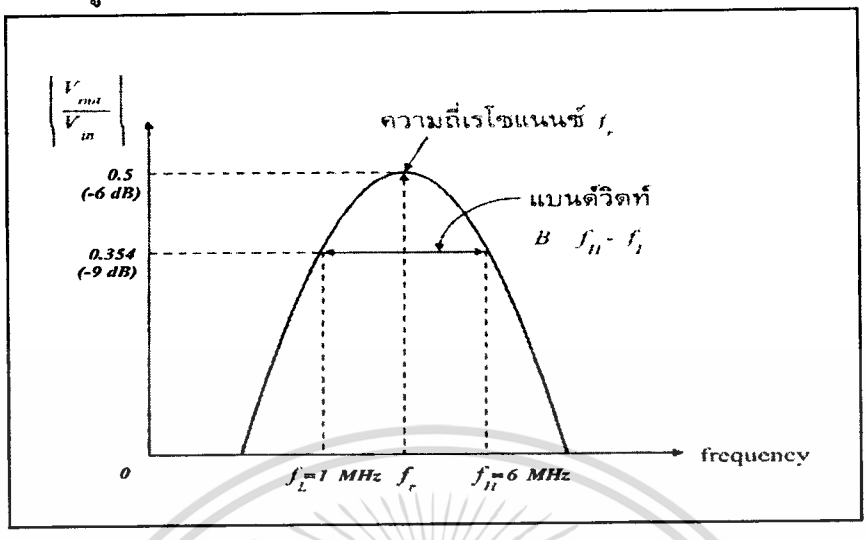
20. จากข้อ 18. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 10 Vp-p ความถี่ 400 kHz ที่ Vin 1 ค่า Gain ของวงจรจะเป็นอย่างไร

ก. มากกว่า 1 เท่า ข. เท่ากับ 0.707 เท่า

ค. ต่ำกว่า 0.707 เท่า ง. ระหว่าง 0.707 – 1 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. ข้อใดบอกความหมายของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ บน Semi log Graph ได้อย่างถูกต้อง



ก. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร HPF. มีความถี่คัตออฟที่ 1 MHzและมี Gain เท่ากับ –3 db ที่ตำแหน่ง fc

ข. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร LPF. มีความถี่คัตออฟที่ 1 MHz และมี Gain เท่ากับ –3 db ที่ตำแหน่ง fc

ค. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร BPF. มีความถี่คัตออฟด้านต่ำ ที่ 1 MHz และมีความถี่คัตออฟด้านสูง ที่ 6 MHz

ง. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร BSF. มีความถี่คัตออฟด้านต่ำ ที่ 1 MHz และมีความถี่คัตออฟด้านสูง ที่ 6 MHz

22. ข้อใดคือคุณลักษณะของวงจร Band Pass Filter ที่มีค่า f_L เท่ากับ 1 MHz และ f_H เท่ากับ 6 MHz

ก. สัญญาณในย่านความถี่ที่ตั้งแต่ 1 MHz – 6 MHz จะถูกกำจัดหรือลดทอนสัญญาณลง นอกนั้นสามารถผ่านวงจรไปได้

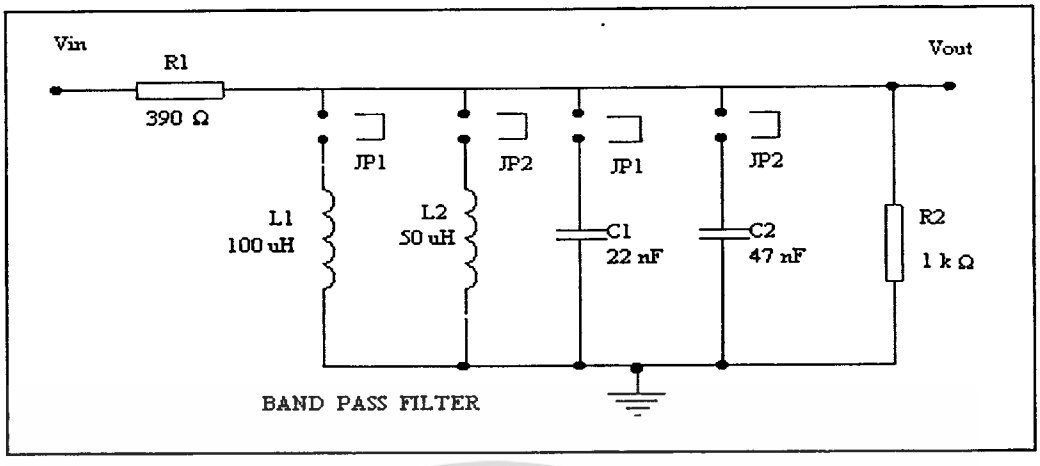
ข. จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 1 MHz – 6 MHz ผ่านวงจรไปได้ นอกนั้นจะถูกลดทอนสัญญาณลง

