

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติในรายวิชา
การควบคุมระบบอัตโนมัติ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
EFFECT OF FLIPPED CLASSROOM INTEGRATED WITH DEMONSTRATION
SET AND MODEL SIMULATION APPROACH ON LEARNING ACHIEVEMENT
AND ATTITUDES IN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM
SUBJECT FOR BACHELOR DEGREE STUDENTS,
FACULTY OF TECHNICAL EDUCATION

Received: October 27, 2021

Revised: March 21, 2022

Accepted: April 7, 2022

สันติ หุตะมาน^{1*}

Santi Hutamarn^{1*}

^{*}Corresponding Author, E-mail: santi.h@fte.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ กับ ผู้เรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย 2) ศึกษาเจตคติในการเรียนวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ กลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 020133943 การควบคุมระบบอัตโนมัติ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 58 คน ใช้การเลือกเข้ากลุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) ชุดสาธิตการควบคุมระบบอัตโนมัติ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ สถิติที่ใช้สำหรับข้อมูลจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้การทดสอบแบบที ที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Independent) และข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทาง

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผู้เรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิต และการจำลองแบบ มีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับ มาก

คำสำคัญ: ห้องเรียนกลับด้าน การควบคุมระบบอัตโนมัติ ชุดสาธิต

Abstract

This research aimed to 1) compare learners' learning achievement between the learners who instructed with the learning activities based on flipped classroom learning integrated with the demonstration set and the model simulation, and the learners who instructed with the learning management by lecturing, and 2) study learners' attitudes toward automation control system course. The learners who instructed with learning activities based on flipped classroom learning integrated with the demonstration set and the model simulation, consisted of the 3-year students of Bachelor of Science in Technical Education in Mechatronics Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok in 020133943 course (Automatic Control), 1st semester academic year 2019, total 58 participants using the purposive sampling. The research instruments employed 1) lesson plan, 2) the demonstration set with automatic control system 3) achievement test, and 4) learner's attitude test towards the learning activities based on flipped classroom learning integrated with the demonstration set and the model. The statistics used for the data obtained from the achievement test were t-tests Independent, the data obtained from the attitude test were statistically arithmetic mean ($\bar{X}$) and standard deviation.

The research findings were as follows: 1) the learners who instructed with the learning activities based on flipped classroom learning integrated with the demonstration set and the model simulation was significantly higher than the learners who instructed with the learning management by lecturing at .05, and 2) the learners who instructed with the learning activities based on flipped classroom learning integrated with the demonstration set and the model simulation had attitudes toward the learning instructions at a high level.

Keywords: Flipped Classroom, Automatic Control System, Demonstration Set

บทนำ

การควบคุมระบบอัตโนมัติเป็นรายวิชาพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับงานด้านอุตสาหกรรมที่ใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติ หากผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสามารถจำลองการทำงานได้อย่างถูกต้อง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจในรายวิชาด้านการควบคุมขั้นสูงที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี แต่อุปสรรคสำคัญสำหรับผู้เรียนในรายวิชาการควบคุมอัตโนมัตินี้คือ เนื้อหาในรายวิชาจะเน้นการประยุกต์ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง (การแปลง

