Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 10 No. 2 May – August, 2019

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับการศึกษาวิศวกรรมสายส่งความถี่สูง

กัญญวิทย์ กลิ่นบำรุง[1*] และ สมศักดิ์ อรรคทิมากูล[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องวิศวกรรมสายส่งความถี่สูง 2) ทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย คู่มือครู ชุดสื่อการสอนสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาจำนวน 35 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาข่ายงานสื่อสารและสายส่ง โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาเรื่องวิศวกรรมสายส่งความถี่สูงสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.00 และ S.D.= 0.15) 2) ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ (มีค่าเท่ากับ 1.25) และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.01 และ S.D.= 0.22) ดังนั้น ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: กระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา, วิศวกรรมสายส่งความถี่สูง, ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

[1] นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 6413 9942 อีเมล: kanyawit@live.com

_19-1216(092-100)10.indd 92 21/1/2563 BE 14:34

Development of Instructional Activity Package based on STEM Education Process for High-frequency Transmission Engineering Education

Kanyawit Klinbumrung[1*] and Somsak Akatimagool[2]

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop an instructional activity package based on STEM education process for high-frequency transmission engineering, 2) to test the performance of instructional activity package based on STEM education and 3) to evaluate the students' satisfaction in using the instructional activity package. The research tools were the instructional activity package based on STEM education process which consists of teacher's manual, STEM based instructional package, and achievement tests. Data were analyzed by mean and standard deviation. The sampling group was 35 undergraduate students who registered the communication networks and transmission lines subject using by simple purposive sampling technique at the teacher training in electrical engineering department, technical education faculty, King Mongkut's university of technology North Bangkok. The research results showed that 1) the quality of developed instructional activity package based on STEM education was more appropriate (mean = 4.00, S.D. = 0.15), 2) the performance of developed instructional activity package was in accordance with the standard criteria of Meguigans's formula (equaled to 1.25) and 3) the students' satisfaction using an instructional activity package based on STEM education was at high level (mean = 4.01, S.D. = 0.22). Therefore, the developed instructional activity package based on STEM education can be used effectively in the teaching of telecommunication engineering education.

Keywords: STEM Education Learning Process, High-frequency Transmission Engineering, Instructional Activity Package

[1] Ph.D. Student, Department of Electrical Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[2] Associate Professor, Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[*] Corresponding Author Tel. +668 6413 9942 e-mail: kanyawit@live.com

_19-1216(092-100)10.indd 93 21/1/2563 BE 14:34

1. บทนำ

การศึกษาประเทศไทยในยุค 4.0 เป็นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่ทุกหนทุกแห่งบนโลกนี้มาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมสมัยใหม่มาตอบสนองความต้องการของสังคม รวมทั้งเป็นการเครื่องมือที่สำคัญในการยกระดับคุณภาพแรงงานที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะสำคัญที่ตลาดแรงงานต้องการ เช่น ทักษะการเรียนรู้ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการยืดหยุ่นทางความคิด เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาและสร้างให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ความมุ่งหมายการศึกษาระดับอุดมศึกษาของประเทศ คือ การผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพเพื่อให้ได้กำลังคนที่มีสมรรถนะระดับสูงที่รองรับกับความต้องการของประเทศชาติ [1] ดังนั้นการพัฒนากำลังคนทางด้านเทคโนโลยีชั้นสูงจึงเป็นหน้าที่สำคัญของสถาบันการศึกษา ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาทางด้านวิศวกรรม ส่วนใหญ่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พื้นฐานของเทคโนโลยีเหล่านั้นมาจากความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ฉะนั้นการผลิตบัณฑิตทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่จะให้ก้าวทันกับเทคโนโลยีสมัยใหม่จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนต้องมีความรู้และทักษะพื้นฐานดังกล่าวข้างต้น จากการสำรวจถึงสภาพการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศาสตร์ [2] จากสถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่าผู้สอนและผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยีให้มีความหลากหลาย ที่สามารถส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นรูปธรรม [3] และรองรับกับการเข้าสู่ประเทศไทยยุค 4.0

การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ [4] ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) ที่ใช้สร้างความรู้และทักษะผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน โดยที่ศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสืบเสาะแก้ไขปัญหา ศาสตร์ด้านเทคโนโลยีเป็นกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ศาสตร์ด้านวิศวกรรมศาสตร์เป็นการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ด้วยกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ศาสตร์ด้านคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคำนวณ การเปรียบเทียบ การจำแนก การจัดกลุ่ม เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร เป็นต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการสะเต็มศึกษาที่มุ่งการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาสำหรับใช้ในการศึกษาด้านวิศวกรรมสายส่งความถี่สูงหรือรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตลอดจนเป็นแนวทางให้ผู้สอนสามารถพัฒนาชุดกิจกรรมที่เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างจินตนาการและเสริมสร้างประสบการณ์ของผู้เรียนให้มีความคิดที่หลากหลายและกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องวิศวกรรมสายส่งความถี่สูง

2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

3. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

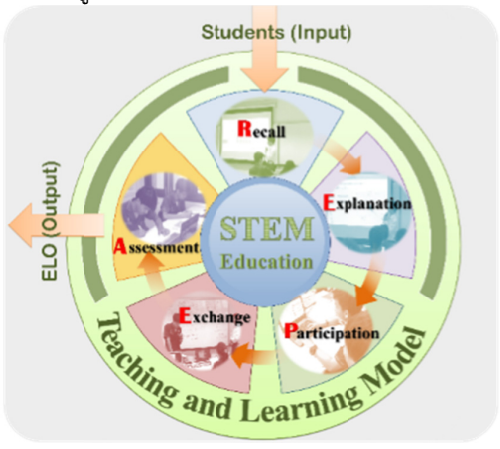
3.1 การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการ 4 ศาสตร์เข้าร่วมกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์(Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดที่เป็นระบบขั้นตอน มีทักษะในการออกแบบ และมี

ทักษะการแก้ปัญหาที่สามารถนำมาเชื่อมโยงใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ สามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอน [5]

3.2 รูปแบบการเรียนการสอนแบบ REPEA

รูปแบบการเรียนการสอนแบบ REPEA Model [6] เป็นการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการของสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัย ได้พัฒนาขึ้นจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญ ได้แก่ 1) กลุ่มที่เน้นการการรับรู้และการเชื่อมโยงความคิดของ Herbart 2) ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยมของ Thorndike และ 3) ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมของ Bruner ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนแบบรีเพีย (REPEA) จะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การทบทวน (Recall) ขั้นที่ 2 การให้เนื้อหา (Explanation) ขั้นที่ 3 การทำกิจกรรมกลุ่ม (Participation) ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange) และขั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล (Assessment) โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ REPEA Model แสดงดังรูปที่ 1จำเป็นต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้รับผลการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง



รูปที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบ REPEA Model

3.3 ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง นวัตกรรมการศึกษาที่เป็นเอกสาร แผนกิจกรรมการสอน สื่อการสอน วัสดุและอุปกรณ์ และแบบทดสอบที่จัดทำขึ้นตามเนื้อหาของหน่วยเรียน ที่มีการออกแบบและระบุกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ประกอบการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ความรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยในงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาและออกแบบให้มีแผนกิจกรรมที่มีความหลากหลาย และมีสื่อการสอนที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน นอกจากนั้นชุดกิจกรรมดังกล่าวสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

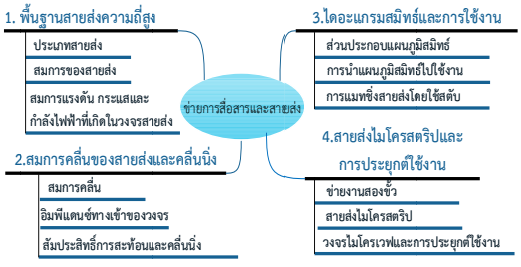
4. วิธีดำเนินงานวิจัย

4.1 การศึกษาข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องวิศวกรรมสายส่งความถี่สูง โดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา การสร้างสื่อประกอบการสอน การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน และการออกแบบแบบทดสอบ ตลอดจนเนื้อหาทางด้านวิศวกรรมสายส่งความถี่สูงและที่เกี่ยวข้อง

4.2 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาข่ายการสื่อสารและสายส่ง หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยผู้วิจัยเลือกเนื้อหาจำนวน 4 หน่วยเรียน ได้แก่ 1) พื้นฐานสายส่งความถี่สูง 2) สมการคลื่นของสายส่งและคลื่นนิ่ง 3) ไดอะแกรมสมิทธ์และการใช้งาน และ 4) สายส่งไมโครสตริปและการประยุกต์ใช้งาน



