

Creative RMUT and Sustainable Innovation for Thailand 4.0



RMUTCONZ

The 9th Rajamangala University of Technology National Conference

The 8th Rajamangala University of Technology International Conference

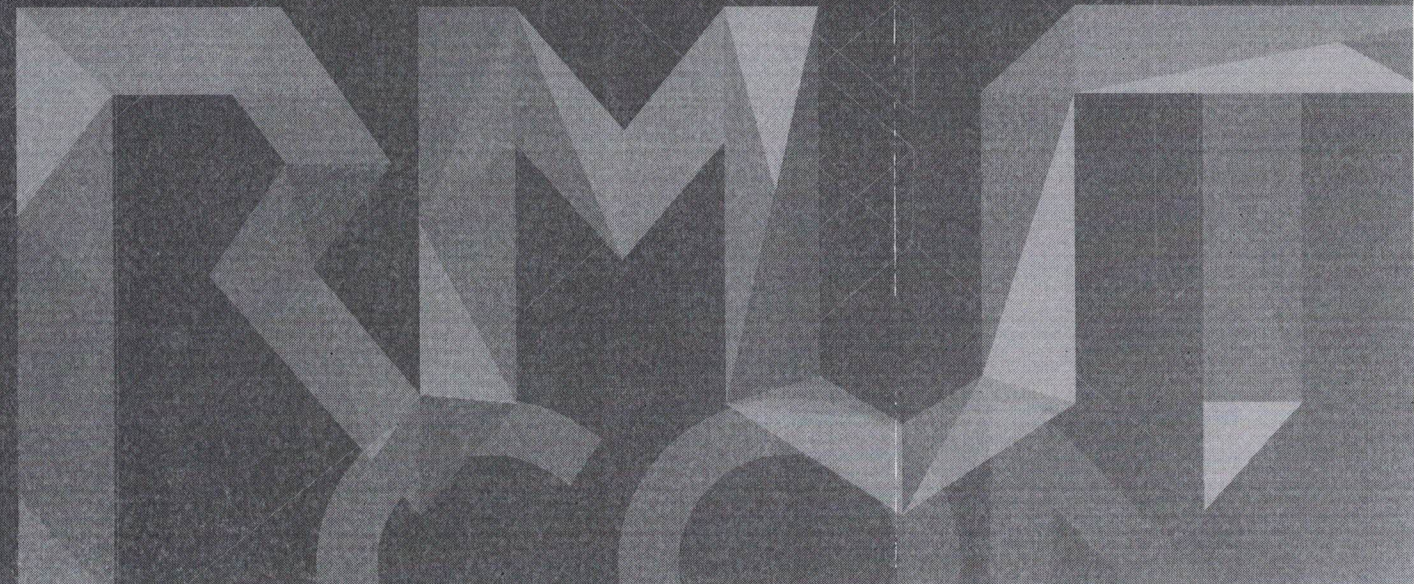
August 8th-9th, 2017 at Impact Muang Thong Thani Exhibition and Convention

รายงานสืบเนื่อง

การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9
“ราชมงคลสร้างสรรค์กับนวัตกรรมที่ยั่งยืนสู่ประเทศไทย 4.0”

- ◆ มนุษยศาสตร์ สังคมวิทยาและการศึกษา
- ◆ เกษตรศาสตร์สร้างสรรค์
- ◆ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
- ◆ สถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม และงานสร้างสรรค์
- ◆ วิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
- ◆ การบริการวิชาการสู่สังคม
- ◆ เศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ

ราชมงคลสร้างสรรค์กับนวัตกรรมที่ยั่งยืนสู่ประเทศไทย 4.0



การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริป
Development and Effective Evaluation of Multimedia Package on Microstrip Antenna

พิสิฐ สอนละ อนุชา ไชยชาญ ภาวนา ชูศิริ วรรณภา มโนสืบ และรุ่งอรุณ พรเจริญ*
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปสำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริป แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษา หลังจากพัฒนาชุดสื่อประสมแล้วได้มีการประเมินหาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำไปทดลองใช้กลุ่มตัวอย่างที่เรียนรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 15 คน โดยเลือกแบบเจาะจงและทำการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.44/80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และ 2) ผลศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปนี้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.93, S. D. = 0.84$) แสดงให้เห็นว่าชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปนี้มีความคุณภาพสามารถไปประกอบการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ชุดสื่อประสม สายอากาศไมโครสตริป