ลาปลาซ) เพื่ออธิบายพฤติกรรมของระบบ ทำให้ผู้เรียนที่มีพื้นฐานมาจากช่างอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่ที่มีอุปสรรคด้านการคำนวณและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่ก่อนแล้ว (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561, หน้า 112-113) ไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาและพฤติกรรมของระบบจากการอธิบายผ่านสมการคณิตศาสตร์ขั้นสูง ส่งผลให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้น้อย ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับงานควบคุมระบบอัตโนมัติที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ ดังนั้นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองการทำงานของระบบ ควบคู่กับการใช้ ชุดสาธิตแสดงการทำงานของระบบ จะช่วยลดอุปสรรคสำคัญของผู้เรียนที่ต้องทำความเข้าใจสมการทางคณิตศาสตร์ ก่อนที่จะเข้าใจพฤติกรรมการทำงานของระบบ เพราะเนื่องจากโปรแกรมจำลองการทำงาน เช่นโปรแกรม MATLAB จะใช้การเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ลงไปโปรแกรม จากนั้นเมื่อผู้เรียนทำการรันโปรแกรมก็จะเห็นภาพการทำงานของระบบผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ทันที หากระบบมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งใด อาทิเช่นเกิดสิ่งรบกวน (Disturbance) แก่ระบบ ผู้เรียนสามารถมองเห็นสิ่งที่เกิดขึ้นแก่ระบบเมื่อได้รับสิ่งรบกวนได้ทันทีเช่นกัน (Gabriel, and Fujita, 2018, pp. 724-729) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับชุดสาธิตการทำงานของระบบแอนะล็อกที่สร้างขึ้นจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนก็จะสามารถทำนายพฤติกรรมการทำงานของระบบได้ดีขึ้น สอดคล้องกันกับผลตอบสนองทางทฤษฎีจากการใช้คณิตศาสตร์อธิบายพฤติกรรมของระบบเช่นกัน แต่เนื่องจากการจำลองการทำงาน และการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของตัวชดเชยระบบ (Compensator) รวมถึงการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อจำลองการทำงาน ใช้เวลาค่อนข้างมาก ผู้เรียนไม่สามารถดำเนินการในชั้นเรียนให้แล้วเสร็จได้ (Uyanik, Ozkan and Parlaktuna, 2015, pp. 812-816) จึงจำเป็นต้องให้ผู้เรียนรวมกลุ่มกันนำไปทดลองหลังจากจบบทเรียนในชั้นเรียนแล้ว โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการให้ข้อมูลที่จำเป็น แต่การค้นคว้าหาความรู้เป็นหน้าที่ของผู้เรียนที่จะต้องดำเนินการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ที่มีหลักการที่สำคัญคือ ผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมในการเรียนก่อนจะเข้าชั้นเรียน จากการศึกษาเนื้อหาจาก เอกสาร หนังสือ หรือวิดีโอ มาก่อน และเมื่อเข้าชั้นเรียนผู้สอนจะมอบหมายงานให้กลุ่มผู้เรียนลงมือปฏิบัติ และทำหน้าที่ชี้แนะประเด็นที่ผู้เรียนสงสัยจากงานที่ได้รับมอบหมาย (วิจารณ์ พานิช, 2556, หน้า 22) ห้องเรียนกลับด้านนอกจากจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบบรรยายแล้ว (Gomez-Tejedor et al., 2020.) ยังช่วยให้ผู้สอนสามารถช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาแก่ผู้เรียนทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน (ผ่านเครือข่ายสังคม) ได้เป็นอย่างดี (Akçayır & Akçayır, 2018, pp. 334-345.) กล่าวได้ว่าการจัดกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการผสมผสานและนำเทคโนโลยีและสื่อการเรียนรู้จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ มาช่วยพัฒนาการเรียนการสอน ผู้สอนจะใกล้ชิดกับผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น ขณะที่บทบาทของผู้สอนเอง จะเปลี่ยนจากผู้สอนหน้าชั้นเรียนมาเป็นผู้สอนด้วยการใช้สื่อการสอนที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา เช่น วิดีโอ ยูทูบ ฯลฯ แล้วใช้เวลาที่อยู่ในชั้นเรียนทำหน้าที่ชี้แนะข้อมูลที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจในเนื้อหาที่สืบค้นมา ก่อนที่จะมอบหมายงานจากการประยุกต์ความรู้ในรูปของชิ้นงานหรือกิจกรรมอื่น ที่ช่วยส่งเสริมต่อยอดความคิดของผู้เรียนให้เพิ่มสูงขึ้น (Ballesteros , 2021, pp. 8-21.) ขณะเดียวกันเมื่อจัดกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน ผู้เรียนบางกลุ่มต้องใช้เวลาในการปรับตัวจากการเรียนแบบเดิมที่ใช้การบรรยายและทำแบบฝึกหัดเป็นหลัก เปลี่ยนมาเป็นการทำความเข้าใจจากวิดีโอหรือยูทูบ เนื้อหาบางส่วนผู้เรียนหากเกิดความสงสัยไม่สามารถสอบถามจากผู้สอนได้ทันที ทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาบ้างในการทำความเข้าใจในเนื้อหา โดยเฉพาะเนื้อหาที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำหลักการของห้องเรียนกลับด้านมาประยุกต์ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับโปรแกรม MATLAB สำหรับใช้จำลองการทำงานของระบบที่เป็นสมการทางคณิตศาสตร์แล้วเปรียบเทียบผลตอบสนองของระบบกับชุดสาธิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทไวแกน (Active Device) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเห็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น จากการเขียนสมการทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม MATLAB จากนั้นยืนยันผลที่เกิดขึ้นจริงด้วยชุดสาธิต ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ทั้งทางด้านกระบวนการคิด และช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เพิ่มขึ้นนำไปใช้งานอุตสาหกรรมได้จริง สามารถสร้างความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ กับผู้เรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย
2. เพื่อศึกษาเจตคติในการเรียนวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการควบคุมระบบอัตโนมัติ ของผู้เรียนหลังจากหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ สูงกว่าผู้เรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. เจตคติที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ ในภาพรวมอยู่ในระดับ ดี (ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไปตามมาตรวัดประเมินค่าของลิเคิร์ท)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลองชนิด Randomized Control-Group Posttest only Design ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 252)