ค. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่ต่ำกว่า 1 MHz ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าสูงกว่า 1 MHz จะถูกลดทอนสัญญาณลง

ง. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่า 1 MHz ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าต่ำกว่า 1 MHz จะถูกลดทอนสัญญาณลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรใช้ตอบคำถามข้อ 23-30



รูปที่ 5. วงจร Band Pass Filter

23. จากรูปที่ 5. ถ้าต่อ JP2 , JPตัวอื่นไม่ต่อ จงหาค่า ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

ก. 50 kHz ข. 72 kHz

ค. 104 kHz ง. 150 kHz

24. จากข้อ 23. จงหาค่า f_H ของวงจร

ก. 90 kHz ข. 100 kHz

ค. 107 kHz ง. 115 kHz

25. จากข้อ 23. จงหา f_L ค่า ของวงจร

ก. 80 kHz ข. 90 kHz

ค. 97 kHz ง. 101 kHz

26. จากข้อ 23. จงหาค่า BW. ของวงจร

ก. 6 kHz ข. 8 kHz

ค. 10 kHz ง. 12 kHz

27. จากข้อ 23. จงหาค่า Q ของวงจร

ก. 14.13 ข. 15.13

ค. 16.13 ง. 17.13

28. จากข้อ 23. อัตราขยายแรงดันสูงสุด (AV) ของวงจร เป็นเท่าใด

ก. 0. 354 ข. 0. 5

ค. 0.707 ง. 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. ณ ตำแหน่ง "ความถี่คัตออฟด้านต่ำ f_L (low-cutoff frequency)" และ "ความถี่คัตออฟด้านสูง f_H (High-cutoff frequency)" จะมีอัตราขยายแรงดัน (AV) ในรูปของ เดซิเบล (dB) เท่าใด

ก. 0. dB ข. - 3 dB

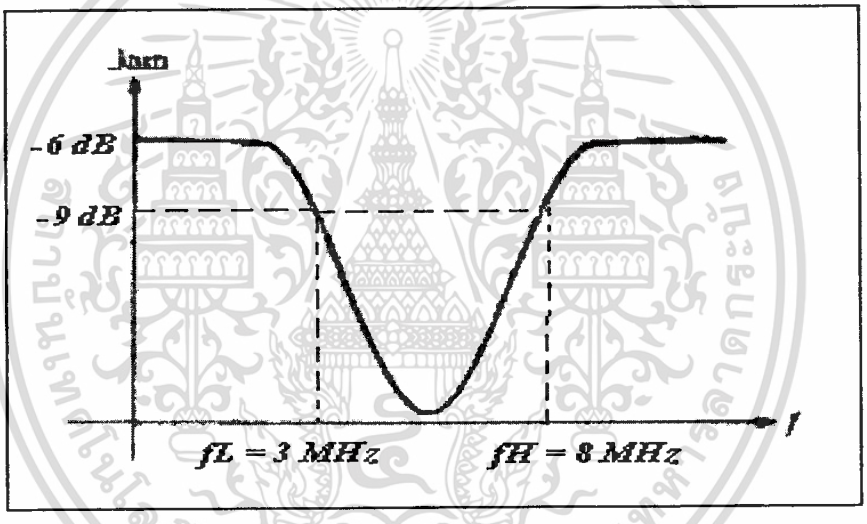
ค. -6 dB ง. - 9 dB

30. จากข้อ 23. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 10 Vp-p ความถี่ 400 kHz ที่ Vin ค่า Gain ของวงจรจะเป็นอย่างไร

ก. เท่ากับ 0. dB ข. เท่ากับ - 3 dB

ค. ต่ำกว่า - 9 dB ง. เท่ากับ - 9 dB

31. ข้อใดบอกความหมายของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ บน Semi log Graph ได้อย่างถูกต้อง



ก. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร HPF. มีความถี่คัตออฟที่ 8 MHzและมี Gain เท่ากับ –3 db ที่ตำแหน่ง fc