รูปที่ 2 การวิเคราะห์วิชาข่ายการสื่อสารและสายส่ง

4.3 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา จะประกอบด้วย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ REPEA Model ตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีการจัดกิจกรรมที่บูรณาการ 4 ศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยที่ศาสตร์ทางด้าน

Science จะเป็นการเรียนรู้จากการค้นคว้า การสืบค้น การแก้ไขปัญหา และการพิสูจน์ความจริงอย่างมีลำดับและขั้นตอนเหมาะสม ศาสตร์ทางด้าน Technology เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน การบันทึกและนำเสนอข้อมูล การสำรวจตรวจสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ศาสตร์ทางด้าน Engineering เป็นกระบวนการคิด การวิเคราะห์ การออกแบบ การวางแผนและการบูรณาการความรู้เพื่อสร้างนวัตกรรม และศาสตร์ทางด้าน Mathematic เป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบให้ได้คำตอบอย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยแผนกิจกรรมการเรียนการสอนแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ REPEA

REPEA Learning Model	กิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM education activities)			
	S	T	E	M
R (Recall)	- การค้นคว้า/สืบค้น - การสรุปผล - การแก้ไขปัญหา	- การใช้เว็บไซต์ - การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ - การใช้สื่อการสอน	- กระบวนการเรียนรู้ - วิธีการศึกษา/ค้นคว้า - การออกแบบลำดับแนวความคิด	- การเปรียบเทียบข้อมูล - การทำแบบฝึกหัด
E (Explanation)	- การวิเคราะห์ข้อมูล - การสรุปผล	- การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ - การใช้สื่อการสอน	- กระบวนการเรียนรู้	- การเปรียบเทียบข้อมูล - การคำนวณหาคำตอบ
P (Participation)	- การบันทึกผล - การแก้ไขปัญหา - การคิดวิเคราะห์ - การสรุปผล	- การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ - การใช้สื่อการสอน - การสร้างชิ้นงาน	- กระบวนการปฏิบัติงาน - การออกแบบและจัดลำดับวิธีการเรียนรู้	- การเปรียบเทียบข้อมูล - การคำนวณหาคำตอบ
E (Exchange)	- การคิดวิเคราะห์ข้อมูลและให้เหตุผล - การสรุปผล	- การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ - การใช้สื่อการสอน	- กระบวนการนำเสนอ - การออกแบบขั้นตอนแลกเปลี่ยนเรียนรู้	- การเปรียบเทียบข้อมูล - การคำนวณเชิงสถิติ
A (Assessment)	- การแก้ไขปัญหา - การคิดวิเคราะห์และให้เหตุผล - การสรุปผล	- การใช้สื่อการสอน	- กระบวนการเรียนรู้ - กระบวนการทดสอบ/ประเมิน	- การทำข้อสอบ - การคำนวณ - การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

4.4 การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

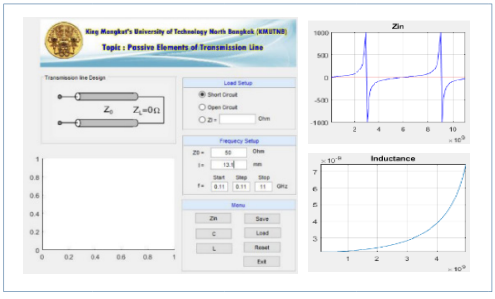
การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องวิศวกรรมสายส่งความถี่สูง ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ประกอบด้วย คู่มือครู ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาและแบบทดสอบ ดังมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 คู่มือครู ประกอบด้วย แผนกิจกรรมการสอน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางปฏิบัติการโปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ใบเนื้อหาและแบบทดสอบ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3

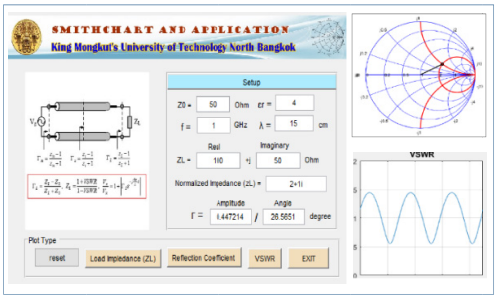
รูปที่ 3 คู่มือครูตามกระบวนการสะเต็มศึกษา