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
กลุ่มทดลอง (ER)	-	X	T ₂
กลุ่มควบคุม (CR)	-	-	T ₂

โดยที่

- T₂ หมายถึง การทดสอบหลังจากใช้จัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิต และการจำลองแบบ
- X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ

1. กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 020133943 การควบคุมระบบอัตโนมัติ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 58 คน ใช้การเลือกเข้ากลุ่มแบบเจาะจง โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ 28 คน และกลุ่มควบคุมที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย 30 คน โดยมีการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียนสำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังนี้

1.1 กลุ่มทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ

1.1.1 การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนตามปกติ ก่อนเริ่มเรียน ผู้สอนจะชี้แนะข้อบกพร่องของผู้เรียนในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นจึงใช้สื่อประกอบการสอนเพาเวอร์พอยต์ที่มีเนื้อหาเป็นมโนทัศน์ (Concept) และใช้โปรแกรม MATLAB แสดงผลการคำนวณและการทำงานของระบบ (ด้านทฤษฎี) ควบคู่กับชุดสาธิตการควบคุมระบบอัตโนมัติ (ด้านปฏิบัติ) หลังจบการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้สอนจะแจกใบความรู้ในเรื่องถัดไปสำหรับกลับไปศึกษาทบทวนด้วยตนเองนอกชั้นเรียน

1.1.2 การจัดกิจกรรมนอกชั้นเรียน หลังจากที่ได้รับใบความรู้ให้ผู้เรียนกลับมาทบทวนด้วยตนเองแล้วผู้สอนยังมอบหมายงาน และลิงก์คลิปวิดีโอที่เป็นมโนทัศน์สั้นๆ (คลิปวิดีโอจะนำเสนอหลักคิดในหัวข้อที่สอดคล้องกับใบความรู้มีความยาวระหว่าง 30 - 60 นาที) สำหรับงานที่ได้รับมอบหมายจะมีความสอดคล้องกับทฤษฎีในใบความรู้และคลิปวิดีโอ ผู้เรียนจะต้องทำงานที่ได้รับมอบหมายพร้อมทั้งจำลองการทำงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทไวงาน (Active Device) เช่น ออปแอมป์ ขณะเดียวกันเมื่อผู้เรียนพบอุปสรรคในการทำความเข้าใจในเนื้อหาจากใบความรู้ หรือปัญหาจากการจำลองการทำงานของระบบ ผู้เรียนสามารถสอบถามผู้สอนได้จากเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Facebook, Line) ได้ทันที และเมื่อทำการจำลองการทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนจะต้องนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้จากใบความรู้และผลการจำลองการทำงานของกลุ่มตนเองผ่านเว็บไซต์ด้วยโปรแกรม Google Sites และนำเสนอสิ่งที่ได้รับมอบหมายผ่าน Google Classroom ซึ่งผู้สอนจะแนะนำข้อบกพร่องให้แก่ผู้เรียนในชั้นเรียนของสัปดาห์ถัดไป