ข. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร LPF. มีความถี่คัตออฟที่ 3 MHz และมี Gain เท่ากับ –3 db ที่ตำแหน่ง fc

ค. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร BPF. มีความถี่คัตออฟด้านต่ำ ที่ 3 MHz และมีความถี่คัตออฟด้านสูง ที่ 8 MHz

ง. เป็นกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจร BSF. มีความถี่คัตออฟด้านต่ำ ที่ 3 MHz และมีความถี่คัตออฟด้านสูง ที่ 8 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32. ข้อใดคือคุณลักษณะของวงจร Band Stop Filter ที่มีค่า f_L เท่ากับ 2 MHz และ f_H เท่ากับ 6 MHz

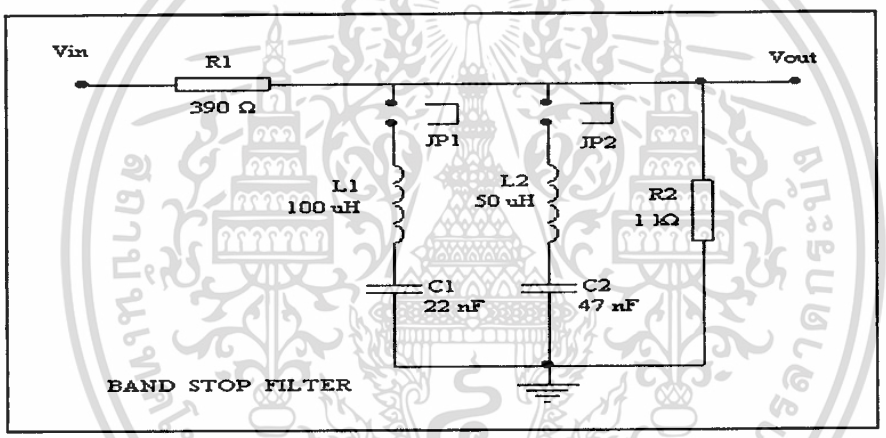
ก. สัญญาณในย่านความถี่ที่ตั้งแต่ 2 MHz – 6 MHz จะถูกกำจัดหรือลดทอนสัญญาณลง นอกนั้นสามารถผ่านวงจรไปได้

ข. จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 2 MHz – 6 MHz ผ่านวงจรไปได้ นอกนั้นจะถูกลดทอนสัญญาณลง

ค. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่ต่ำกว่า 2 MHz ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าสูงกว่า 2 MHz จะถูกลดทอนสัญญาณลง

ง. ส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่า 6 MHz ผ่านไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าต่ำกว่า 6 MHz จะถูกลดทอนสัญญาณลง

จากวงจรจงตอบคำถามข้อ 33-40



รูปที่ 6. วงจร Band Stop Filter

33. จากรูปที่ 6. ถ้าต่อ JP2 , JPตัวอื่นไม่ต่อ จงหาสูตรที่ใช้หา ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

ก. $fr = 1/(2\pi\sqrt{L_2C_2})$

ข. $fr = 1/(2\pi\sqrt{R_2C_1})$

ค. $fr = 1/(4\pi\sqrt{L_2C_2})$

ง. $fr = 1/(8\pi\sqrt{R_1C_1})$

34. จากข้อ 33. จงหาค่า ความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจร

ก. 50 kHz

ข. 72 kHz

ค. 104 kHz

ง. 150 kHz

35. จากข้อ 33. จงหาค่า f_L ของวงจร

ก. 7 kHz

ข. 10 kHz

ค. 12 kHz

ง. 15 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36. จากข้อ 33. จงหาค่า f_H ของวงจร

ก. 715 kHz ข. 1250 kHz

ค. 1545 kHz ง. 1755 kHz

37. จากข้อ 33. จงหาค่า BW. ของวงจร

ก. 903 kHz ข. 1300 kHz

ค. 1403 kHz ง. 1538 kHz

38. จากข้อ 33. จงหาค่า Q ของวงจร

ก. 0.07 ข. 0.23

ค. 0.33 ง. 0.43

39. ถ้าค่า BW. มีค่าลดลง แต่ค่าความถี่เรโซแนนท์ (fr) ของวงจรคงที่ ส่งผลต่อค่า Q ของวงจรอย่างไร