4.4.2 ชุดสื่อการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1) โปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์พัฒนาโดยใช้ฟังก์ชั่นของ GUI (Graphic User Interface) ในโปรแกรม MATLAB ที่สร้างขึ้นภายใต้รูปแบบของเมนูที่เชื่อมโยงกับผู้ใช้ที่มีแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการป้อนค่าเริ่มต้น 2) ส่วนการประมวลผล และ 3) ส่วนของการแสดงผล โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย การคำนวณผลการตอบสนองสัญญาณในวงจรสายส่ง การคำนวณของสายส่งแบบปิดและเปิดวงจร และการใช้แผนภูมิสมิทธิ์และการประยุกต์ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5

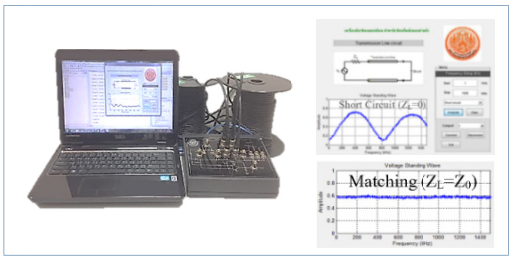


รูปที่ 4 โปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรสายส่ง



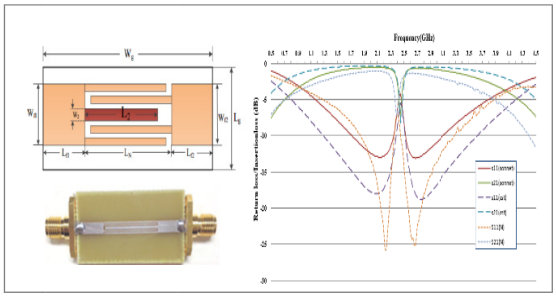
รูปที่ 5 โปรแกรมแผนภูมิสมิทธ์และการประยุกต์

2) ชุดเครื่องมือวัดแบบเสมือนสำหรับการวัดคุณลักษณะและคลื่นยืนของวงจรสายส่ง โดยสามารถวัดขนาดคลื่นยืนแบบเปิดวงจรและแบบปิดวงจร ค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายส่งได้ ชุดเครื่องมือวัดนี้ทำงานโดยใช้วงจรกำเนิดความถี่ควบคุมด้วยแรงดันวงจร PWM และวงจร Rectifier ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น Arduino ที่สามารถแสดงผลเป็นรูปกราฟิกและตัวเลขโดยใช้โปรแกรม GUI-MATLAB แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ชุดเครื่องมือวัดแบบเสมือน

3) ชุดสื่อตัวกรองความถี่ต้นแบบ โดยการออกแบบตัวกรองความถี่แถบผ่านแบบอินเตอร์ดิจิทัลแฮร์พิน [7] สำหรับใช้เป็นสื่อต้นแบบในการเรียนการสอน จะมีการกำจัดแถบความถี่แคบโดยใช้วงจรเรโซเนเตอร์แบบเปิดวงจรเพื่อควบคุมย่านการตอบสนองทางความถี่ที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 7



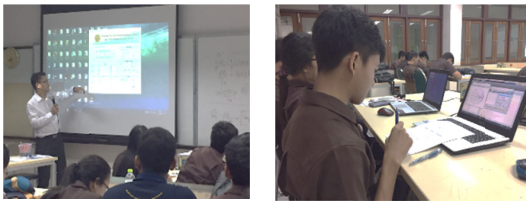
รูปที่ 7 วงจรตัวกรองความถี่แถบผ่าน

จากรูปที่ 7 เป็นการทดสอบผลการจำลองและการวัดโดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งพบว่าตัวกรองความถี่แถบผ่านสามารถตอบสนองความถี่ในช่วง 0.90-4.05 GHz และมีแถบความถี่หยุดที่ความถี่ 2.45 GHz ที่มีความสอดคล้องกับการใช้โปรแกรมจำลอง SONNET Lite และโปรแกรมจำลอง CST โดยผลที่ได้จากการวัดที่ความถี่สูง ๆ จะมีความคลาดเคลื่อนจากผลการจำลองไม่เกิน ±10 %