1.2 กลุ่มควบคุมใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ใช้สื่อประกอบการสอนเพาเวอร์พอยต์ที่เป็นเนื้อหาตามหนังสือ/ตำรา และใช้โปรแกรม MATLAB แสดงผลการคำนวณและการทำงานของระบบ

1.2.2 การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจัดการเรียนรู้นอกชั้นเรียน ผู้สอนมอบหมายโจทย์แบบฝึกหัดคำนวณที่สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2. ขอบเขตด้านเนื้อหาและตัวแปรที่จะศึกษา

2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาจำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ประกอบไปด้วย หน่วยที่ 1 การแปลงลาปลาซ (Laplace Transform), หน่วยที่ 2 ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function), หน่วยที่ 3 ระบบลำดับหนึ่ง (First Order System), หน่วยที่ 4 ระบบลำดับสอง (Second Order System) และหน่วยที่ 5 ตัวควบคุมพีไอดี (PID Controller)

2.2 ตัวแปรที่จะศึกษาประกอบไปด้วย

ตัวแปรต้น คือ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบในรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แผนจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนกลุ่มทดลอง รายวิชาการควบคุมระบบอัตโนมัติ จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ มีเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ดังนี้

3.1.1 หน่วยที่ 1 การแปลงลาปลาซ (Laplace Transform)

3.1.2 หน่วยที่ 2 ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function)

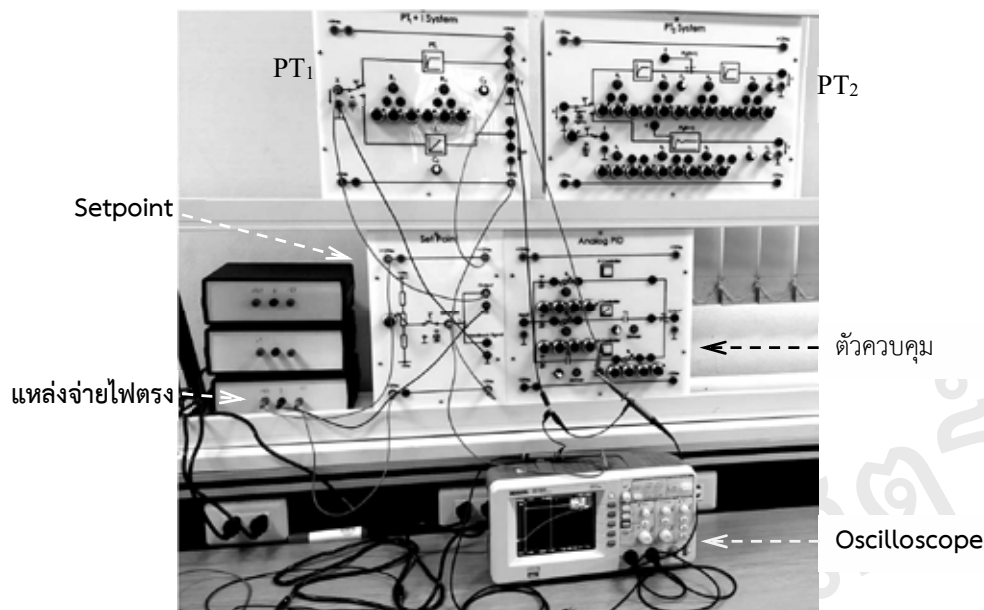
3.1.3 หน่วยที่ 3 ระบบลำดับหนึ่ง (First Order System)

3.1.4 หน่วยที่ 4 ระบบลำดับสอง (Second Order System)

3.1.5 หน่วยที่ 5 ตัวควบคุมพีไอดี (PID Controller)

ใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านควบคู่กับสื่อประกอบการเรียนรู้ เพาเวอร์พอยต์, ชุดสาธิตการควบคุมระบบอัตโนมัติ, คลิปวิดีโอที่สอดคล้องกับใบความรู้, ใบความรู้, อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ออปแอมป์) สำหรับจำลองการทำงานของระบบ และโปรแกรมจำลองการทำงาน MATLAB โดยใช้เวลาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 5 สัปดาห์ รวมจำนวน 15 ชั่วโมง ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนที่เกี่ยวข้องกับ การควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 3 ท่าน โดยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ มีระดับความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.38 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 ตามมาตรวัดประเมินค่าของลิเคิร์ท)

3.2 ชุดสาธิตการควบคุมระบบอัตโนมัติ สร้างขึ้นโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทไวงานซึ่งก็คือ ไอซีออปแอมป์เป็นหลัก โดยแต่ละวงจรสร้างขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระบบอัตโนมัติ ประกอบกันเป็นแผนวงจรสำหรับผู้สอนและผู้เรียนสำหรับดูผลตอบสนองต่อสัญญาณขั้น (Step Response) จาก หน้าจอ ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ได้ทันที โดยแผนวงจรที่สร้างขึ้นนี้ประกอบไปด้วย



ภาพที่ 1 ชุดสาธิตการควบคุมระบบอัตโนมัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1) แผงวงจรระบบลำดับหนึ่ง (PT_1) 2) แผงวงจรระบบลำดับสอง (PT_2) ที่สามารถเลือกใช้ได้ว่าจะให้มีค่าตัวประกอบการหน่วง (Damping Factor) มากกว่า 1 ซึ่งเป็นลักษณะแบบหน่วงเกิน (Overdamped) หรือจะเลือกให้มีค่าตัวประกอบ การหน่วงน้อยกว่า 1 ซึ่งเป็นลักษณะแบบหน่วงขาด (Under Damped) ก็ได้ 3) แผงวงจรสัญญาณปรับตั้ง (Setpoint Signal) ที่สามารถปรับค่าขนาดของสัญญาณปรับตั้งให้มีค่าตั้งแต่ 0 – 10 โวลต์ เป็นบวกหรือลบก็ได้ และ 4) แผงวงจรตัวควบคุมพีไอดี มีสวิตช์สำหรับเลือกใช้ว่าจะใช้ตัวควบคุมประเภทใด เช่น พีเพียงอย่างเดียว หรือ พีไอ หรือ พีไอดี ก็ได้ แผงวงจรของชุดสาธิตทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 1 ชุดสาธิตที่สร้างขึ้นนี้จะใช้ประกอบการสาธิตผลตอบสนองของระบบเปรียบเทียบกับผลการจำลองแบบจากโปรแกรม MATLAB และการคำนวณทางทฤษฎีช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีการคำนวณไปสู่การปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม และเห็นภาพปรากฏการณ์จากการคำนวณทางทฤษฎีสามารถนำไปใช้งานในทางปฏิบัติได้ถูกต้อง

หลังจากดำเนินการสร้างและทดสอบชุดสาธิตการควบคุมระบบอัตโนมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้พบว่า ผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.39 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60 ตามมาตรวัดประเมินค่าของลิเคิร์ท)

3.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการควบคุมระบบอัตโนมัติ เพื่อใช้เปรียบเทียบผลจากการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชนิดอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหา 5 หน่วยการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็นข้อ 1-2 ครอบคลุมเนื้อหาการแปลงลาปลาซ ข้อที่ 3-4 ครอบคลุมเนื้อหา ฟังก์ชันถ่ายโอนและแผนภาพบล็อก ข้อที่ 5-6 ครอบคลุมเนื้อหา ระบบลำดับหนึ่งและฟังก์ชันถ่ายโอนระบบลำดับหนึ่งด้านไฟฟ้าและเครื่องกล ข้อที่ 7-9 ครอบคลุมเนื้อหา ระบบลำดับสอง ฟังก์ชันถ่ายโอนระบบลำดับสองด้านไฟฟ้าและเครื่องกล และผลตอบสนองเชิงเวลา และข้อที่ 10 ครอบคลุมเนื้อหา