ก. ค่า Q เท่าเดิม ข. ค่า Q ลดลง

ค. ค่า Q เพิ่มขึ้น ง. ค่า Q เท่ากับ 1

40. จากข้อ 33. ถ้าป้อน Sine wave ค่า Amplitude = 10 Vp-p ความถี่ 200 kHz ที่ Vin ค่า Gain ของวงจรจะเป็นอย่างไร

ก. เท่ากับ 0 dB ข. เท่ากับ - 3 dB

ค. เท่ากับ - 6 dB ง. ต่ำกว่า - 9 dB

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

- ตารางแสดงค่าความยากง่าย P ค่าอำนาจจำแนก R
- ตารางคะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น
- ตารางแสดงค่า IOC
- ตารางคะแนนของแบบทดสอบท้ายการทดลอง และคะแนนจากแบบทดสอบรวม ใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 15 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 1 LPF.

ข้อที่	กลุ่มสูง (f_H)	กลุ่มต่ำ(f_L)	p	r
1	9	5	0.70	0.40
2	7	4	0.55	0.30
3	10	5	0.75	0.50
4	9	4	0.65	0.50
5	8	5	0.65	0.30
6	7	2	0.45	0.50
7	6	3	0.45	0.30
8	9	4	0.65	0.50
9	8	2	0.50	0.60
10	9	3	0.60	0.60

ตารางที่ 6.2 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 2 HPF.

ข้อที่	กลุ่มสูง (f_H)	กลุ่มต่ำ(f_L)	p	r
1	10	5	0.75	0.50
2	9	5	0.70	0.40
3	9	5	0.70	0.40
4	10	5	0.75	0.50
5	8	5	0.65	0.30
6	7	2	0.45	0.50
7	6	3	0.45	0.30
8	9	4	0.65	0.50
9	7	2	0.45	0.50
10	9	4	0.65	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 3 BPF.

ข้อที่	กลุ่มสูง (f_H)	กลุ่มต่ำ(f_L)	p	r
1	9	2	0.55	0.70
2	9	3	0.60	0.60
3	9	4	0.65	0.50
4	10	2	0.60	0.80
5	8	3	0.55	0.50
6	7	5	0.60	0.20
7	9	5	0.70	0.40
8	9	5	0.70	0.40
9	10	4	0.70	0.60
10	9	4	0.65	0.50

ตารางที่ 6.4 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 4 BSF.

ข้อที่	กลุ่มสูง (f_H)	กลุ่มต่ำ(f_L)	p	r
1	8	5	0.65	0.30
2	7	5	0.60	0.20
3	9	2	0.55	0.70
4	10	3	0.65	0.70
5	8	3	0.55	0.50
6	10	2	0.60	0.80
7	8	4	0.60	0.40
8	8	4	0.60	0.40
9	8	3	0.55	0.50
10	6	3	0.45	0.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 ค่าความยากง่าย p ค่าอำนาจจำแนก r ของแบบทดสอบรวม f

ข้อที่	กลุ่มสูง (f_H)	กลุ่มต่ำ(f_L)	p	r
1	9	5	0.70	0.40
2	7	4	0.55	0.30
3	10	5	0.75	0.50
4	9	4	0.65	0.50
5	8	5	0.65	0.30
6	7	2	0.45	0.50
7	6	3	0.45	0.30
8	9	4	0.65	0.50
9	8	2	0.50	0.60
10	9	3	0.60	0.60
11	10	5	0.75	0.50
12	9	5	0.70	0.40
13	9	5	0.70	0.40
14	10	5	0.75	0.50
15	8	5	0.65	0.30
16	7	2	0.45	0.50
17	6	3	0.45	0.30
18	9	4	0.65	0.50
19	7	2	0.45	0.50
20	9	4	0.65	0.50
21	9	2	0.55	0.70
22	9	3	0.60	0.60
23	9	4	0.65	0.50
24	10	2	0.60	0.80
25	8	3	0.55	0.50
26	7	5	0.60	0.20
27	9	5	0.70	0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง (f_H)	กลุ่มต่ำ(f_L)	P	r
28	9	5	0.70	0.40
29	10	4	0.70	0.60
30	9	4	0.65	0.50
31	8	5	0.65	0.30
32	9	5	0.70	0.40
33	9	2	0.55	0.70
34	10	3	0.65	0.70
35	8	3	0.55	0.50
36	7	2	0.45	0.50
37	6	4	0.50	0.20
38	9	4	0.65	0.50
39	7	3	0.50	0.40
40	9	3	0.60	0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.6 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 1