Abstract

The objective of the research was to develop and find an efficacy of multimedia package on microstrip antenna for learning in telecommunication engineering. The research tools consisted of the multimedia package of microstrip antenna test and questionnaire. The tools were firstly observed by three experts and evaluated by 15 student sample group who registered in Microwave subject in Industrial Education Program of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. The research results showed that 1) the multimedia package on microstrip antenna had an efficiency of 80.44/80.00 which was higher than the standard of 80/80 according to the hypothesis and 2) after learning, students' satisfactions were in a high level ($\bar{X} = 3.93, S. D. = 0.84$). In conclusion, the multimedia package on microstrip antenna can be used effectively for learning and teaching in telecommunication engineering.

Keywords : Development and Effective, multimedia package, microstrip antenna

1. บทนำ

การศึกษาในระดับอุดมศึกษา ในหลักสูตรสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าได้บรรจุวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ โดยที่ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาที่มุ่งเน้นถึงการคำนวณ การวิเคราะห์และการออกแบบวงจรไมโครเวฟ เช่น วงจรเรโซแนนท์ วงจรกรองความถี่ วงจรแบ่งกำลังงาน วงจรคัปเปิลเลอร์ วงจรออสซิลเลเตอร์ วงจรขยาย เป็นต้น ซึ่งเป็นพื้นฐานของการสร้างสายอากาศไมโครสตริป พื้นฐานของวงจรกรองความถี่ไมโครเวฟคือวงจรเรโซแนนท์ที่ถูกประยุกต์ใช้ในวงจรคัปเปิลเลอร์ ออสซิลเลเตอร์ และวงจรขยาย [1] ดังนั้นหากนักเรียนมีความรู้เรื่องการคำนวณ การวิเคราะห์และการออกแบบวงจรแล้ว สามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างสายอากาศไมโครสตริปได้ การเรียนการสอนเนื้อหาบางส่วนของสายอากาศไมโครสตริปนักศึกษาต้องเข้าใจปรากฏการณ์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นในวงจร แต่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นนักศึกษาต้องใช้จินตนาการในการรับรู้ปรากฏการณ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sommart and Somsak [2] ได้ทำการวิจัยโปรแกรมจำลองแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยวิธีการวนรอบของคลื่น (Wave Iterative Method) สำหรับการศึกษาการสร้างสายอากาศไมโครสตริปที่สามารถปฏิสัมพันธ์ตอบโต้กับนักเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารได้รับการพัฒนาก้าวหน้ามากและถูกนำมาบูรณาการเป็นเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา และสนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียน มีความรู้ มีทักษะเพิ่มมากขึ้น [3]

จากการสอบถามนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ พบว่า ความสำคัญของรายวิชานี้อยู่ในระดับมาก ซึ่งเกี่ยวกับด้านเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อนเข้าใจยากและปริมาณของเนื้อหาดีมาก สื่อการสอนไม่หลากหลาย มีจำนวนไม่เพียงพอต่อนักเรียนและไม่สะดวกต่อการใช้งาน โดยนักศึกษาต้องการมีสื่อการสอนที่สามารถมองเห็นภาพการทำงานของคลื่นไมโครเวฟ และสามารถนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้งานได้จะทำให้เข้าใจในเนื้อหามากขึ้น จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในการหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาโดยการพัฒนาชุดสื่อประสม (Multimedia Package) เรื่องสายอากาศไมโครสตริปสำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เริ่มจากศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาไมโครเวฟของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อทราบจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาสาระของรายวิชา แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ครอบคลุมเนื้อหา 3 หัวข้อเรื่อง สายไมโครสตริป วงจรเรโซแนนท์ และวงจรกรองความถี่ไมโครเวฟ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์และออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถนำมาใช้งานได้สะดวก และมีความเหมาะสมเพื่อให้นักศึกษาเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างเต็มตาม

ศักยภาพ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาที่เรียนรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 15 คน ทำการสุ่มแบบเจาะจง และมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

การดำเนินการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้งานวิจัย ประกอบด้วย ชุดสื่อประสม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาไมโครเวฟ โดยทำการออกแบบชุดการสอนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งการสร้างชุดสื่อประสม ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน คู่มือนักศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1.1 คู่มือครู เป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับครูผู้สอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การนำเข้าสู่บทเรียน ตารางปฏิบัติการ ใบเนื้อหา แบบร่างกระดาน และแบบทดสอบ โดยเริ่มจากศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวงจรเรโซแนนท์และวงจรรองความถี่ไมโครเวฟ เพื่อกำหนดรายละเอียดเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อละบทเรียน เพื่อกำหนดความรู้เดิมที่นักศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้มาก่อนที่จะเรียนในบทเรียน และทำการออกแบบการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจ และสร้างปัญหาในแต่ละบทเรียนเพื่อให้นักศึกษาเกิดความสนใจและอยากรู้อันเรื่องที่จะเรียนมากขึ้น ซึ่งกระบวนการทั้งหมดได้กำหนดไว้ในตารางปฏิบัติการสอน โดยเป็นทำหน้าที่กำหนดกรอบเวลาให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนและรูปแบบการสอนในแต่ละขั้นตอน ต่อมาสร้างใบเนื้อหาและแบบร่างกระดานที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนและสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความรู้หลังเรียนในแต่ละบทเรียน ดังตารางที่ 1

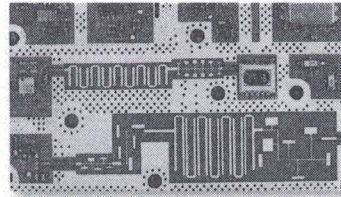
ตารางที่ 1 จำนวนใบเนื้อหา แบบร่างกระดาน และแบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยเรียนที่	จำนวน		
	ใบเนื้อหา	แบบร่างกระดาน	แบบทดสอบหลังเรียน
1. สายไมโครสตริป	19 หน้า	29 เฟรม	15 ข้อ
2. วงจรเรโซแนนท์	36 หน้า	64 เฟรม	15 ข้อ
3. วงจรรองความถี่ไมโครเวฟ	36 หน้า	85 เฟรม	15 ข้อ
รวม	91 หน้า	178 เฟรม	45 ข้อ

1.2 สื่อการสอน เป็นสื่อที่ใช้ประกอบการสอนร่วมกับเนื้อหาที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อใช้อธิบายขยายความในเนื้อหาช่วยให้นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น มีขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน โดยผู้วิจัยได้เลือกสื่อที่ใช้ประกอบด้วย การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ และการนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต ดังนี้

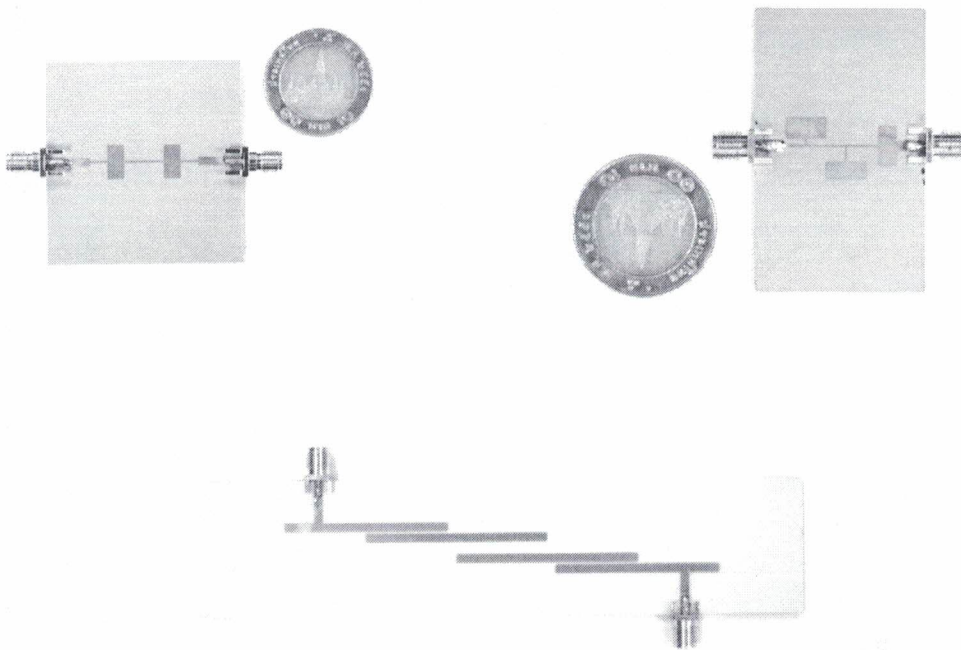
- การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ เป็นการนำแบบร่างกระดานมาปรับปรุงให้อยู่ในรูปซีดี สร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูปไมโครซอฟต์ออฟฟิต (Microsoft Office) ด้วยเพาเวอร์พอยต์ ซึ่งการนำเสนอเนื้อหานี้จะใช้ประกอบการสอนทุกบทเรียน ซึ่งการสร้างจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด ดังรูปที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
สายไมโครสตริป
(Microstrip Lines)



