บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่องวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 แบบแผนการทดลอง

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองแบบ One-Short Case Study โดยจะทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน โดยทำการทดสอบหลังเรียน ซึ่งมีลักษณะแบบแผนการทดลองดังนี้

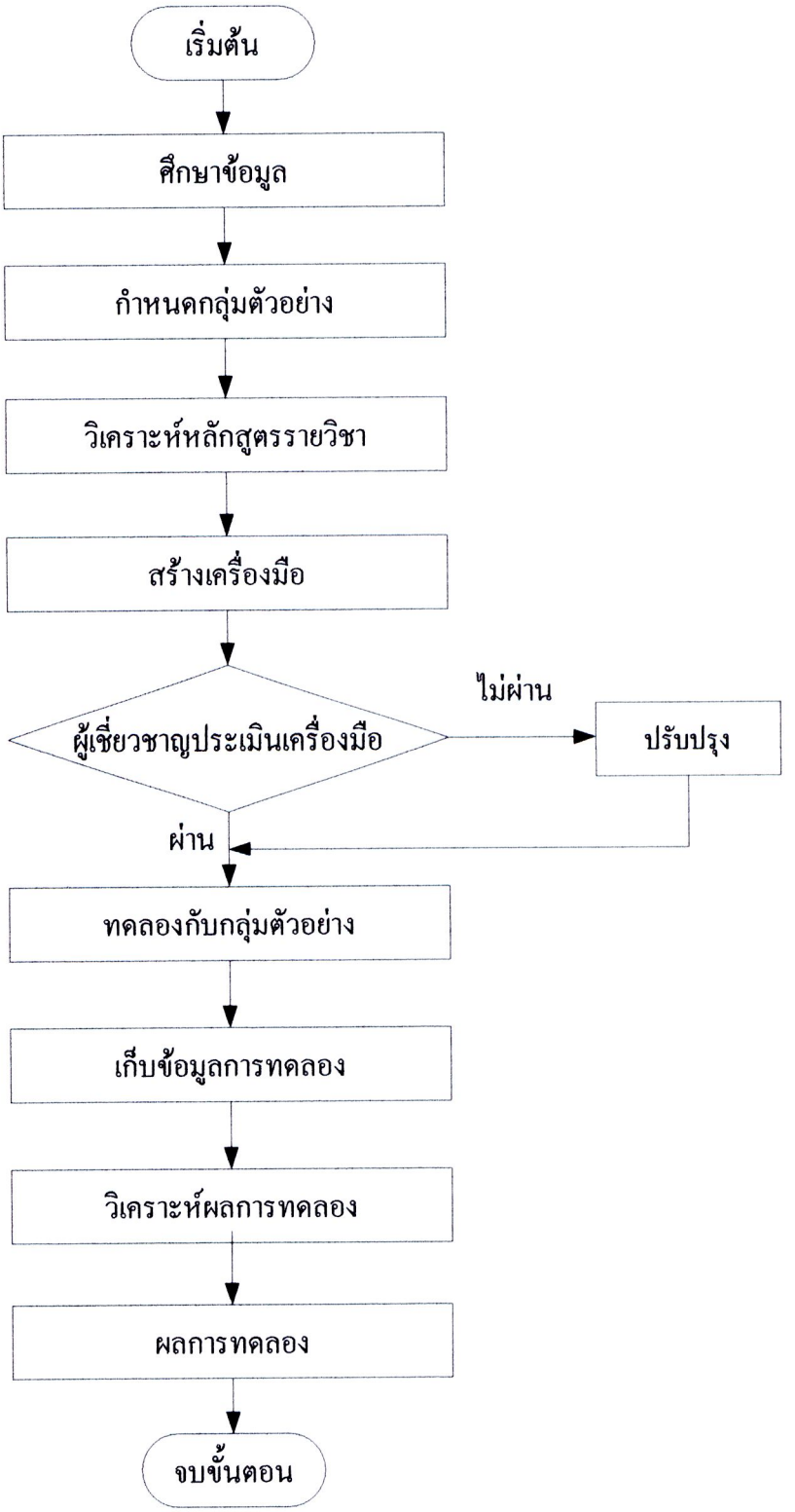
ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One-Short Case Study

กลุ่มทดลอง	การทดลอง	สอบหลังเรียน
E	X	T_2

เมื่อกำหนดให้ E หมายถึง กลุ่มทดลอง (กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ)

X หมายถึง การสอนด้วยชุดการสอนแบบสื่อประสมที่สร้างขึ้น

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการทดลอง

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียน ในรายวิชาข่ายการสื่อสารและ สายส่ง (Communication Network and Transmission Lines) รหัสวิชา 224307 ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

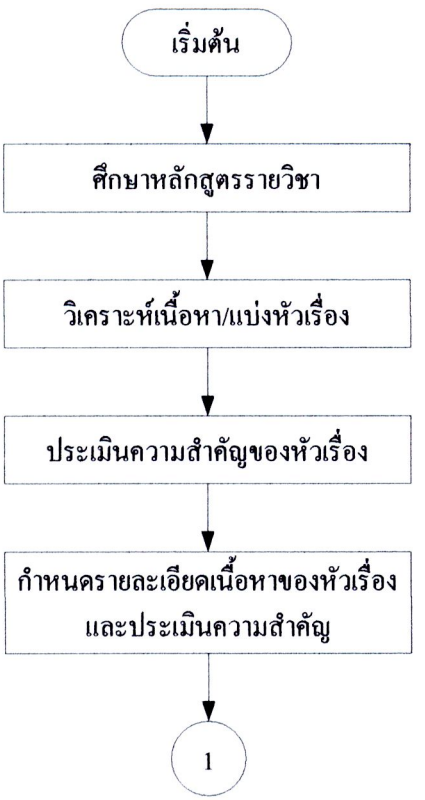
กลุ่มตัวอย่าง ได้จากกลุ่มประชากร คือ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 23 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามสภาพห้องเรียนจริง

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

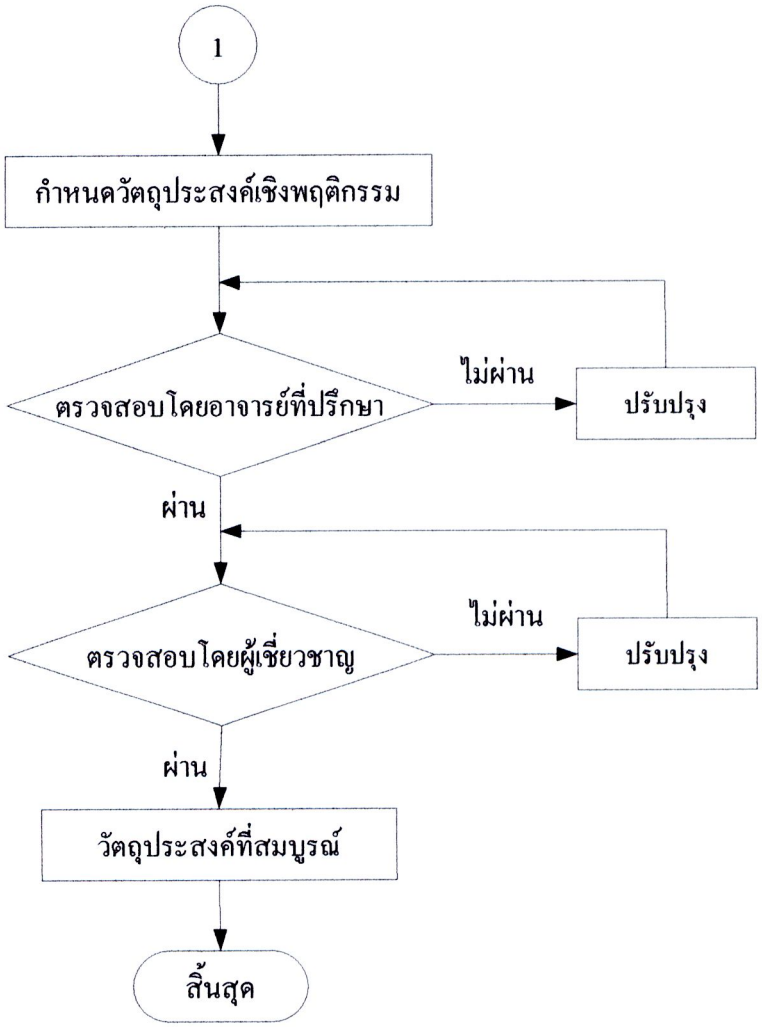
การสร้างเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเริ่มต้นศึกษาหลักสูตรรายวิชาเพื่อให้ได้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร จากนั้นดำเนินการสร้างชุดการสอน ประกอบด้วยคู่มือครู แบบทดสอบ และสื่อการสอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อให้ได้หน่วยการเรียน หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงดังภาพที่ 3-2 มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตร

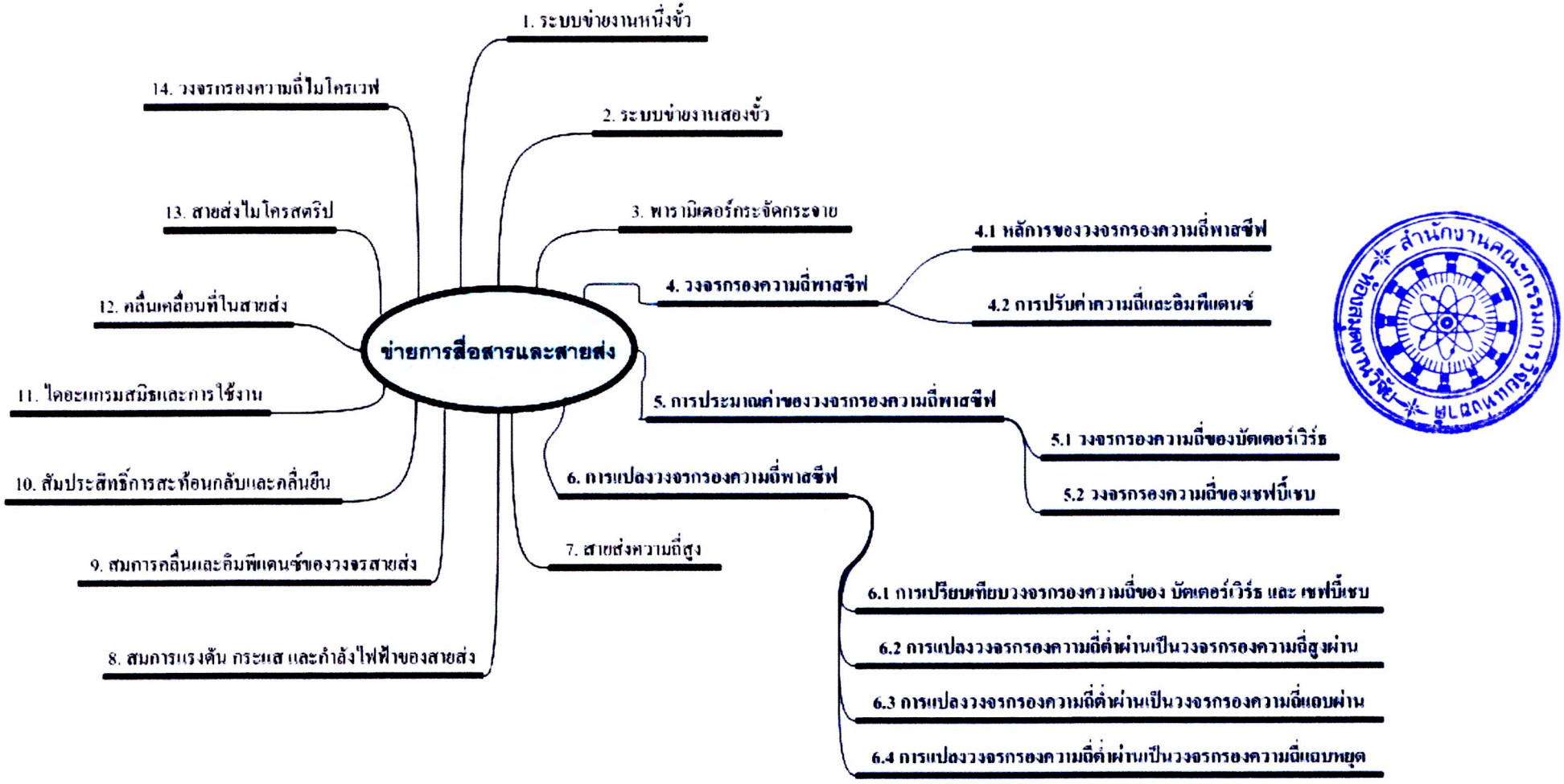


ภาพที่ 3-2 (ต่อ)