คนที่	คะแนนเต็ม (10 คะแนน)	$\sum X^2$
1	9	81
2	4	16
3	10	100
4	9	81
5	7	49
6	5	25
7	4	16
8	8	64
9	8	64
10	7	49
11	5	25
12	8	64
13	5	25
14	4	16
15	9	81
16	4	16
17	8	64
18	3	9
19	4	16
20	4	16
	$\sum X$ =125	$\sum X^2$ =887

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$rtt = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rtt หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

K หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด

P หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$= 5.04$

$$rtt = \frac{10}{10-1}\left[1 - \frac{2.31}{5.04}\right]$$

$= 0.60$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.7 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 2

คนที่	คะแนนเต็ม (10 คะแนน)	$\sum X^2$
1	8	64
2	9	81
3	4	16
4	9	81
5	8	64
6	8	64
7	5	25
8	10	100
9	8	64
10	7	49
11	5	25
12	8	64
13	5	25
14	5	25
15	9	81
16	4	16
17	2	4
18	9	81
19	3	9
20	4	16
	$\sum X$=125	$\sum X^2$ =889

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$rtt = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rtt หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

K หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด

P หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$= 5.67$$

$$rtt = \frac{10}{10-1}\left[1 - \frac{2.22}{5.67}\right]$$

$$= 0.68$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.8 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 3

คนที่	คะแนนเต็ม (10 คะแนน)	$\sum X^2$
1	7	49
2	10	100
3	5	25
4	9	81
5	9	81
6	8	64
7	3	9
8	10	100
9	7	49
10	6	36
11	5	25
12	9	81
13	4	16
14	3	9
15	4	16
16	4	16
17	8	64
18	3	9
19	4	16
20	3	9
	$\sum X$=121	$\sum X^2$ =855

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$rtt = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rtt หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

K หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด

P หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$= 6.47$$

$$rtt = \frac{10}{10-1}\left[1 - \frac{2.30}{6.47}\right]$$

$$= 0.72$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.9 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบท้ายใบงานที่ 4

คนที่	คะแนนเต็ม (10 คะแนน)	$\sum X^2$
1	8	64
2	10	100
3	4	16
4	9	81
5	10	100
6	8	64
7	7	49
8	4	16
9	7	49
10	6	36
11	5	25
12	9	81
13	4	16
14	7	49
15	4	16
16	3	9
17	4	16
18	3	9
19	3	9
20	4	16
	$\sum X$=119	$\sum X^2$ =821

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$rtt = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rtt หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

K หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด

P หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$= 5.94$$

$$rtt = \frac{10}{10-1}\left[1 - \frac{2.41}{5.94}\right]$$

$$= 0.66$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.10 คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบรวม

คนที่	คะแนนเต็ม (40 คะแนน)	$\sum X^2$
1	34	1156
2	37	1369
3	35	1225
4	36	1296
5	35	1225
6	36	1296
7	38	1444
8	34	1156
9	20	400
10	33	1089
11	25	625
12	22	484
13	24	576
14	24	576
15	23	529
16	25	625
17	21	441
18	34	1156
19	20	400
20	20	400
	$\sum X = 576$	$\sum X^2 = 17,468$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$rtt = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rtt หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

K หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด

P หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$= 46.27$$

$$rtt = \frac{40}{40 - 1}\left[1 - \frac{9.21}{45.16}\right]$$

$$= 0.82$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.11 การหาค่า IOC ของแบบทดสอบท้ายใบงาน

	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
ใบงานที่ 1 LPF.	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$	*IOC*
ข้อที่							
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	0	1	1	1	1	4	0.8
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
ใบงานที่ 2 HPF.	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$	*IOC*
ข้อที่							
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	0	1	1	1	1	4	0.8
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
ใบงานที่ 3 BPF.	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$	*IOC*
ข้อที่							
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	0	1	1	1	1	4	0.8
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1

	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
ใบงานที่ 4 BSF.	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$	*IOC*
ข้อที่							
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	0	1	1	1	1	4	0.8
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.12 การหาค่า IOC ของแบบทดสอบรวม