ตัวควบคุมแบบพีโอดี เกณฑ์ในการให้คะแนนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยแต่ละระดับจะมีค่าแตกต่างกัน 2 คะแนน ยกเว้นช่วงค่าคะแนนตรงกลางจะมีความห่าง 3 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดการให้คะแนนในแต่ละช่วงดังนี้

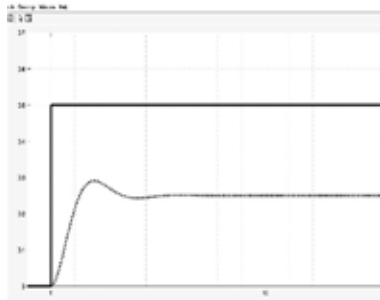
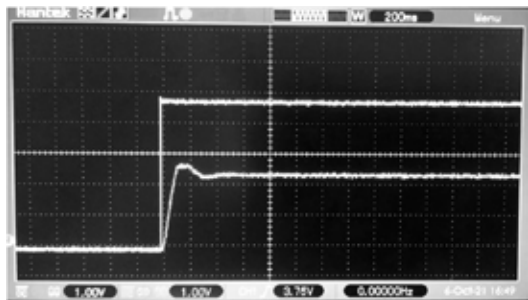
แสดงวิธีขั้นตอนการหาค่าตามคำสั่งโจทย์ คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ ได้	10	คะแนน
แสดงวิธีขั้นตอนการหาค่าตามคำสั่งโจทย์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ได้	8	คะแนน
แสดงวิธีขั้นตอนการหาค่าตามคำสั่งโจทย์ได้บางค่า ได้	5	คะแนน
เขียนสูตรสำหรับการหาค่าพารามิเตอร์ถูกต้อง แต่แทนค่าไม่ถูกต้อง ได้	2	คะแนน
ไม่สามารถเขียนสูตรหรือหาค่าพารามิเตอร์จากคำสั่งโจทย์ ได้	0	คะแนน

คุณภาพของแบบทดสอบดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ (IOC) ผลการประเมินพบว่า IOC ในแต่ละข้ออยู่ในช่วงระหว่าง 0.67 – 1.00 จากนั้นนำไปให้ผู้เรียนที่ผ่านการเรียนในรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติมาแล้ว เพื่อหาค่าอำนาจการจำแนกและความยากง่ายโดยใช้สูตรของ D.R.Sabers ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.73 อยู่ในเกณฑ์อิงกลุ่มที่กำหนด และเมื่อนำข้อมูลไปหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของคอนบราค (Cronbach Coefficient) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.839 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (วารุ เฟิงส์วีสต์, 2551, หน้า 259-260) สามารถนำแบบทดสอบนี้ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียนได้

3.4 แบบวัดเจตคติที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ วิชาการควบคุมระบบอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติโดยใช้มาตรวัดประเมินค่าของลิเคิร์ท 5 ระดับ จำนวน 16 ข้อ มีประเด็นหลักในการพิจารณา 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านสภาพแวดล้อมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านการประเมินผล และ 4) ด้านประโยชน์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเจตคติ และประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผลการประเมินพบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 สามารถนำแบบวัดเจตคติไปใช้เก็บข้อมูลของกลุ่มทดลองได้

4. การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากที่สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 58 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม 30 คน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ ใช้การสอนแบบบรรยายที่มีเพาเวอร์พอยต์เป็นสื่อประกอบการสอน จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้สอนจึงแจกใบความรู้และแบบฝึกหัดให้แก่ผู้เรียนกลับไปทบทวนด้วยตนเอง ขณะที่กลุ่มทดลอง จำนวน 28 คน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ ซึ่งมีขั้นตอนการของกิจกรรม เริ่มจากแบ่งกลุ่มผู้เรียน (กลุ่มทดลอง) ออกเป็น 7 กลุ่มๆ ละ 4 คน จากนั้นจึงทำการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เริ่มต้นจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยผู้สอนจะให้นิยามที่สรุปเป็นโมเดลในแต่ละหน่วย จากเพาเวอร์พอยต์ควบคู่กับการจำลองการทำงานของระบบด้วยโปรแกรมจำลองแบบ (โปรแกรม MATLAB) เพื่อทำการจำลองแบบและสามารถดูผลตอบสนองที่ได้จากโปรแกรม เปรียบเทียบกับผลจากการทดลองจากชุดสาธิตหน้าชั้นเรียนได้ทันที โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 2