รูปที่ 1 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สายไมโครสตริป

- การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต เป็นการจำลองการทำงานจากทฤษฎีมาใช้ประกอบการสอน 3 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งการออกแบบชุดสาธิตแบ่งออกเป็น 3 วงจร ได้แก่ การออกแบบวงจรกรองผ่านต่ำแบบไมโครสตริป อิมพีแดนซ์ขั้น การออกแบบวงจรกรองผ่านต่ำอุปกรณ์กึ่งลัมป์แบบมีโพลาไรเซชันที่ความถี่ค่าจำกัด วงจรกรองผ่านแถบที่ใช้เรโซเนเตอร์แบบครึ่งคลื่นเชื่อมโยงแบบขนาน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรในการออกแบบชุดสาธิต

1.3 คู่มือนักศึกษา เป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับนักศึกษาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ประกอบด้วย คำแนะนำการใช้งานของคู่มือ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบทดสอบท้ายบทเรียน และ คำแนะนำการใช้งานชุดสาธิต

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เริ่มจากการวิเคราะห์การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้จากการตารางวิเคราะห์หลักสูตรในการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อให้ได้จำนวนข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และทำการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

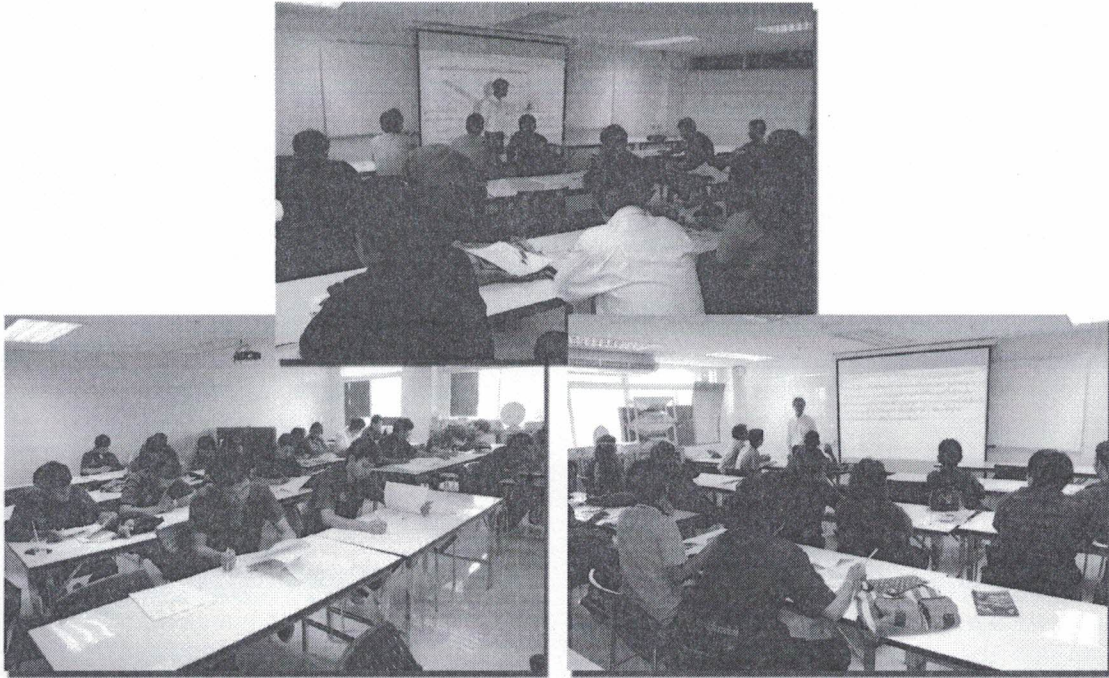
ผลการประเมินพบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวแทนของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพเชิงเนื้อหาไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีใช้กลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ โดยทำการหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 13 คน จากการทดลองใช้พบว่าสามารถเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหลือ 30 ข้อ จาก 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.50-0.66 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 85 จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ มีคุณภาพทั้งเชิงคุณภาพและเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ

2. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวแบบ One -Group Pretest-Posttest Design ลักษณะการทดลองแบบนี้คือโดยการทำการทดสอบก่อนทำการทดลอง แล้วจึงเอากลุ่มตัวอย่างมาทำการทดลองกับการกระทำที่ต้องการศึกษา เมื่อทำการทดลองแล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้ง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการทดลองซึ่งสามารถทำได้รวดเร็ว ควบคุมเวลาของกลุ่มได้แน่นอนและประหยัด

2.1 ทดสอบพื้นฐานความรู้ (Pre-test) ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือในการทดสอบ

2.2 สอนด้วยชุดการสอนแบบสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งชุดการสอนแบบสื่อประสมนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนและวิธีการที่คู่มือครูกำหนดไว้



รูปที่ 3 การนำชุดการสอนแบบสื่อประสมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อนักศึกษาผ่านการเรียนครบบทเรียนแล้ว ทำการทดสอบผลการเรียนอีกครั้งด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

2.4 ประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา โดยนำผลของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์

3. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย ผลการพัฒนาชุดสื่อประสม ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนและคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน ดังนี้

1. ผลการพัฒนาชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริป

ชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นเรื่องสายอากาศไมโครสตริป หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีองค์ประกอบของชุดการสอนแบบสื่อประสม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริป

หน่วยเรียนที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ข้อ)	ใบเนื้อหา (หน้า)	การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ (เฟรม)	การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต (ชุด)	แบบทดสอบท้ายบทเรียน (ข้อ)	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ข้อ)
1	4	19	29	1	15	10
2	4	36	64	1	15	10
3	5	36	84	1	15	10
รวม	13	91	177	3	45	30

จากตารางที่ 2 องค์ประกอบของชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 3 หน่วยเรียน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 13 ข้อ ใบเนื้อหา จำนวน 91 หน้า การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์ จำนวน 178 เฟรม การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต จำนวน 3 ชุด แบบทดสอบท้ายบทเรียน จำนวน 45 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

2. ผลการหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริป

2.1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบท้ายบทเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหน่วยที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 80.44 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหน่วยที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 80.99 และคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหน่วยที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 80.00 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยรวมของแบบทดสอบท้ายบทเรียนทุกบท คิดเป็นร้อยละ 80.44 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า ชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.44 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน

แบบทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	\bar{X}	ร้อยละ
หน่วยเรียนที่ 1	15	15	12.07	80.44
หน่วยเรียนที่ 2	15	15	12.13	80.89
หน่วยเรียนที่ 3	15	15	12.00	80.00
รวม	15	15	12.07	80.44

2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 24.00 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80.00 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80 จึงสามารถสรุปได้ว่าชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.44/80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	\bar{X}	ร้อยละ
แบบทดสอบ	15	30	24.00	80.00

3. ผลศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปด้านต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.93, S. D. = 0.84$) เมื่อพิจารณาแต่ละรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ด้านการเรียนการสอน รองลงมาได้แก่ ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษา

รายการ	\bar{X}	S. D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการเรียนการสอน	3.85	0.86	มาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน	3.97	0.80	มาก
- (การนำเสนอเนื้อหาด้วยเพาเวอร์พอยต์)	3.94	0.86	มาก
- (การนำเสนอเนื้อหาด้วยชุดสาธิต)	3.98	0.83	มาก
3. ด้านการวัดและประเมินผล	3.96	0.83	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	3.93	0.84	มาก

4. สรุปผลและอภิปรายผล

การพัฒนาชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปสำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม สามารถสรุปประเด็นสำคัญ ได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปสำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม พบว่า นักศึกษาสามารถทำคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนเฉลี่ย 12.07 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.44 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80.00 และการทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 24.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80.00 จึงสามารถสรุปได้ว่าชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.44/80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 เนื่องจากชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น มีขั้นตอนในการพัฒนาอย่างมีเป็นระบบ โดยใช้หลักการตามเอกสารทฤษฎีของนักการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทุกขั้นตอนได้รับคำแนะนำและผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความชำนาญและมีประสบการณ์ในด้านสื่อการสอนและด้านเนื้อหา จากนั้นจึงนำไปทำการทดลองเพื่อหาข้อผิดพลาดและนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง อีกทั้งการนำเอาสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันซึ่งมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้าความสนใจในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อ