	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
ใบงานที่ 1 LPF.	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$	*IOC*
ข้อที่							
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
ใบงานที่ 2 HPF.	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$	*IOC*
ข้อที่							
11	1	1	1	1	1	5	1
12	1	1	1	1	1	5	1
13	1	1	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	1	5	1
15	1	1	1	1	1	5	1
16	1	1	1	1	1	5	1
17	1	1	1	1	1	5	1
18	1	1	1	1	1	5	1
19	1	1	1	1	1	5	1
20	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
ใบงานที่ 3 BPF.	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$	*IOC*
ข้อที่							
21	1	1	1	1	1	5	1
22	1	1	1	1	1	5	1
23	1	1	1	1	1	5	1
24	1	1	1	1	1	5	1
25	1	1	1	1	1	5	1
26	1	1	1	1	1	5	1
27	1	1	1	1	1	5	1
28	1	1	1	1	1	5	1
29	1	1	1	1	1	5	1
30	1	1	1	1	1	5	1
	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
ใบงานที่ 4 BSF.	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\sum R$	*IOC*
ข้อที่							
31	1	1	1	1	1	5	1
32	1	1	1	1	1	5	1
33	1	1	1	1	1	5	1
34	1	1	1	1	1	5	1
35	1	1	1	1	1	5	1
36	1	1	1	1	1	5	1
37	1	1	1	1	1	5	1
38	1	1	1	1	1	5	1
39	1	1	1	1	1	5	1
40	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ $IOC = \frac{\sum R}{n}$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

n = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.13 คะแนนของแบบทดสอบท้ายใบงาน 4 ใบงานระหว่างการเรียน และคะแนนจาก แบบทดสอบรวม ใช้กับนักเรียน 15 คน

คนที่	คะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน 4 ใบงาน (40 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบรวม (40 คะแนน)
1	39	36
2	37	33
3	36	34
4	36	32
5	35	32
6	35	34
7	34	32
8	34	34
9	32	33
10	32	33
11	32	32
12	32	34
13	29	33
14	28	32
15	27	32
	$\sum X = 498$	$\sum Y = 496$
	$\bar{X} = 33.20$	$\bar{X} = 33.07$

ประสิทธิภาพของคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน จำนวน 4 ใบงาน

$$E_1 = \left(\frac{\frac{498}{15}}{40} \right) \times 100$$

$$= 83\ \%$$

ประสิทธิภาพของแบบทดสอบรวม

$$E_2 = \left(\frac{\frac{496}{15}}{40} \right) \times 100$$

$$= 82.67\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

- แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงาน และแผงทดลองปฏิบัติการ
- แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟโดยผู้ทรงคุณวุฒินี้ ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ซึ่งใช้เป็นชุดปฏิบัติการและอุปกรณ์การเรียนการสอนในวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ รหัสวิชา (2104-2210) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาอาชีวศึกษา

นาย สุรพงษ์ เอิมอุทัย
ผู้วิจัย

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด
2. ให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงข้อเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4 หมายถึง ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1 หมายถึง ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ตัวอย่าง

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
0	ท่านสนใจที่จะสร้างชุดฝึก		✓			

จากตัวอย่างข้อ 0 หมายความว่า ท่านสนใจที่จะสร้างชุดฝึก “มาก” (4) แต่ถ้าสนใจที่จะสร้างชุดฝึกมากกว่านี้ ให้กาเครื่องหมาย ✓ ที่หมายเลข 5 และถ้าสนใจที่จะสร้างชุดฝึกน้อยลงให้กาเครื่องหมาย ✓ ที่หมายเลข 3,2,1 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1	<u>ก. ด้านใบงาน</u> ความเหมาะสมของรูปแบบของใบงาน **ข้อเสนอแนะ**.....					
2	รูปแบบของใบงานง่ายต่อการใช้งาน **ข้อเสนอแนะ**.....					
3	ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม **ข้อเสนอแนะ**.....					
4	ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา **ข้อเสนอแนะ**.....					
5	ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง **ข้อเสนอแนะ**.....					
6	ความชัดเจนในคำอธิบายแต่ละขั้นตอน **ข้อเสนอแนะ**.....					
7	ความถูกต้องเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ **ข้อเสนอแนะ**.....					
8	ความชัดเจนเหมาะสมของตัวอักษร รูป ตาราง และกราฟ **ข้อเสนอแนะ**.....					
9	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ **ข้อเสนอแนะ**.....					
10	การควบคุมเนื้อหาตามหลักสูตร **ข้อเสนอแนะ**.....					
11	ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ในใบงานกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง **ข้อเสนอแนะ**.....					
12	มีความเชื่อมั่นต่อการใช้งาน **ข้อเสนอแนะ**.....					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
	ข. ด้านแผงทดลองปฏิบัติการ					
1	ขนาดความเหมาะสมของแผงทดลองปฏิบัติการ **ข้อเสนอแนะ**.....					
2	รูปแบบของแผงทดลองปฏิบัติการก่อให้เกิดแรงจูงใจ **ข้อเสนอแนะ**.....					
3	ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์ **ข้อเสนอแนะ**.....					
4	ความแข็งแรงของแผงทดลองปฏิบัติการ **ข้อเสนอแนะ**.....					
5	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างแผงทดลองปฏิบัติการ **ข้อเสนอแนะ**.....					
6	ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์ **ข้อเสนอแนะ**.....					
7	ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง **ข้อเสนอแนะ**.....					
8	ความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา **ข้อเสนอแนะ**.....					
9	สามารถนำไปใช้ง่ายและสะดวก **ข้อเสนอแนะ**.....					
10	ความสัมพันธ์ของแผงทดลองปฏิบัติการต่อใบงาน **ข้อเสนอแนะ**.....					
11	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง **ข้อเสนอแนะ**.....					
12	คุณค่าทางวิชาการของแผงทดลองปฏิบัติการโดยภาพรวม **ข้อเสนอแนะ**.....					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ข้อมูล