จากภาพที่ 3-2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.3.2 ศึกษาหลักสูตรรายวิชา ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรรายวิชาจากคำอธิบายรายวิชา (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 68)

การทำวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่องวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ ทางผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรรายวิชาช่ายการสื่อสานและสายส่ง จากหัวข้อเรื่องการสอน 14 เรื่อง หรือ 14 หน่วยเรียน แสดงดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 แผนผังการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องข่ายการสื่อสารและสายส่ง

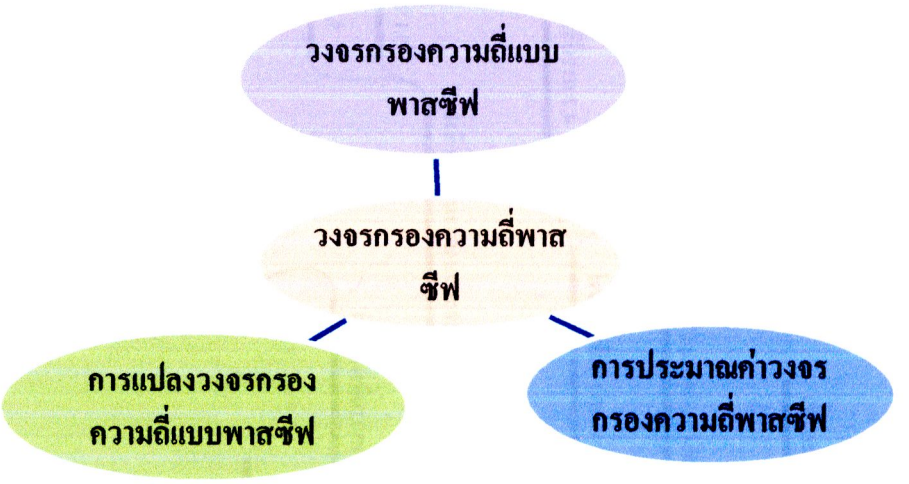
จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการแบ่งหัวข้อเรื่อง ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา โดยผู้วิจัยได้เลือกออกมา 3 หน่วยเรียนดังนี้

หน่วยเรียนที่ 1 วงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

หน่วยเรียนที่ 2 การประมาณค่าวงจรกรองความถี่พาสซีฟ

หน่วยเรียนที่ 3 การแปลงวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

รายละเอียดดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-4 หัวข้อที่ทำการวิจัย

3.3.3 วิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาที่สำคัญของหัวเรื่องแต่ละหัวข้อประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญอะไรบ้าง (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 74)

3.3.4 ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ผู้วิจัยทำการประเมินความสำคัญของหัวเรื่องได้แก่ การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน โดยกำหนดเป็นระดับ 1 การส่งเสริมทักษะการทำงานได้ถูกต้อง โดยกำหนดเป็นระดับ 2 การส่งเสริมผู้เรียนให้มีเจตคติที่ดี โดยกำหนดเป็นระดับ 3 โดยกำหนดความสำคัญของหัวข้อเรื่องเป็น XIO โดย X แทนความสำคัญมาก I แทนความสำคัญปานกลาง O แทนความสำคัญน้อยลง ในตารางประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 76 - 77)

3.3.5 การประเมินวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อได้ความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อเรื่องแล้วนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้คำกริยาที่บ่งบอกถึงลักษณะพฤติกรรมที่สามารถวัดพฤติกรรมนั้นได้ เช่น บอก อธิบาย คำนวณ ประมาณค่า ประยุกต์ใช้แล้วทำการประเมินความสำคัญ XIO ตามระดับความรู้ 3 ระดับ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้าที่ 84 - 86)

หลังจากที่ได้หัวข้อเรื่องทั้ง 3 หน่วยเรียน ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและให้คำแนะนำหลังจากทำการปรับข้อมูลเรียบร้อยแล้วตามคำแนะนำ จะดำเนินการให้ผู้สอนช่วยพิจารณาให้คำแนะนำ หลังจากการปรับตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้สอน ได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยเรียนแต่ละหน่วยเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

หน่วยที่ 1 วงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

1.1 อธิบายหลักการของวงจรกรองความถี่พาสซีฟได้

1.2 วิเคราะห์วงจรกรองความถี่แบบ LC Ladder โดยวิธีการของ Cauer ได้

1.3 คำนวณวงจรกรองความถี่โดยใช้หลักการของวงจรเทียบเคียงของเทวินินได้

1.4 แปลงความถี่ในวงจรกรองความถี่ให้ถูกต้องได้

1.5 แปลงอิมพีแดนซ์ในวงจรกรองความถี่ให้ถูกต้องได้

1.6 ออกแบบวงจรต้นแบบของกรองความถี่ต่ำผ่านได้

หน่วยที่ 2 การประมาณค่าวงจรกรองความถี่พาสซีฟ

2.1 อธิบายหลักการของวงจรกรองความถี่ได้

2.2 อธิบายวิธีการประมาณค่าของบัตเตอร์เวิร์ธได้

2.3 คำนวณค่าลำดับวงจรกรองความถี่ของบัตเตอร์เวิร์ธได้

2.4 คำนวณวงจรต้นแบบของกรองความถี่ต่ำของบัตเตอร์เวิร์ธได้

2.5 อธิบายวิธีการประมาณค่าของเชฟบี้เชบได้

2.6 คำนวณค่าลำดับวงจรกรองความถี่ของเชฟบี้เชบได้

2.7 คำนวณวงจรต้นแบบของกรองความถี่ต่ำของเชฟบี้เชบได้

หน่วยที่ 3 การแปลงวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

3.1 อธิบายความแตกต่างของการออกแบบวงจรกรองความถี่แบบต่างๆ ได้

3.2 อธิบายการแปลงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเป็นวงจรกรองความถี่สูงผ่านได้

3.3 คำนวณวงจรกรองความถี่สูงผ่านได้

3.4 อธิบายการแปลงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเป็นวงจรกรองความถี่แถบผ่านได้

3.5 คำนวณกรองความถี่แถบผ่านได้

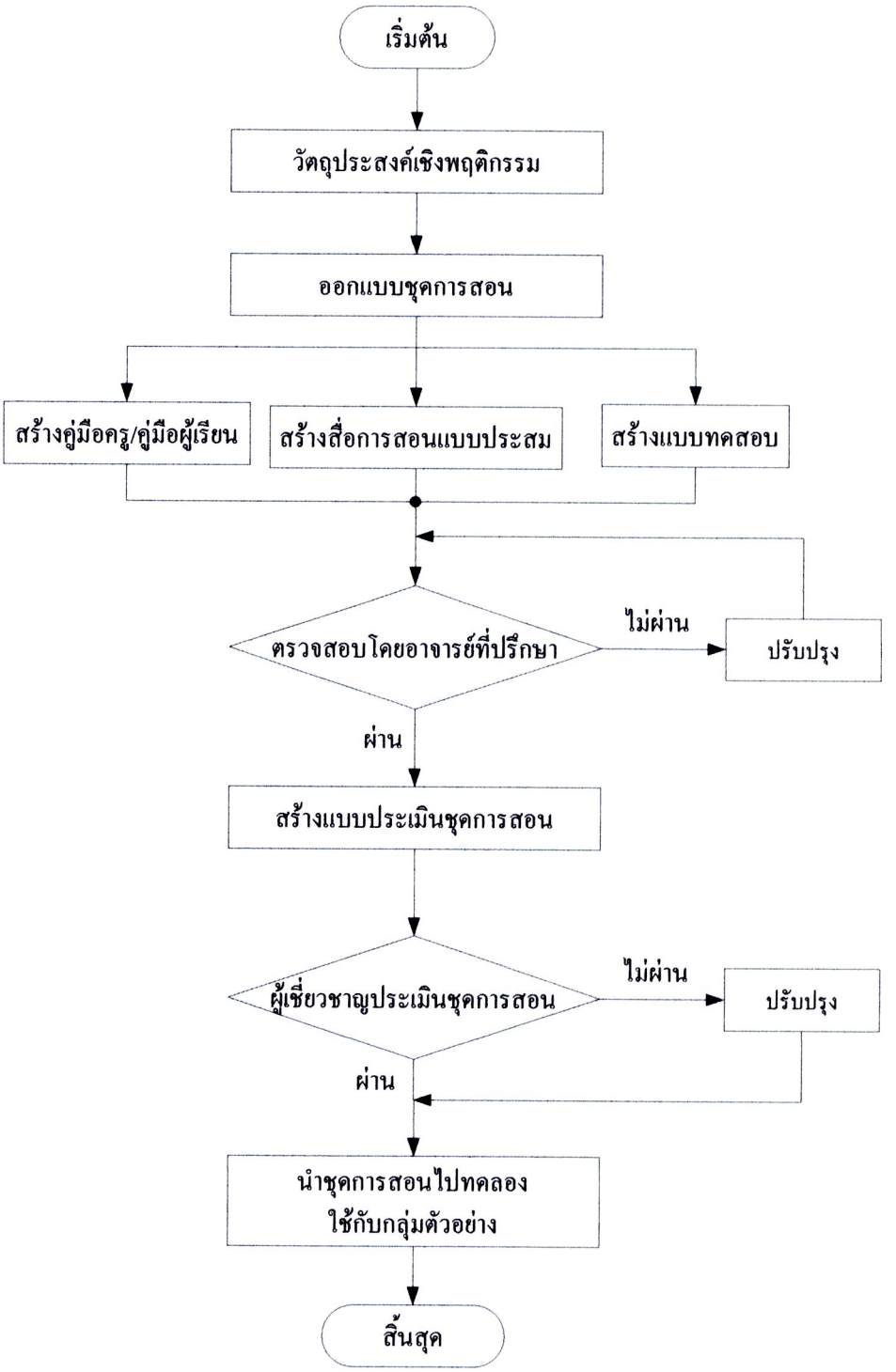
3.6 อธิบายการแปลงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเป็นวงจรกรองความถี่แถบหยุดได้