4.5 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเอาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักศึกษาปริญญาตรีที่ลงทะเบียนในรายวิชาช่ายงานสื่อสารและสายส่ง หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 35 คน โดยเริ่มจากการแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย คู่มือครู ใบเนื้อหา ชุดสื่อการ

เรียนรู้สะเต็มศึกษาและแบบทดสอบให้กับผู้สอนในรายวิชาข่ายการสื่อสารและสายส่ง จากนั้นชี้แจงรายละเอียดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน ดำเนินการสอนด้วยชุดการสอนกับกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2/2559 หลังจากสอนทุกหน่วยเรียนแล้วจะดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [8] ค่าการหาประสิทธิภาพของเมกุยแกนส์ [9] โดยแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เชี่ยวชาญและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า (Rating scale) แบบ 5 ระดับของ Likert [10] โดยภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

5. ผลของการวิจัย

5.1 ผลพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาสำหรับวิศวกรรมสายส่งความถี่สูงแสดงดังรูปที่ 9 ประกอบด้วย 1) คู่มือครู เรื่อง วงจรสายส่งความถี่สูงและการประยุกต์ใช้งาน 2) ชุดสื่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้น และ 3) แบบทดสอบ

รูปที่ 9 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านการเรียนการสอน	3.72	0.36	มาก
2. ด้านสื่อโปรแกรมจำลอง	4.36	0.22	มากที่สุด
3. ด้านสื่อชุดทดลอง	4.24	0.12	มาก
4. ด้านสื่อของจริง	4.12	0.27	มาก
5. ด้านการวัดและประเมินผล	3.56	0.17	มาก
ค่าผลเฉลี่ย	**4.00**	**0.15**	**มาก**

จากตารางที่ 2 แสดงผลของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจะถูกประเมินคุณภาพโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 ท่าน ซึ่งพบว่า ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00) ดังในตารางที่ 2 ซึ่งผลการเปรียบเทียบทั้ง 5 ด้านพบว่าด้านสื่อโปรแกรมจำลองมีความเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.36) และด้านการวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.56) ดังนั้นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 3 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านสื่อโปรแกรมจำลอง			
มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.20	0.45	มาก
ผลลัพธ์มีความถูกต้อง	4.20	0.45	มาก
ใช้งานง่ายและสะดวก	4.00	0.71	มาก
เหมาะสมกับเนื้อหาการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าผลเฉลี่ย	**4.36**	**0.22**	**มากที่สุด**
ด้านสื่อชุดทดลอง			
ชุดทดลองสอดคล้องกับเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
จำนวนชุดทดลองเหมาะสม	3.80	0.45	มาก
การออกแบบ/ความถูกต้อง	4.20	0.45	มาก
ขนาดและตัวอักษรเหมาะสม	4.40	0.55	มากที่สุด
ความสะดวกในการใช้งาน	4.20	0.45	มาก
ค่าผลเฉลี่ย	**4.24**	**0.17**	**มากที่สุด**
ด้านสื่อของจริง			
โครงสร้างการออกแบบถูกต้อง	4.20	0.45	มาก
ส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ดี	4.40	0.55	มากที่สุด
มีคุณภาพที่ใช้ในการสอนได้	4.00	0.71	มาก
ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน	3.80	0.84	มาก
กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4.20	0.45	มากที่สุด
ค่าผลเฉลี่ย	**4.12**	**0.39**	**มาก**
รวมค่าผลเฉลี่ย	**4.25**	**0.26**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน

5.2 ผลการทดสอบประเมินประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

ผลการดำเนินการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพเมกุยแกนส์
ก่อนเรียน	80	34	16	23.51	1.25
หลังเรียน	80	61	30	45.31	

จากตารางที่ 4 แสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน ซึ่งผลของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.51 คะแนน และผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 45.31 คะแนน จากคะแนนเต็มเท่ากับ 80 คะแนน และเมื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้สมการการหาประสิทธิภาพของเมกุยแกนส์ [9] พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.25 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านการเรียนการสอน	3.81	0.36	มาก
2. ด้านสื่อโปรแกรมจำลอง	4.31	0.34	มากที่สุด
3. ด้านสื่อชุดทดลอง	4.08	0.32	มาก
4. ด้านสื่อของจริง	4.25	0.45	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและประเมินผล	3.59	0.31	มาก
ค่าผลเฉลี่ย	**4.01**	**0.22**	**มาก**