ลงชื่อ.....

(.....**)**

(ผู้ประเมิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

<u>คำชี้แจง</u>

ให้ท่านกาเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบประเมินข้อใดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถวัดความสามารถได้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่องวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟตรงตามที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 1

2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 0

3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ - 1

หมายเหตุ

ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ขอความกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (แบบทดสอบท้ายใบงาน)

ให้ท่านกาเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ใบงานที่ 1 เรื่อง วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
1.อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)	1			
	2			
2.บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน บน Semi log Graph	3			
	4			
3.คำนวณหาค่า cutoff frequency	5			
4.คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2 เรื่อง วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
1. อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)	1			
	2			
2.บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter) บน Semi log Graph	3			
	4			
	5			
3.คำนวณหาค่า cutoff frequencies	6			
4.คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)	7			
	8			
	9			
	10			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3 เรื่อง วงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
1.อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)	1			
	2			
2.บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ บน Semi log Graph	3			
	4			
3.คำนวณหาค่า cutoff frequency	5			
4.คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4 เรื่อง วงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
1.อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)	1			
	2			
2.บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ บน Semi log Graph	3			
	4			
3.คำนวณหาค่า cutoff frequency	5			
4.คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (แบบทดสอบรวม)

ให้ท่านกาเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

หน่วยวงจรกรองความถี่				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
เรื่อง วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)	1			
1.อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน	2			
(Low Pass Filter)	3			
2.บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวง	4			
จรกรองความถี่ต่ำผ่าน บน Semi log Graph	5			
3.คำนวณหาค่า cutoff frequency	6			
4.คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองความถี่	7			
ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)	8			
	9			
	10			
เรื่อง วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)	11			
1.อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน	12			
(High Pass Filter)	13			
2.บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวง	14			
จรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter) บน Semi	15			
log Graph	16			
3.คำนวณหาค่า cutoff frequencies	17			
4.คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองความถี่	18			
สูงผ่าน (High Pass Filter)	19			
	20			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยวงจรกรองความถี่				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
เรื่อง วงจรกรองเฉพาะแถบความถี่(Band Pass Filter)	21			
1.อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)	22			
	23			
2.บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ บน Semi log Graph	24			
	25			
3.คำนวณหาค่า cutoff frequency	26			
4.คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)	27			
	28			
	29			
	30			
เรื่อง วงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)	31			
	32			
1.อธิบายคุณลักษณะของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)	33			
	34			
2.บอกลักษณะของกราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ บน Semi log Graph	35			
	36			
3.คำนวณหาค่า cutoff frequency	37			
4.คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)	38			
	39			
	40			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

- คู่มือการใช้งานชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ

อุปกรณ์ที่ต้องใช้ประกอบการทดลองมีดังนี้

1. แผงทดลองปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่
   วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ
2. ออสซิลโลสโคบ พร้อมสายวัดสัญญาณ
3. Function Generator พร้อมสายสัญญาณ
4. ใบงาน
5. แบบทดสอบท้ายใบงาน
6. แบบทดสอบรวม (กรณีที่ทำใบงานครบทั้ง 4 ใบงานแล้ว)

ขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ต่างๆ ตามใบงานให้พร้อม
2. อาจารย์ผู้สอนอธิบายถึงขั้นตอนการทำใบงาน และรายละเอียดต่างบนแผงทดลองปฏิบัติการ ตลอดจนวิธีการใช้เครื่องมือวัดและทดสอบ
3. ให้นักเรียนทำการวัดและบันทึกผลที่ได้จากการทดลองลงในตารางไว้ทุกค่าก่อน แล้วค่อยนำไปพล็อตกราฟ หลังจากเสร็จขั้นตอนของการวัดและบันทึกผลแล้ว
4. หลังจากนักเรียนทำใบงานเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายใบงานแต่ละงาน ทั้ง 4 ใบงาน
5. เมื่อนักเรียนทำใบงานครบทั้ง 4 ใบงานแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบรวมพร้อมกันทั้งหมดอีกครั้ง

ใบงานวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)

- **RC Low Pass Filter**

  กรณีต่อ JP1 และ JP4 : fc = 1.06 MHz

  กรณีต่อ JP2 และ JP5 : fc = 47.89 KHz

- **RL Low Pass Filter**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีต่อ JP1 และ JP4 : fc = 24 KHz

กรณีต่อ JP2 และ JP5 : fc = 318.75 KHz

ใบงานวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

- **RC High Pass Filter**

  กรณีต่อ JP1 และ JP4 : fc = 1.06 MHz

  กรณีต่อ JP2 และ JP5 : fc = 47.89 KHz

- **RL High Pass Filter**

  กรณีต่อ JP1 และ JP4 : fc = 24 KHz

  กรณีต่อ JP2 และ JP5 : fc = 318.75 KHz

ใบงานวงจรกรองเฉพาะแถบความถี่ (Band Pass Filter)

- กรณีต่อ JP1

  f_r = 503.5 KHz

  f_L = 368.75 KHz

  f_H = 692.37 KHz

  BW = 323.62 KHz

  Q = 1.56

- กรณีต่อ JP2

  f_r = 225.42 KHz

  f_L = 229.85 KHz

  f_H = 241.41 KHz

  BW = 31.56 KHz

  Q = 7.14

ใบงานวงจรกรองขจัดเฉพาะแถบความถี่ (Band Stop Filter)

- กรณีต่อ JP1

  f_r = 503.5 KHz

  f_L = 243.63 KHz

  f_H = 1,030 KHz

  BW = 786.37 KHz

  Q = 0.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีต่อ JP2

f_r = 224.91 KHz

f_L = 31.05 KHz

f_H = 1,630 KHz

BW = 1,590 KHz

Q = 0.14

เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายใบงาน

ใบงานที่ 1 LPF.	ใบงานที่ 2 HPF.	ใบงานที่ 3 BPF.	ใบงานที่ 4 BSF.
1.ค	1.ข	1.ก	1.ง
2.ก	2.ข	2.ค	2.ง
3.ข	3.ข	3.ก	3.ก
4.ก	4.ข	4.ค	4.ค
5.ข	5.ก	5.ก	5.ก
6.ก	6.ข	6.ค	6.ค
7.ก	7.ข	7.ก	7.ง
8.ง	8.ง	8.ง	8.ก
9.ค	9.ค	9.ค	9.ค
10.ง	10.ง	10.ง	10.ง

เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม

1.ก	11.ข	21.ง	31.ค
2.ค	12.ก	22.ข	32.ง
3.ง	13.ข	23.ก	33.ก
4.ข	14.ง	24.ค	34.ค
5.ค	15.ค	25.ก	35.ก
6.ง	16.ก	26.ค	36.ค
7.ก	17.ข	27.ค	37.ง
8.ข	18.ง	28.ค	38.ก
9.ข	19.ง	29.ก	39.ค
10.ข	20.ข	30.ง	40.ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายสุรพงษ์ เอิมอุทัย
วัน เดือน ปีเกิด	4 สิงหาคม 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	56 ซ.คงหิรัญ (รามอินทรา 49) ถ.รามอินทรา แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10230
สถานที่ทำงาน	สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ถ.รามอินทรา แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10230
ตำแหน่ง	นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 5
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้าอุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้