3.7 คำนวณวงจรกรองความถี่แถบหยุดได้

3.3.6 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำข้อมูลและคำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหารายวิชาไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์

3.3.7 การสร้างชุดการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้นคือ ชุดการสอน ประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือผู้เรียน สื่อการสอนแบบประสม และแบบทดสอบ โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังแสดงดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน

จากภาพที่ 3-5 สามารถอธิบายได้ดังนี้

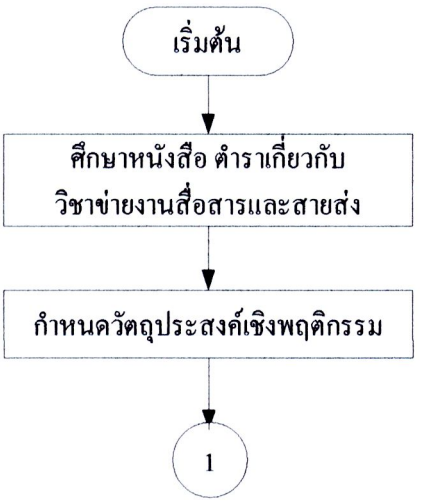
ทางผู้วิจัยจะดำเนินการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหลังจากที่ได้ประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง จากนั้นจะทำการออกแบบและสร้าง ชุดการสอนซึ่งประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือผู้เรียน โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่พาสซีฟ ชุดสาธิต และแบบทดสอบ โดยให้ทางอาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาให้คำแนะนำ ทำการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ ต่อจากนั้นจะให้ทางผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอนตามแบบประเมินชุดการสอนที่สร้างขึ้น และทำการปรับปรุงตามคำแนะนำ โดยจะมีรายละเอียดดังนี้

3.3.7.1 การออกแบบชุดการสอน

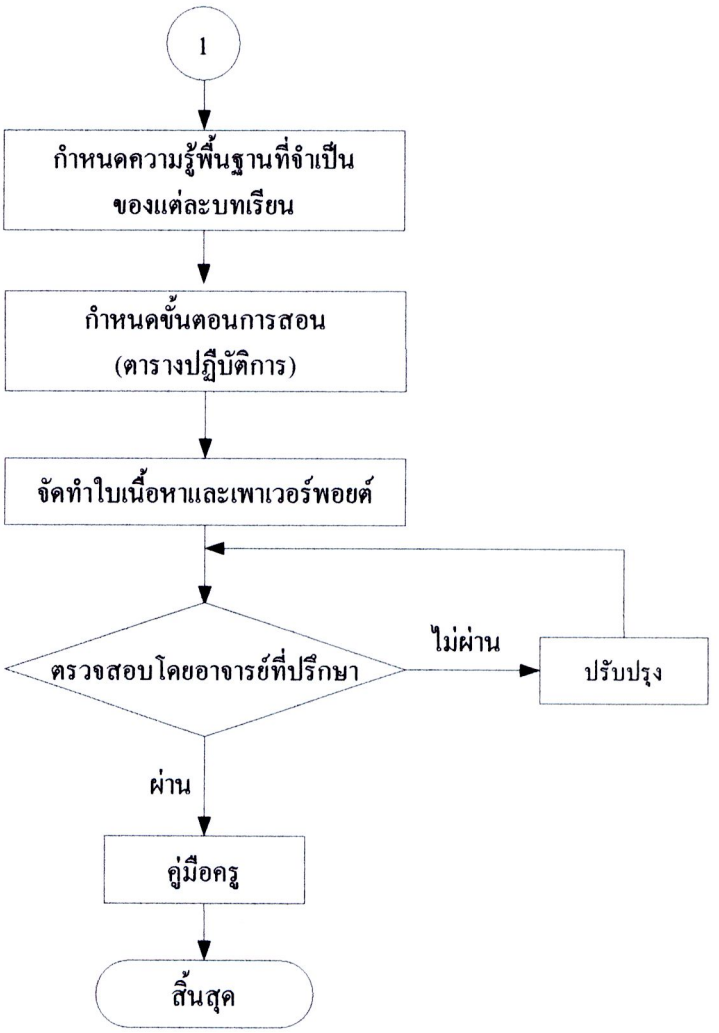
ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์มาแล้ว นำมาสร้างชุดการสอน ซึ่งในที่นี้จะเป็นชุดการสอนแบบสื่อประสม จากการสอบถามความต้องการนักศึกษา อาจารย์ที่สอนวิชานี้ มีความต้องการชุดการสอนลักษณะแบบใด ที่จะทำให้การเรียนการสอน น่าสนใจ ซึ่งนั้นหมายถึงผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงขึ้น และมีความเข้าใจมากขึ้นหลังจากที่ได้ใช้ชุดการสอนนี้แล้ว ทางผู้วิจัยจึงได้มีการรวบรวมข้อมูลจากห้องสมุด ข้อมูลทาง อินเตอร์เนต และจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงผู้เชี่ยวชาญ จึงได้ชุดการสอนแบบสื่อประสมที่ประกอบด้วย

ก) คู่มือครู

การสร้างคู่มือครูจะมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยเรียนในที่นี้มี 3 หน่วยเรียน แผนการสอน สื่อประกอบการสอน วิธีการสอน ระยะเวลาการสอน ตารางปฏิบัติการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิต ทฤษฎีโดยย่อที่สรุปให้ผู้เรียน ลำดับขั้นในการสาธิต แบบทดสอบหลังหน่วยเรียน และเฉลยแบบทดสอบหลังหน่วยเรียนโดยมีลำดับขั้นตอนการจัดทำคู่มือครูและคู่มือผู้เรียน ดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการจัดทำคู่มือครู



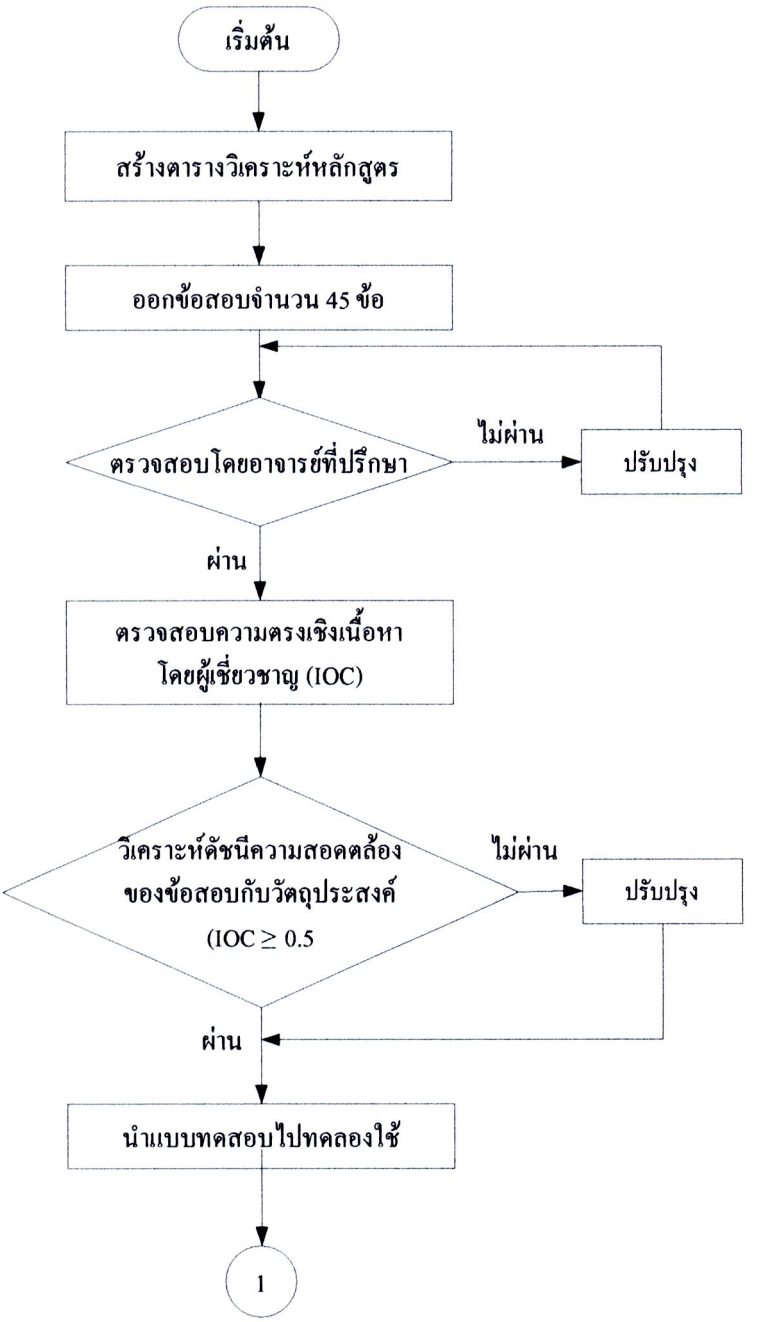
ภาพที่ 3-6 (ต่อ)

การสร้างคู่มือผู้เรียนมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยเรียนมี 3 หน่วยเรียน และทฤษฎีโดยย่อ มีเนื้อหาไม่แตกต่างกับคู่มือผู้สอน

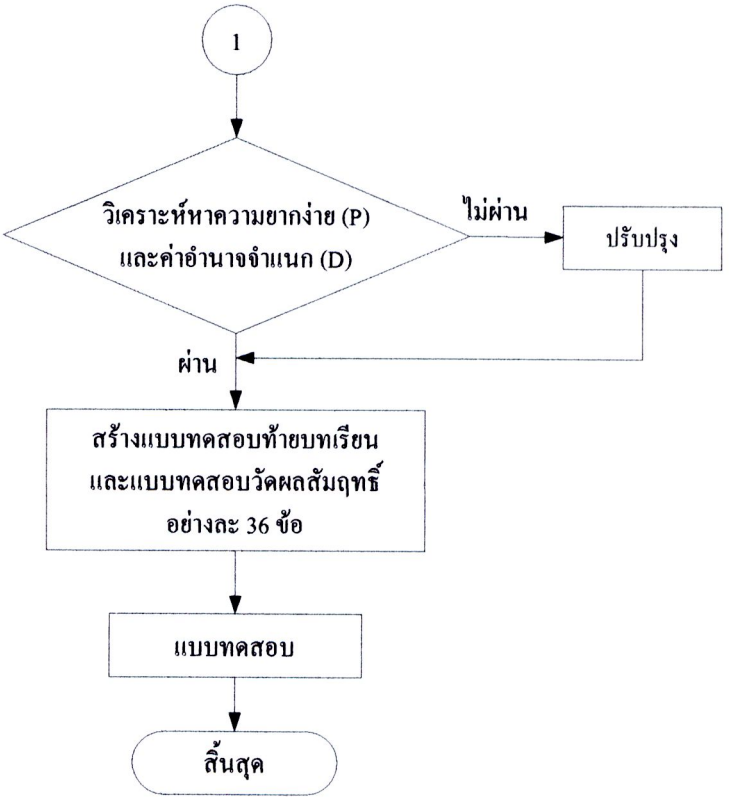
ข) จัดทำใบเนื้อหา ใบเนื้อหาเป็นเอกสารประกอบการสอน ซึ่งมีไว้สำหรับเพิ่มรายละเอียดที่ไม่สามารถเขียนบนกระดาน หรือแสดงเนื้อหาได้ทั้งหมด โดยการรวบรวมเอกสารต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับหัวข้อที่ต้องการให้ผู้เรียน มีทั้งหมด 3 หย่วยเรียน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ช ตัวอย่างคู่มือครู หน้า 120 - 121)