ก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และป้องกันการเข้าใจความหมายผิด การใช้สื่อประสมจะช่วยให้ นักศึกษามีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสผสมผสานกันได้พบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น [4] ทำให้ชุดสื่อประสมมีเนื้อหาที่เหมาะสม มีความยากง่ายในกิจกรรมการเรียนการสอน มีการทดสอบระหว่างกระบวนการและท้ายกระบวนการ ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจ และเมื่อขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนยังสามารถเห็นผลการทดลองได้อย่างชัดเจน เป็นการเสริมแรงให้นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการออกแบบวงจรไมโครเวฟ มีความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนได้ในอนาคต ส่งเสริมให้นักศึกษามีความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมต่อการเรียนรู้ของตนเอง ผลักดันนักศึกษาไปสู่การบรรลุศักยภาพของตนเอง มีการส่งเสริมความคิดของนักศึกษาและอำนวยความสะดวกให้เขาได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ [5] และ การเรียนด้วยชุดสื่อประสมสามารถทำให้นักศึกษาเชื่อมโยงความรู้จากภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ นักศึกษาจึงเกิดทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ โดยอัตโนมัติโดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องสอนเนื่องจากนักศึกษาจะต้องวัดและตรวจสอบวงจรที่ตนเองทดลองและแก้ปัญหาที่เกิดจากการทดลองเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องเป็นไปตามทฤษฎี สอดคล้องกับงานวิจัยของอำนาจ ปาละหงษา [6] ได้ทำการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสม เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนแบบสื่อประสมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.30/82.11 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปที่พัฒนาขึ้นพบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อชุดสื่อประสมเรื่องสายอากาศไมโครสตริปด้านต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เนื่องจากนักศึกษามีสามารถมองเห็นของจริง เข้าใจวิธีการออกแบบสายอากาศไมโครสตริปได้ โดยการผ่านสื่อโปรแกรมจำลอง ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน อีกทั้งสื่อประสมในลักษณะนี้นับว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง สามารถนำเสนอให้ผลตรงที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่สื่ออื่นไม่สามารถทำได้คือผลในความรู้สึกอารมณ์และสุนทรียภาพแก่ผู้ชม ทั้งยังช่วยดึงดูดความสนใจให้ผู้ชมได้ติดตามอย่างตื่นตาตื่นใจและมีประสิทธิภาพเป็นการช่วยในการเรียนการสอน สอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยาวิฑู เสาวคนธ์ [7] ได้พัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ผลการวิจัยพบว่า สื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วย เอกสารประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี และโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งผลการทดสอบชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎีและโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนที่ใช้สื่อประสมที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สื่อประสมที่พัฒนาขึ้นคุณภาพสามารถนำไปประกอบการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้เป็นอย่างดี

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย และนักศึกษาคณะวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มา ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] David M. Pozar. *Microwave Engineering*, 3rd Edition. New York: John Wiley & Sons Inc., 2004.
- [2] Sommart Kamkleing and Somsak Akatimagool. "Microwave Filter Education Supported by Wave Iterative Simulation Program." *Proceedings of ECTI-CON*: (277 – 280), 2008.
- [3] ดุสิต ขาวเหลือง. "การบูรณาการใช้สื่อประสมและสื่อหลายมิติเพื่อการสอนและการเรียนรู้." *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 1 ปีที่ 18* (มิ.ย. 49 – ต.ค. 2549).
- [4] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. *เอกสารการสอนชุดวิชา การออกแบบระบบการเรียนการสอน หน่วยที่ 12. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2545.*
- [5] กฤษมันต์ วัฒนามรงค์. *เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา*. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [6] อำนาจ ปาละหงษา. *การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่องการมอดูเลตแบบเข้ารหัสพัลส์และการมัลติเพล็กซ์ วิชาการระบบสื่อสาร 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2544)*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [7] สุริยาวัธ เสาวคนธ์. "การพัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ". *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (ม.ค. – มิ.ย. 2554).