จากตารางที่ 5 แสดงระดับการวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน ผลการวัดระดับความพึงพอใจของผู้เรียน แสดงดังตารางที่ 5 ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01) เนื่องจากชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมุ่งเน้นให้มีการบูรณาการของกิจกรรมที่เหมาะสมโดยใช้สื่อการสอนที่หลากหลายในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

6. สรุปผลและอภิปรายผล

6.1 ผลของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจะถูกประเมินคุณภาพโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน ซึ่งพบว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00) ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ N. Koocharoenpisal [11] ที่พบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษามีความหลากหลายที่สามารถเสริมสร้างความสนใจกับผู้เรียนให้เกิดการบูรณาการความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เพื่อมาแก้ปัญหาที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสม

6.1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้สมการการหาประสิทธิภาพของเมกุยแกนส์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.25 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ ซึ่งกระบวนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้นและมีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ K. Ruangsiri [12] พบว่าการพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมที่ใช้ฟังก์ชั่น GUI ของโปรแกรมแมทแลปสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนระบบที่เหมาะสม

6.1.3 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01) เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญโดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน มีทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน และมีทักษะการสื่อสาร รวมทั้งมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและวิธีการสอนที่เหมาะสมที่ใช้สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ J. Penporn [13] ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนสมัยใหม่ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าพระนครเหนือที่อนุเคราะห์ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

8. เอกสารอ้างอิง

[1] R. maun, "Effective learning and teaching in higher education," Journal of Southern Technology, vol. 2, no. 2, pp. 169-176, 2016. (in Thai)

[2] A. Mekpayom, "The Conditions to Teaching and Learning in Telecommunication Engineering Case Study: Digital Communication System Topic," The 4th National Conference on Technical Education, pp. 133-138, 7-8 July 2011. (in Thai)

[3] K. Klinbumrung, S. Tansriwong and S. Akatimagool, "The Development of Instructional Package on High-frequency Transmission Line Engineering using REPEA Learning Model," The 3rd International Conference on Technical Education, pp. 19-22, 26 November 2015.

[4] P. Siripattrachai, "STEM Education and 21st Century Skills Development," Executive Journal, vol. 33, no. 2, pp. 49-51, 2013. (in Thai)

[5] S. Kijkuakul, "STEM Education," Naresuan University Journal, vol. 17, no. 2, pp. 201-207, 2015. (in Thai)

[6] K. Klinbumrung, "Development of REPEA Learning Model based on STEM-T Education," The 2016 International STEM Education Conference (iSTEM-Ed), pp. 123-126, 6-7 July. 2016.

[7] Z. Jiwen and F. Zhenghe, "Microstrip Interdigital Hairpin Resonator," Journal of IEEE Microwave and Wireless, vol. 16, no. 12, pp. 672-674, 2006.

[8] S. Tuammee, "E-learning media development of engineering and technology managment for the student of King Mongkut's University of Technology North Bangkok," Journal of graduate studies Valaya Alongkron Rajabhat University, vol. 3 , no. 192-204, p. 10, 2016. (in Thai)

[9] P. Alongkorn and S. Akatimagool, "Development Instructional Model in Maxwell Equation, Plan Wave and Power of Wave using SATADE Learning Model," Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok, vol. 6, no. 1, pp. 177 -186, 2015. (in Thai)

[10] B. Srisaard, Research in measurement and evaluation. Bangkok, Suweeriyasan Printing Co. Ltd, 2000. (in Thai)

[11] N. Koocharoenpisal, "A development of the science activity package using STEM education approach on water treatment for lower secondary students," Journal of Humanities and Social Sciences, vol. 11, no. 21, pp. 23-38., 2019. (in Thai)

[12] K. Ruangsiri, S. Tansriwong and S. Akatimagool, "The development of training package using the P-PIADA training model: a case study on the usage of GUI – MATLAB program," Asia-Pacific Journal of Science and Technology, vol. 23, no. 3, pp. 1-9, 2018.

[13] P. Jaiyen, "The Development of Web-Based Instruction on Official Letters in Word Processing Application Subject using Demonstration Technique," The 5th Rajamangala University of Technology National Conference, Vols. 15-16 July. (32-44). , pp. 32-44, 15-16 July 2015. (in Thai)