ค) ออกแบบแบบร่างกระดานโดยการจำลองเนื้อหาบนกระดานทั้งหมดที่ผู้สอนจะให้กับผู้เรียน ซึ่งแบบร่างกระดานก็คือเนื้อหาของเพาเวอร์พอยต์ที่ใช้ในการเรียนการสอน มีทั้งหมด 3 หน่วยเรียน โดยในหน่วยเรียนที่ 1 มีจำนวนใบเนื้อหา 17 หน้า หน่วยเรียนที่ 2 มีจำนวนใบเนื้อหา 24 หน้า หน่วยเรียนที่ 3 มีจำนวนใบเนื้อหา 14 หน้า รวมทั้งหมด 55 หน้า

ง) แบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาและตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยการเรียน ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ตารางวิเคราะห์หลักสูตรประกอบด้วยแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนแต่ละหน่วยและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ภาคผนวก ช หน้า 150) โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบดังภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ



ภาพที่ 3-7 (ต่อ)

จากภาพที่ 3-7 สามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรซึ่งได้จากการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อให้ได้จำนวนข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นทำการออกข้อสอบจำนวน 45 ข้อ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องก่อนให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผลการประเมินพบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.20 - 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63

เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเสร็จแล้ว จากนั้นทำการหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยผ่านการเรียนในรายวิชาข่ายงานสื่อสารและสายส่ง หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 20 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ทบทวนเนื้อหาบทเรียนให้นักเรียนก่อนการทำแบบทดสอบ และนำผลการทดสอบมาทำการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.10 - 1.00 มีค่าเฉลี่ย 0.47 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.40 - 0.50 มีค่าเฉลี่ย 0.10 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 23 ข้อ และข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 22 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า

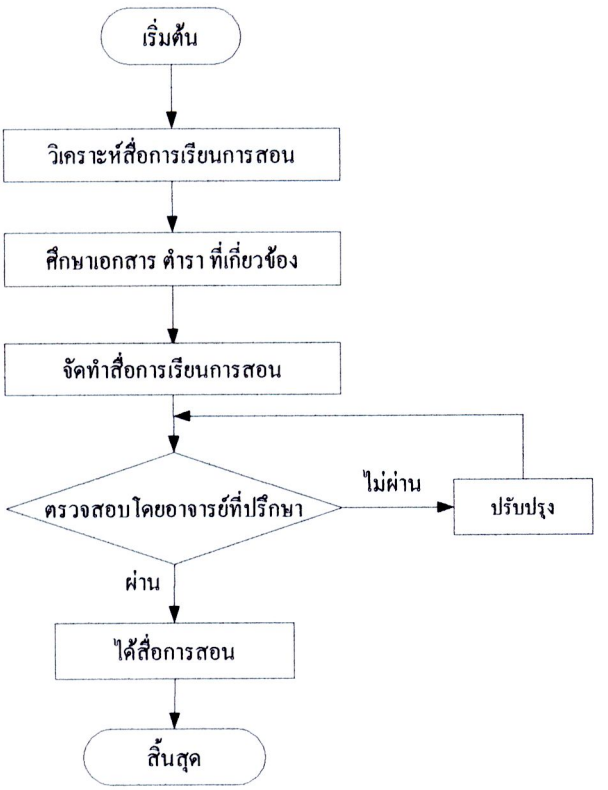
894 - 99) จากนั้นทำการเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมและปรับปรุงแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยปรับข้อที่ยากให้ง่ายขึ้นเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัย โดยแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 -0.80 ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ดีและมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าแบบทดสอบนั้นสามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ โดยแบ่งออกเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนจำนวน 36 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 36 ข้อ

แบบทดสอบหลังหน่วยเรียน หลังจากที่ผู้เรียนได้มีการเรียนการสอนภายในห้องเรียนเสร็จแล้ว เพื่อให้เกิดความเข้ายิ่งขึ้น ดังนั้นในท้ายชั่วโมงของหน่วยเรียนแต่ละหน่วย จะมีแบบทดสอบหลังหน่วยเรียน ให้ผู้เรียนได้ทำโดยจะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ โดยระยะเวลาในการทำประมาณ 20 นาที

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ซึ่งจากการวิเคราะห์แบบทดสอบจำนวน 3 หน่วยเรียน มีจำนวน 36 ข้อซึ่งเป็นแบบปรนัย โดยระยะเวลาในการทำประมาณ 60 นาที

3.3.7.2 สร้างสื่อการสอน

การเลือก และสร้างสื่อการเรียนการสอนพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยต้องสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มากที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 ขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน

จากภาพที่ 3-8 สามารถอธิบายได้ดังนี้

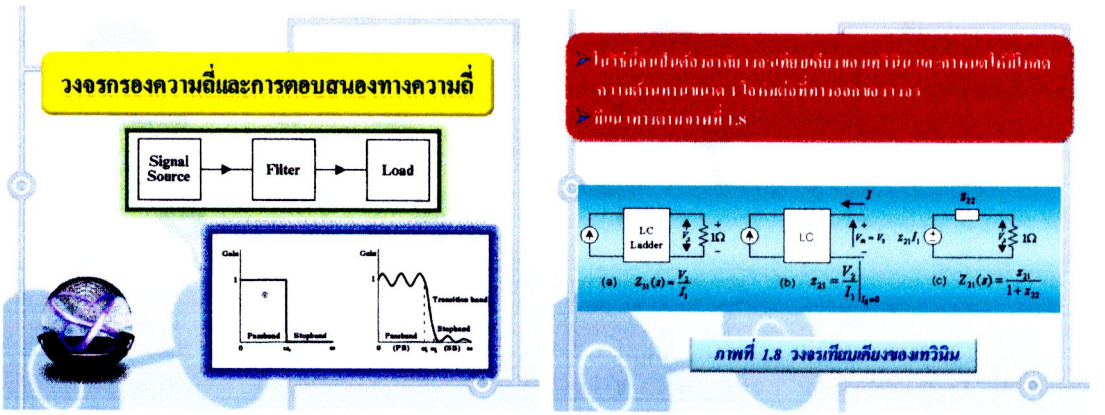
ก) วิเคราะห์สื่อการเรียนการสอน วิเคราะห์จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการกำหนดสื่อให้หลากหลาย แล้วทำการเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละข้อของบทเรียน พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกสื่อนั้นๆ โดยผู้วิจัยได้เลือกสื่อที่ใช้ประกอบการสอนทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ เพาเวอร์พอยต์ ใบเนื้อหา โปรแกรมจำลอง และชุดสาธิต

ข) ศึกษาเอกสาร และตำราที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารการทำเพาเวอร์พอยต์โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์ การทำโปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟโดยใช้โปรแกรม Visual Basic และได้ศึกษาออกแบบการสร้างชุดสาธิต เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้วิเคราะห์ไว้

ค) จัดทำสื่อการเรียนการสอน โดยสื่อการสอนที่จัดทำได้แก่

- ชุดนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์

ชุดนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ สร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูปของไมโครซอฟต์ ซึ่งเพาเวอร์พอยต์จะใช้ประกอบการสอนทุกหัวเรื่องโดยการสร้างชุดนำเสนอในแต่ละเรื่องจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมดโดยประกอบด้วย 3 หน่วยเรียนประกอบด้วย หน่วยที่ 1 เรื่องวงจรกรองความถี่พาสซีฟ จำนวน 49 เฟรม หน่วยที่ 2 เรื่องการประมาณค่าวงจรกรองความถี่พาสซีฟ จำนวน 84 เฟรม หน่วยที่ 3 เรื่อง การแปลงวงจรกรองความถี่พาสซีฟ จำนวน 35 เฟรม รวมทั้งหมด 168 เฟรมดังตัวอย่างดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

- โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ สร้างโดยโปรแกรม Visual Basic การออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีพในการใช้งานในโครงงานนี้จะใช้ทฤษฎี การประมาณอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ ทฤษฎีการประมาณแบบบัตเตอร์เวิร์ธ และเชฟบี้เชบซึ่งในการคำนวณจะมีวิธีและสมการที่แตกต่างกันออกไปแต่สิ่งที่สำคัญในการออกแบบวงจรกรองความถี่คือการตอบสนองของวงจรให้ได้ใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ใช้ให้มากที่สุด และหากพิจารณาผลการตอบสนองจากทางทฤษฎีจะได้ว่าการตอบสนองที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด อันดับ (Order) ก็จะต้องมากตามไปด้วย ในการทดลองเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละอันดับ ในทางทฤษฎีถือว่าการเปรียบเทียบเพียง 10 อันดับก็เพียงพอในการใช้งาน เพราะฉะนั้นในการแสดงผลของโปรแกรมนี้จะแสดงค่าอุปกรณ์ L , C เพียง 10 อันดับ ถือว่าเพียงพอต่อการเปรียบเทียบความแตกต่าง

การออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟโดยวิธีการคำนวณตามทฤษฎีนั้น จะต้องทราบข้อกำหนดของวงจรกรองความถี่นั้น ๆ เช่น ความถี่ผ่าน ความถี่หยุด ค่าการลดทอน ค่าอันดับ เป็นต้น แล้วนำข้อกำหนดนั้นมาคำนวณตามทฤษฎีการประมาณเพื่อหาฟังก์ชั่นโครงข่าย และค่าของอุปกรณ์พาสซีพที่ใช้ในวงจร ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับวงจรกรองความถี่ประเภทต่าง ๆ มีดังนี้

วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ Fpass , Fstop , Amin , Amax , Order , Rs , RL , BW,Fc , ε

วงจรกรองความถี่สูงผ่าน ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ Fpass , Fstop , Amin , Amax , Order , Rs , RL , BW,Fc , ε

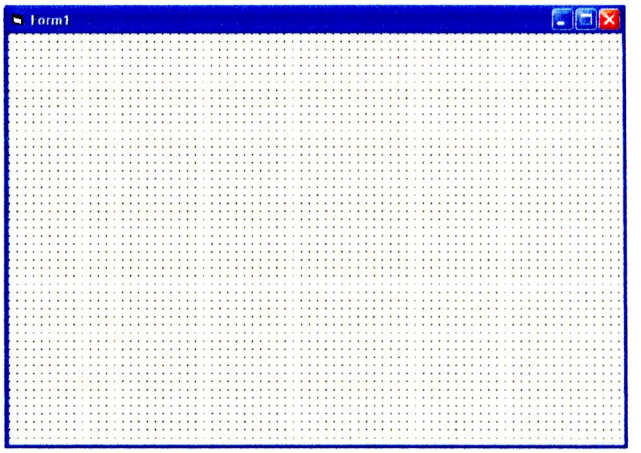
วงจรกรองความถี่แถบผ่าน ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ Fpass1, Fpass2,Amin , Amax , Order , Rs , RL , BW , F0, ε

วงจรกรองแถบความถี่หยุด ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ Fstop1, Fstop2 ,Amin , Amax , Order , Rs , RL , BW , F0, ε

ความสามารถของโปรแกรมในการใช้งานโปรแกรม Visual Basic จะมี ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม การเขียนโปรแกรมมาควบคุมการเลือกคอนโทรล มาใช้งานขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นบนฟอร์ม ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมกำหนดได้ ซึ่งตัวอย่างในการใช้งานคอนโทรลต่าง ๆ จะมีตัวอย่างแสดงในขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมต่อไป

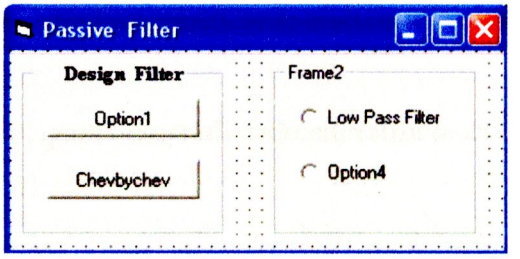
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

1. เปิดฟอร์มในโปรแกรม Visual Basic ขึ้นมาเพื่อสร้างเป็นหน้าต่างหลักของโปรแกรม



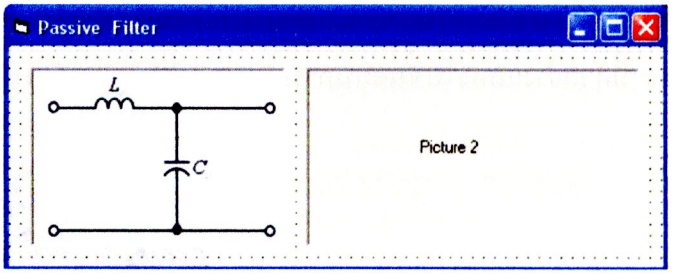
ภาพที่ 3-10 ฟอร์มที่ใช้ในการออกแบบหน้าต่างของโปรแกรม

2. กำหนดให้เป็นส่วนของการเลือกเงื่อนไขในการใช้งาน โดยใช้คอนโทรล (Option Button) เป็นคอนโทรลที่บังคับเลือกเฉพาะหัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง ซึ่งในการแบ่งกลุ่มในการเลือกจะใช้เฟรม (Frame) เป็นกรอบของตัวเลือกใช้ในการแบ่งกลุ่มหัวของข้อนั้น ๆ ในการเลือก



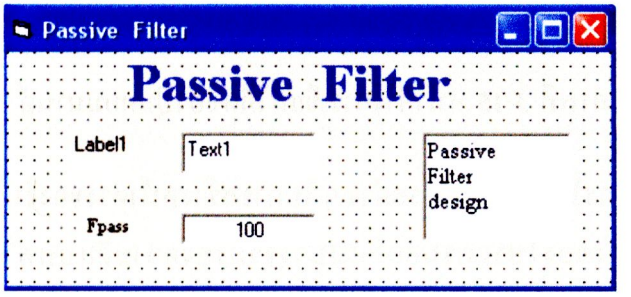
ภาพที่ 3-11 ตัวอย่างการใช้งานคอนโทรลออปชัน

3. การใช้งานพิคเจอร์บ็อกซ์ (Picture Box) ในการแสดงผลรูปภาพในตำแหน่งที่ต้องการ โดยการกำหนดที่คุณสมบัติของพิคเจอร์บ็อกซ์หรือการเขียนโปรแกรมให้แสดงภาพในตำแหน่งที่กำหนดได้



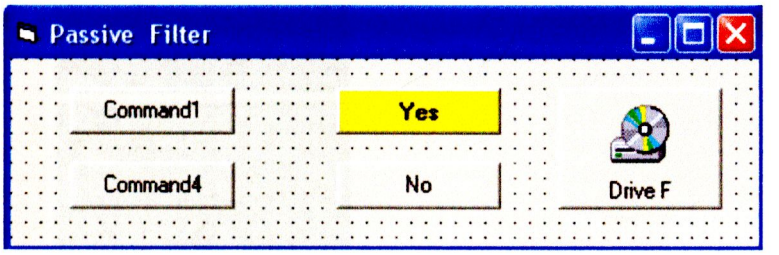
ภาพที่ 3-12 ตัวอย่างการใช้งานพิคเจอร์บ็อกซ์

4. การใช้งานเท็กซ์บ็อกซ์ (TextBox) ใช้ในการรับข้อมูลทางแป้นพิมพ์หรือรับข้อมูลจากคอนโทรลตัวอื่น ๆ รวมทั้งสามารถแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ได้ โดยปรกติจะรับข้อมูลหรือแสดงผลข้อมูลได้เพียงบรรทัดเดียว ในการแสดงผลหลายบรรทัดสามารถกำหนดได้จากคุณสมบัติของเท็กซ์บ็อกซ์ ในการใช้งานลาเบล (Label) ก็เช่นกันสามารถกำหนดข้อความที่ต้องการแสดงบนฟอร์มได้ตามกำหนด



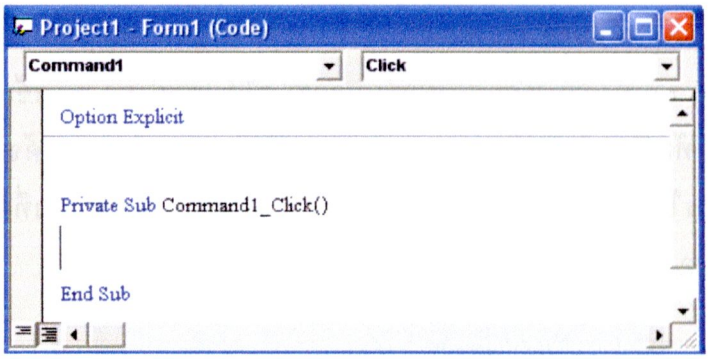
ภาพที่ 3-13 ตัวอย่างการใช้งานเท็กซ์บ็อกซ์และลาเบล

5. การใช้งานปุ่มคอมมานด์ (Command Button) เป็นปุ่มคอนโทรลที่มีไว้ตอบสนองการทำงานด้วยการคลิ๊ก รวมทั้งการเขียนโปรแกรมมาควบคุมคอนโทรลต่าง ๆ เมื่อปุ่มคอมมานด์ถูกคลิ๊ก ดังตัวอย่างในภาพที่ 3-14



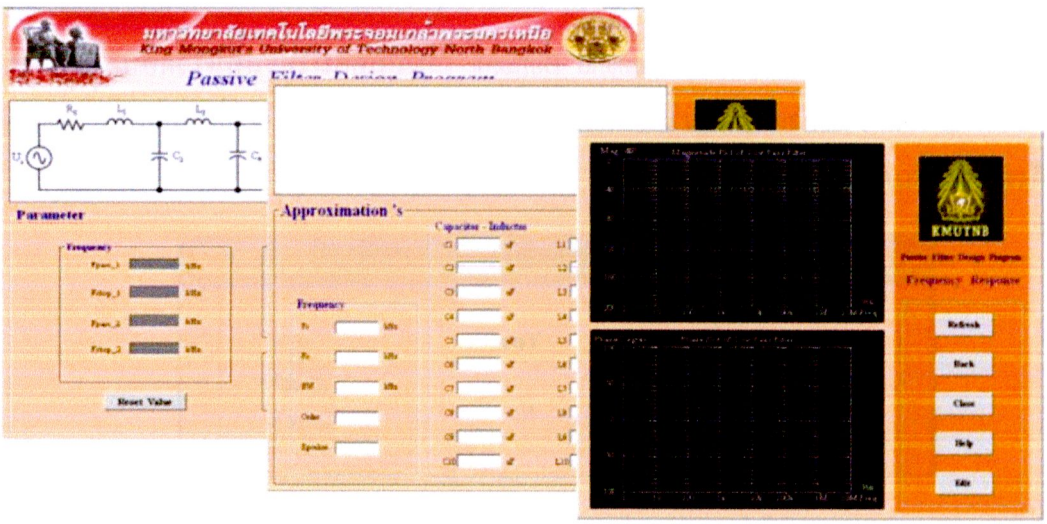
ภาพที่ 3-14 ตัวอย่างการใช้งานปุ่มคอมมานด์

จากภาพที่ 3-14 เป็นตัวอย่างของรูปแบบของปุ่มคอมมานด์ การใช้งานจะรองรับคำสั่งจากการคลิ๊กเลือกปุ่มคอมมานด์ โดยสามารถเขียนโปรแกรมกำหนดการทำงานควบคุมคอนโทรลต่าง ๆ ได้เหมือนกับคอนโทรลตัวอื่น ๆ ตัวอย่างในการเข้าไปเขียนโค้ดของโปรแกรมของปุ่มคอมมานด์ โดยการดับเบิ้ลคลิ๊กที่ปุ่มคอมมานด์จะปรากฏหน้าต่างของการเขียนโค้ดของโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 3-15



ภาพที่ 3-15 หน้าต่างการเขียนโค้ดของปุ่มคอมมานด์

จากตัวอย่างในการใช้งานคอนโทรลต่าง ๆ ในการสร้างหน้าต่างของโปรแกรม สามารถนำมาสร้างออกแบบหน้าต่างของโปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟเสร็จแล้วแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3-16



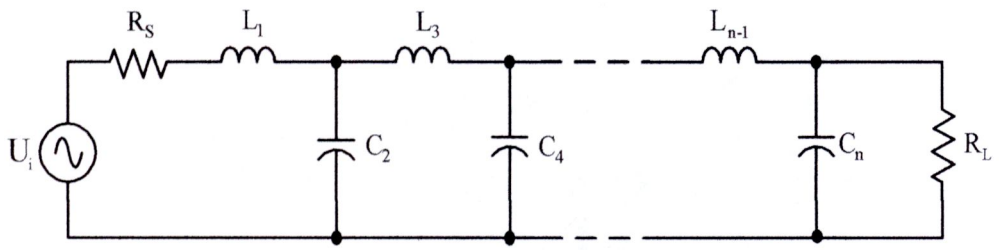
ภาพที่ 3-16 โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

ผลการทดสอบโปรแกรม

ผลการดำเนินการสร้างโปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ เป็นสื่อการเรียนการสอนด้านโปรแกรมจำลองที่ใช้ในการเรียนการสอน เรื่องการประมาณค่าวงจรกรองความถี่พาสซีฟสามารถวิเคราะห์ผลการทำงานของโปรแกรมได้ดังนี้

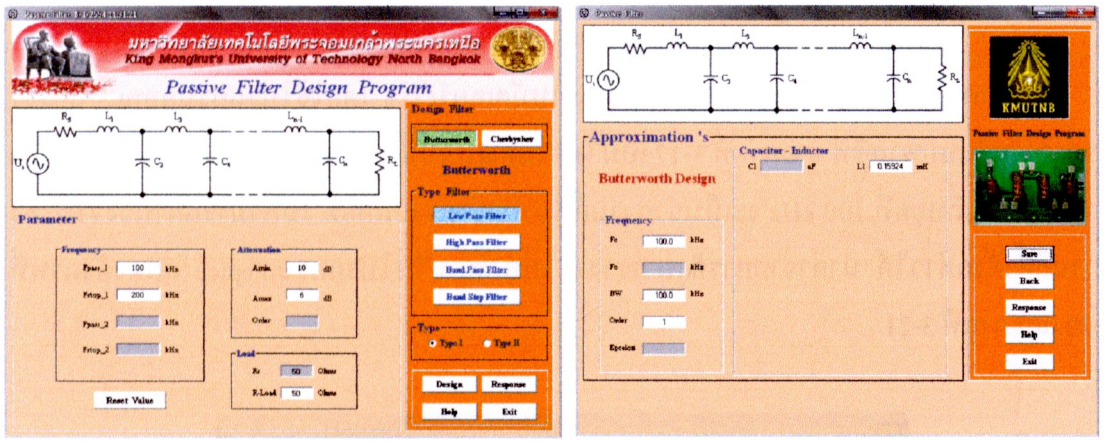
1. ผลการวิเคราะห์โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่พาสซีฟ

ผลการวิเคราะห์การทำงานของโปรแกรมทำได้โดยทำการออกแบบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบบัตเตอร์เวิร์ธ แสดงดังภาพที่ 3-17



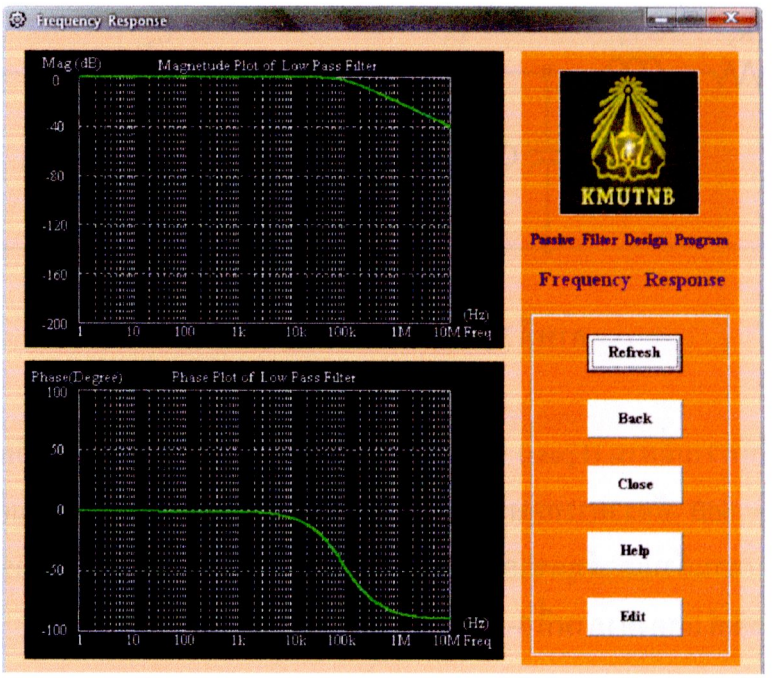
ภาพที่ 3-17 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

กำหนดให้ความถี่ผ่าน (Fpass) 100 kHz ความถี่หยุด Fstop = 200 kHz อัตราการลดทอนมากสุด Amax = 6dB อัตราการลดทอนต่ำสุด Amin = 10dB แบบที่ 1 มีความต้านทานอินพุตเท่ากับความต้านทานด้านเอาต์พุตขาออก 50 Ohms ป้อนค่าที่กำหนดในโปรแกรมออกแบวงจรกรองความถี่พาสซีฟ แสดงดังภาพที่ 3-18



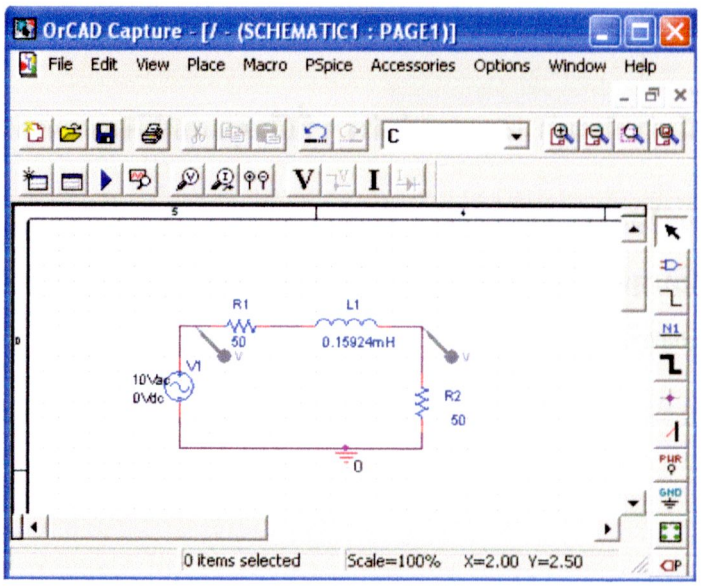
ภาพที่ 3-18 หน้าต่างป้อนค่า และแสดงค่าต่าง ๆ ที่เป็นคุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ต่ำ

จากตัวอย่างจะได้ค่าอันดับ เท่ากับ 1 อันดับ และมีอุปกรณ์กัน 1 ชุด คือตัวเหนี่ยวนำเป็นอุปกรณ์ตัวแรกจากอินพุตทำให้ค่าอุปกรณ์เริ่มนับจากตัวเหนี่ยวนำ โดยได้ผลการตอบสนองทางความถี่ของวงจร ดังภาพที่ 3-19

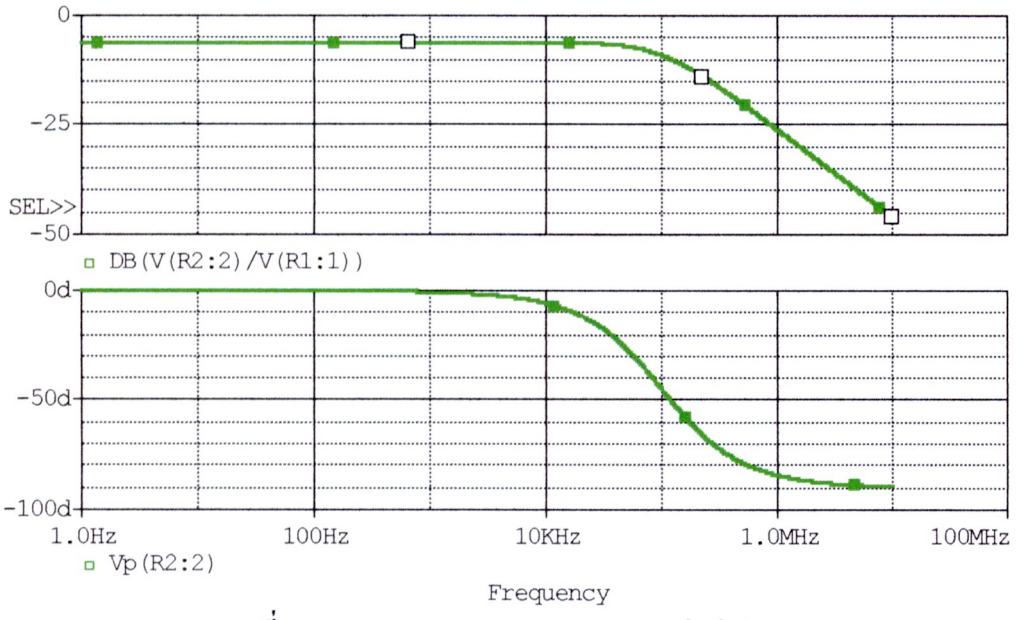


ภาพที่ 3-19 ผลการตอบสนองทางความถี่ของวงจร

ผลจากการออกแบบวงจรกรองความถี่ต่ำแบบบัตเตอร์เวิร์ธ โดยใช้โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ จากภาพที่ 3-17 เป็นไปตามคุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน โดยกำหนดความถี่หยุดที่ 100 kHz จะเห็นว่าความถี่ที่มากกว่าความถี่หยุด ไม่สามารถผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำดังกล่าวได้ นำค่าจากการคำนวณวงจรไปทดสอบในโปรแกรม Pspice แสดงดังภาพที่ 3-20 และภาพที่ 3-21

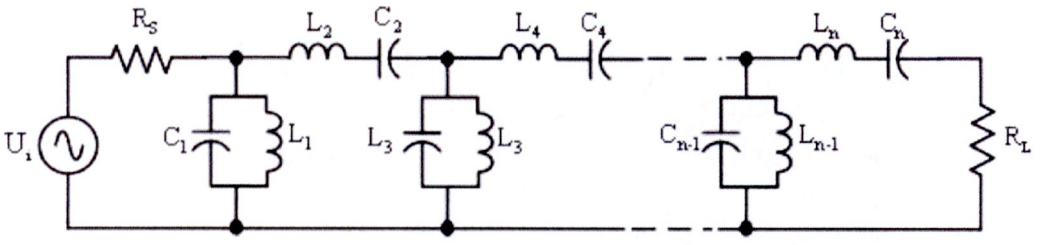


ภาพที่ 3-20 วงจรที่ได้จากการออกแบบทดลองในโปรแกรม Pspice



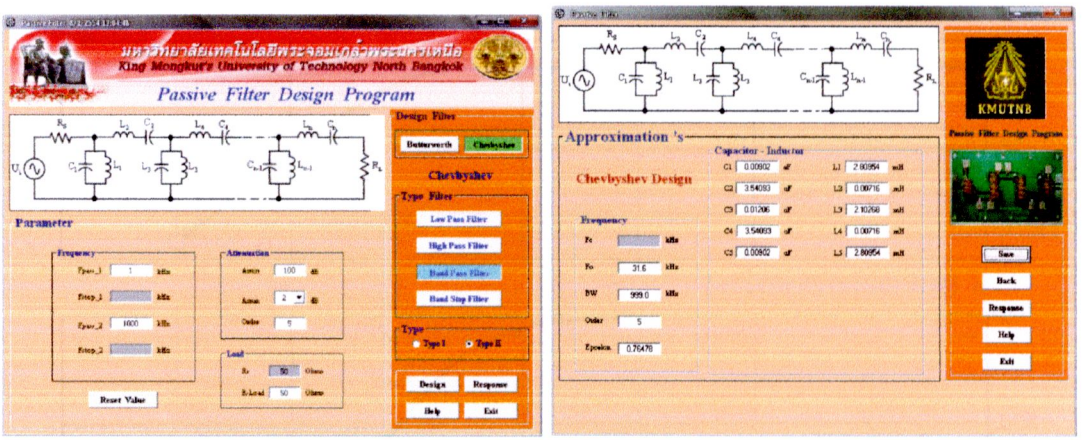
ภาพที่ 3-21 ผลการตอบสนองการทดลองในโปรแกรม Pspice

ทดสอบการออกแบบวงจรกรองความถี่แถบผ่าน แบบเชฟบี้เชบ แบบที่ 2 วงจรแสดงดังภาพที่ 3-22



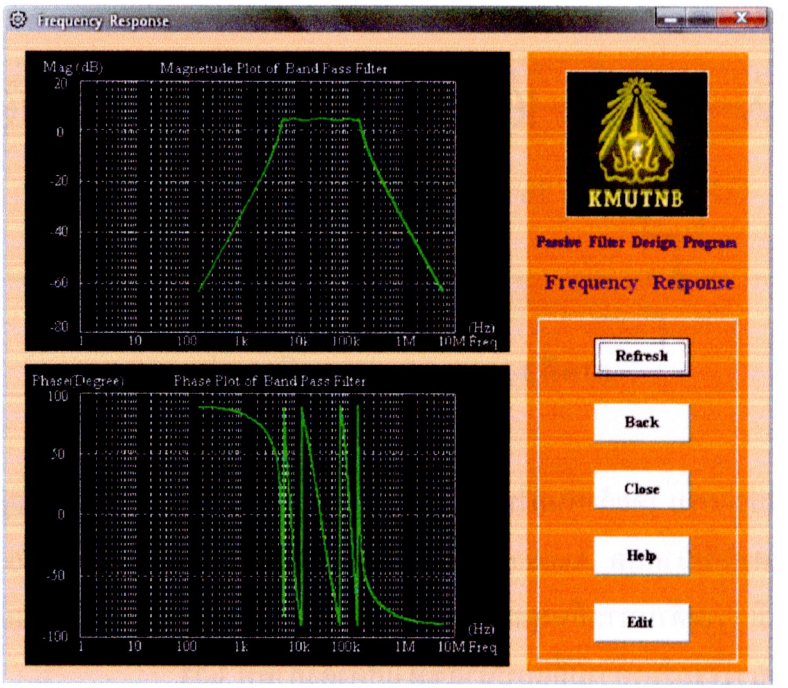
ภาพที่ 3-22 วงจรกรองความถี่แถบผ่าน

ทดสอบโปรแกรม โดยกำหนดให้ความถี่ผ่าน (Fpass1) 1 kHz ความถี่ผ่าน (Fpass2) = 1000 kHz อัตราการลดทอนมากสุด Amax = 2dB อัตราการลดทอนต่ำสุด Amin = 100dB มีค่าอันดับเท่ากับ 5 อันดับ มีความต้านทานอินพุตเท่ากับความต้านทานเอาต์พุต 50 Ohms ป้อนค่าที่กำหนดในโปรแกรมออกแบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ แสดงดังภาพที่ 3-23



ภาพที่ 3-23 หน้าต่างป้อนค่า และแสดงค่าต่าง ๆ ที่เป็นคุณสมบัติของวงจรกรองความถี่แถบผ่าน

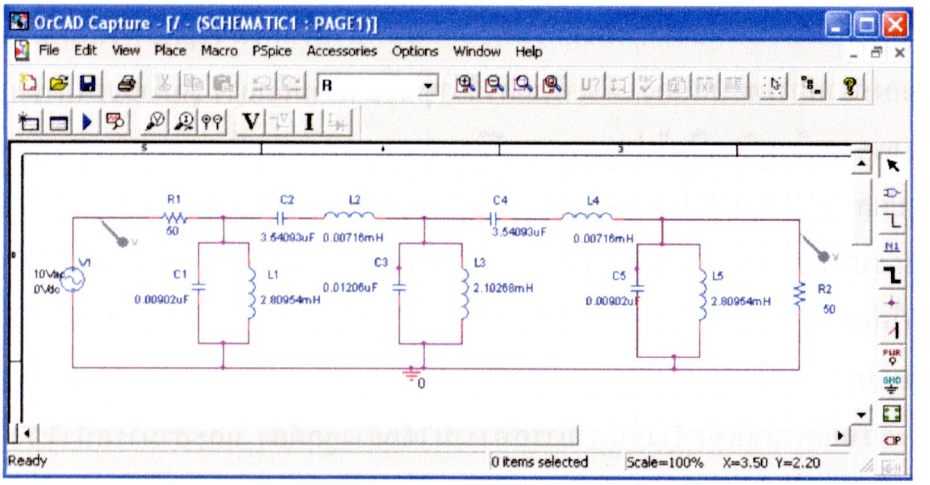
ในการออกแบบนี้จะเห็นได้ว่าผู้ใช้สามารถกำหนดค่าอันดับได้จากหน้าต่างหลักของโปรแกรม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5 อันดับ จะทำให้มีอุปกรณ์ในวงจรด้วยกัน 5 ชุด ลักษณะการต่อแต่ละอันดับก็สลับกันไปตามแบบของวงจรนั้นๆ จากการออกแบบของวงจรกรองความถี่แถบผ่าน ได้ค่าความถี่กลาง 31.6 kHz มีแบนด์วิด 999 kHz ผลการตอบสนองของวงจรแสดงดังภาพที่ 3-24



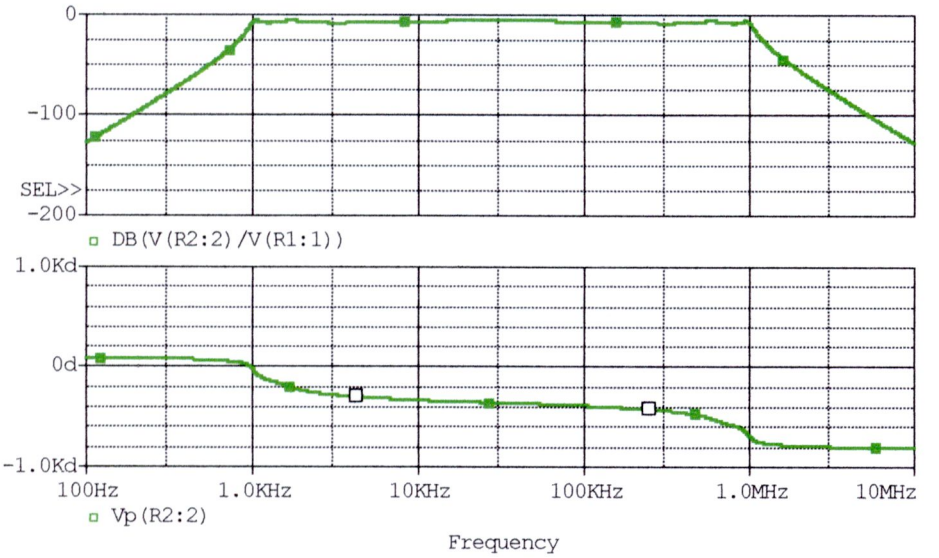
ภาพที่ 3-24 ผลการตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่แถบผ่าน

จากภาพที่ 3-24 การแสดงผลของกราฟการตอบสนองของโปรแกรมนี้ จะแสดงผลของช่วงความถี่ตั้งแต่ 0 Hz จนถึง 10 MHz ซึ่งเป็นการแสดงผลรวม หากการออกแบบในวงจรกรองความถี่

ชนิดนี้มีช่วงความถี่ผ่านในการออกแบบน้อยจะทำให้ดูผลการตอบสนองของกราฟได้ จากการแสดงผลของกราฟการตอบสนองจะเห็นว่าการใช้ทฤษฎีการประมาณแบบเชฟบี้เชบ ช่วงความถี่ผ่านของแอมปลิจูดจะเกิดริปเปิ้ลขึ้นมาซึ่งเป็นคุณสมบัติของการออกแบบระบบดังกล่าว นำผลจากการคำนวณของโปรแกรมไปทดสอบในโปรแกรม Pspice แสดงดังภาพที่ 3-25 และภาพที่ 3-26



ภาพที่ 3-25 วงจรที่ได้จากการออกแบบทดลองในโปรแกรม Pspice



ภาพที่ 3-26 ผลการตอบสนองการทดลองในโปรแกรม Pspice

ผลจากการออกแบบวงจรกรองความถี่แถบผ่านตามทฤษฎีการประมาณแบบเชฟบี้เชบ โดยใช้โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟที่สร้างขึ้น ปรากฏว่าการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในโปรแกรมเมื่อนำมาทดลองในโปรแกรม Pspice ผลการตอบสนองของวงจรใกล้เคียงกับผลจากการตอบสนองในโปรแกรมที่ออกแบบ โดยช่วงความถี่ผ่านที่กำหนดให้มีค่าตั้งแต่ 1kHz ถึง 1MHz สามารถตอบสนองช่วงความถี่ดังกล่าวได้ และในลักษณะเฟสของสัญญาณแม้ผลการตอบสนองจากโปรแกรมที่ออกแบบกับโปรแกรม Pspice ต่างกันเนื่องจากการแสดงผลของกราฟการตอบสนอง แต่จะสังเกตได้ว่าจุดเริ่ม ความถี่กลาง จุดท้ายของการพล็อตเฟสของสัญญาณจะเหมือนกัน เป็นไปตามคุณสมบัติของวงจรกรองความถี่แถบผ่าน

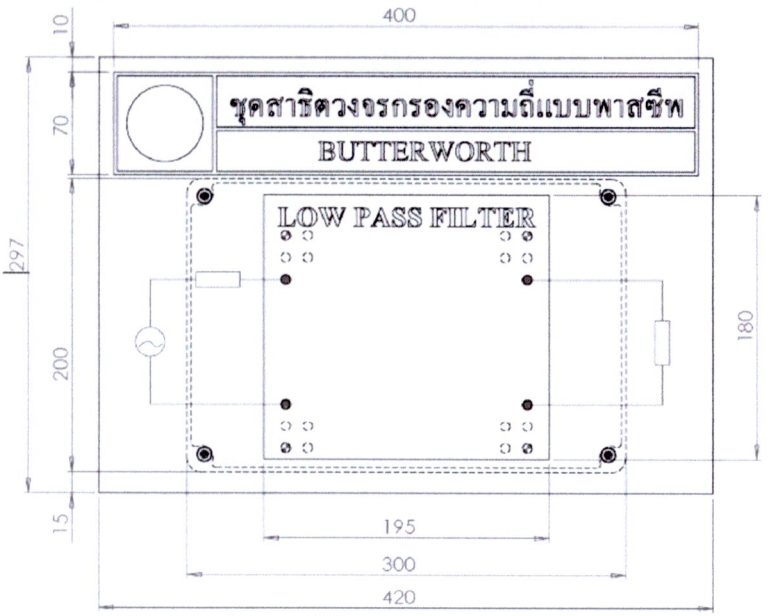
สรุปผลจากการออกแบบวงจรกรองความถี่ จากโปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่ พาสซีฟ โปรแกรมสามารถคำนวณค่าความถี่คัตออฟ ค่าแบนด์วิดธ์ ค่าอันดับ ค่าตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำได้อย่างถูกต้อง รวมถึงผลการตอบสนองที่ได้จากการทดลองจากอุปกรณ์ที่โปรแกรมคำนวณออกมา มีค่าตรงกับผลการทดลองในโปรแกรม Pspice แสดงว่าโปรแกรมออกแบบวงจรกรองกรองความถี่พาสซีฟที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนได้

- ชุดสาธิต

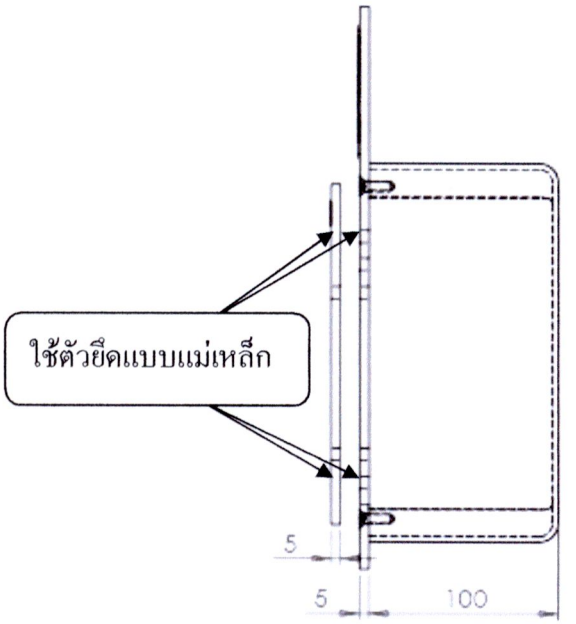
ชุดสาธิต เป็นการจำลองการทำงานจากภาคทฤษฎี มาใช้ประกอบการเรียนมี 2 ทฤษฎี คือ การประมาณแบบบัตเตอร์เวิร์ธ และการประมาณแบบเชฟบี้เชบ

การออกแบบชุดสาธิต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การออกแบบกล่องสาธิต ทำหน้าที่บรรจุและติดตั้งวงจรกรองความถี่จำนวน 8 วงจร แบบบัตเตอร์เวิร์ธ จำนวน 4 วงจร แบบเชฟบี้เชบ จำนวน 4 วงจร และแผงสาธิต จำนวน 8 แผง แบบบัตเตอร์เวิร์ธ จำนวน 4 วงจร แบบเชฟบี้เชบ จำนวน 4 วงจร กล่องชุดสาธิตหลักมีทั้งสิ้น จำนวน 1 กล่อง ทำจากแผ่นอะคริลิคสีเขียว หนา 0.5 มิลลิเมตร ออกแบบตัวกล่องมีขนาด 10 x 40 x 29.7 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดที่ เหมาะสมกับการสาธิต น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวกและแข็งแรงทนทาน แสดงดังภาพที่ 3-27 และภาพที่ 3-28

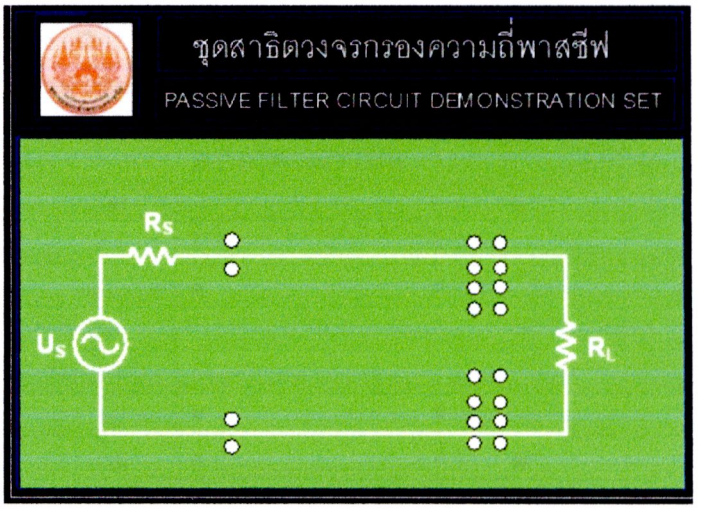


ภาพที่ 3-27 การออกแบบกล่องสาธิตด้านหน้า



ภาพที่ 3-28 การออกแบบกล่องสาธิตด้านข้าง

2. การออกแบบแผงสาธิต ผู้วิจัยได้ออกแบบด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator ประกอบด้วยแผงสาธิตหลักจำนวน 1 แผง ทำจากแผ่นอะครีลิคส่วนของโลโก้และชื่อของชุดสาธิตใช้วิธีการสกรีน แผงสาธิตที่เป็นหน้ากากใช้วิธีการเซาะเป็นร่องลึก 1 มิลลิเมตร มีขนาดเท่ากับ 40 x 29.7 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 3-29



ภาพที่ 3-29 แผงชุดสาธิตหลัก

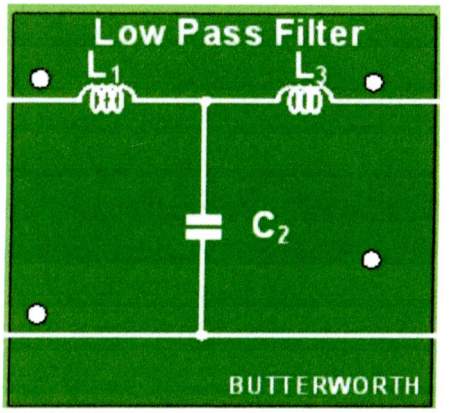
แผงสาธิตเป็นหน้ากากที่ใช้แสดงภาพของวงจรทั้งหมด จำนวน 8 วงจร วงจรละ 1 แผง แบบบัตเตอร์เวิร์ธ จำนวน 4 วงจร ดังนี้

- Lowpass Filter หมายถึง วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน
- Highpass Filter หมายถึง วงจรกรองความถี่สูงผ่าน
- Bandpass Filter หมายถึง วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน
- Bandpstop Filter หมายถึง วงจรกรองแถบความถี่หยุด

หน้ากากวงจรแบบเชฟบี้เชบ จำนวน 4 วงจร ดังนี้

- Lowpass Filter หมายถึง วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน
- Highpass Filter หมายถึง วงจรกรองความถี่สูงผ่าน
- Bandpass Filter หมายถึง วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน
- Bandpstop Filter หมายถึง วงจรกรองแถบความถี่หยุด

หน้ากากวงจรทั้งหมดทำจากแผ่นอะครีลิคที่เซาะเป็นร่องลึก 1 มิลลิเมตร มีขนาดเท่ากับ 19.5 x 18 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 3-30



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาพที่ 3-30 ตัวอย่างแผงชุดสาธิตที่เป็นหน้ากาก

3.3.7.3 การสร้างแบบประเมินผลชุดการสอน แบบประเมินชุดการสอนที่สร้างขึ้นมี 2 แบบได้แก่

ก) แบบสอบถามความเหมาะสมของชุดการสอน โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดค่าคะแนนออกมา 5 ระดับ (ชูศรี, 2544 : 75) แบบประเมินผลที่สร้างขึ้นมี 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดการสอนในด้านใบเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ ด้านสื่อการเรียนการสอน

ตอนที่ 3 เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ

ข) แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยนำแบบฝึกหัดที่ได้จัดเรียงตรงตามวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ มาเขียนลงในตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

ค) ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอน บทเรียน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้าที่ 116 - 117)

3.4 การดำเนินการทดลอง

เมื่อปรับปรุงและแก้ไขชุดการสอนแบบสื่อประสมตามที่อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยการนำชุดการสอนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

3.4.1 แนะนำการใช้ชุดการสอนแบบสื่อประสม ให้กับอาจารย์ผู้สอนทราบในแต่ละบทเรียน

3.4.2 ชี้แจงรายละเอียดการเรียนการสอนกับผู้เรียนถึงรูปแบบการเรียน การเตรียมอุปกรณ์ในการเรียน และการทำแบบทดสอบหลังหน่วยเรียน

3.4.3 ดำเนินการสอนด้วยชุดการสอนแบบสื่อประสม กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน ในภาคเรียนที่ 2/2554โดยกำหนดระยะเวลาในการสอนแต่ละบทเรียนจำนวน 3 ชั่วโมง ในช่วงเวลาเรียนปกติดังรายละเอียดตามตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 กำหนดการสอนเรื่องวงจรกรองความถี่พาสซีฟ

หน่วยที่เรียน	หัวข้อการสอน	วันที่สอน	เวลา	จำนวนชั่วโมง	อาจารย์ผู้สอน
1	วงจรกรองความถี่พาสซีพ	2/2/55	17.00-20.00น.	3	สมศักดิ์/นุชนาฏ
2	การประมาณค่าวงจรกรองความถี่พาสซีฟ	9/2/55	17.00-20.00น.	3	สมศักดิ์/นุชนาฏ
3	การแปลงวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ	16/2/55	17.00-20.00น.	3	สมศักดิ์/นุชนาฏ

ภาพบรรยากาศการเรียนการสอนแสดงดังภาพที่ 3-31

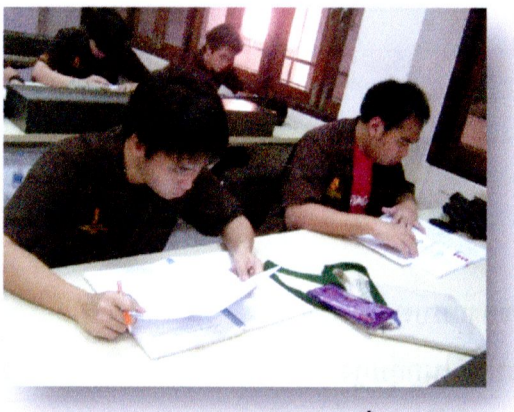
(ก) การเรียนการสอนหน่วยที่ 1

(ข) การเรียนการสอนหน่วยที่ 2

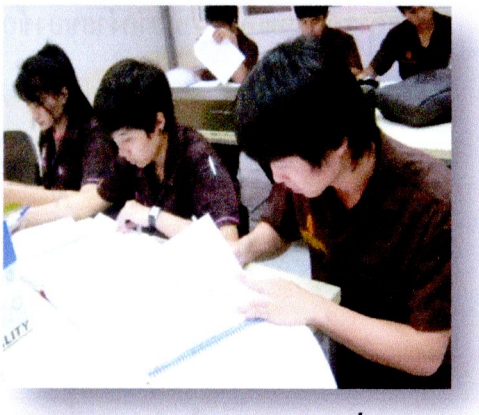
(ค) การเรียนการสอนหน่วยที่ 3

ภาพที่ 3-31 บรรยากาศการเรียนการสอน

สอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อดำเนินการสอนครบทุกหัวเรื่องแล้วผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนวิชาข่ายการสื่อสารและสายส่ง เรื่องวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ ดังภาพที่ 3-32



(ก) ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 1



(ข) ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 2

(ค) ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 3

ภาพที่ 3-32 ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เมื่อเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วย คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังหน่วยเรียน และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกบทเรียนเมื่อสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยได้นำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ หลังจากที่มีการสร้างแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้นั้น จะมีการประเมิน

และวิเคราะห์จากผู้สอนและอาจารย์ที่ปรึกษา สำหรับแบบทดสอบที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ทางผู้วิจัยจะทำการปรับปรุงให้เหมาะสม ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.5.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก แบบทดสอบได้จากการคำนวณ

สูตรการคำนวณค่าความยากง่ายของข้อมูล

$$P = \frac{(R_U + R_L)}{N} \tag{3-1}$$

เมื่อ P คือ ค่าดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ

R_U คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ในกลุ่มสูง

R_L คือ จำนวนที่ทำแบบทดสอบได้ในกลุ่มต่ำ

N คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ซึ่งเกณฑ์การแปลความหมายดัชนีความยาก มีดังนี้

มากกว่า 0.80 หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่ง่ายมาก

0.61 – 0.80 หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย

0.40 – 0.60 หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ

0.20 – 0.39 หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก

ต่ำกว่า 0.20 หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่ยากมาก

ค่าของความยากง่ายของแบบทดสอบที่ใช้ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.2-0.8

สูตรการคำนวณค่าดัชนีอำนาจจำแนกของข้อมูล

$$D = \frac{(R_U - R_L)}{N} \tag{3-2}$$

เมื่อ D คือ ค่าดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ

R_U คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ในกลุ่มสูง

R_L คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ในกลุ่มต่ำ

N คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

อำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบที่ใช้ได้มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

3.5.3 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน(เสาวณีย์, 2526: 56-57) คือ

$$E1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \quad (3\text{-}3)$$

$$E2 = \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} \quad (3\text{-}4)$$

เมื่อ $E1$ คือ ประสิทธิภาพจากชุดการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$E2$ คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

$\sum X$ คือ คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

N คือ จำนวนผู้เรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทุกหัวเรื่องรวมกัน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์