ก) ผลตอบสนองของระบบที่วัดได้จากชุดสาธิต

ข) ผลตอบสนองของระบบจากโปรแกรม MATLAB

ภาพที่ 2 ผลตอบสนองต่อสัญญาณขั้นจากชุดสาธิตการควบคุมระบบอัตโนมัติ และโปรแกรม MATLAB

เมื่อผู้สอนสร้างมโนทัศน์ในการเรียนรู้แต่ละหน่วยเสร็จแล้ว ก่อนที่จะให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ นอกห้องเรียน ผู้สอนจะแจกใบความรู้ในหัวข้อถัดไปรวมถึงมอบหมายงานให้แก่ผู้เรียน พร้อมลิงก์คลิปวิดีโอประกอบ เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมนอกห้องเรียนจากการศึกษาใบความรู้และคลิปวิดีโอแล้ว จะต้องจำลองการทำงานจากการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ไอซีออปแอมป์เป็นอุปกรณ์หลัก แล้วนำไปเปรียบเทียบกับจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม MATLAB ผู้เรียนจะมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนกำหนดไว้ได้ ทั้งนี้หากบางกลุ่มมีอุปสรรคเกิดขึ้นในการทำงานก็สามารถขอคำแนะนำจากผู้สอนหรือเพื่อนต่างกลุ่มได้ โดยผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น Line, Facebook เมื่อแต่ละกลุ่มทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองผ่านเว็บไซต์ โดยในงานวิจัยนี้ให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองผ่าน Google Site และนำลิงก์การนำเสนอเว็บไซต์นำเสนอผู้สอนโดยผ่านโปรแกรม Google Classroom สำหรับขั้นตอนนี้ ผู้สอนจะทำการตรวจงานกลุ่มผ่านเว็บไซต์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น และชี้แนะข้อบกพร่องตลอดจนเทคนิคในการจำลองการทำงานของระบบในชั้นเรียน ก่อนที่จะเริ่มเรียน (ใช้เวลาประมาณ 30-45 นาทีในการชี้แนะข้อบกพร่อง) ช่วยให้ผู้เรียนรับทราบ ข้อเด่น-ข้อด้อย ของงานตนเองเพื่อนำไปใช้สำหรับปรับปรุงในการนำเสนอครั้งต่อไป ดังภาพที่ 3



ก) ผู้เรียนใช้เวลานอกชั้นเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมาย

ข) ผู้สอนตรวจและให้คำแนะนำงานที่ได้รับมอบหมาย

ภาพที่ 3 การทำงานที่ได้รับมอบหมายของผู้เรียนและผู้สอนให้คำแนะนำผลงานของผู้เรียน

หลังจากดำเนินกิจกรรมครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 สัปดาห์แล้ว ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบวัดเจตคติและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ ดำเนินการทดสอบทั้งกลุ่มควบคุมและ

กลุ่มทดลองพร้อมๆ กันและนำผลจากการทำแบบวัดเจตคติและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนประกอบไปด้วยข้อมูลสองส่วนคือ ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติ การทดสอบแบบที่ ที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Independent) และข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติจะนำไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และแปลความหมายของระดับคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็น 5 ระดับ ตามมาตรวัดประเมินค่าของลิเคิร์ท

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระดับคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้วทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 66.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.95 และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 56.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.61 นำไปทดสอบด้วยสถิติทดสอบที เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียน

กลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ (กลุ่มทดลอง) กับผู้เรียนที่ผ่านการเรียนรู้แบบบรรยาย (กลุ่มควบคุม)

กลุ่ม	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t-test	Sig.
ทดลอง	28	100	66.21	13.95	2.71*	.009
ควบคุม	30	100	56.03	14.61		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาแบบวัดเจตคติที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ วิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ

ผลจากการประเมินเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบ โดยรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 28 คน ทำการประเมินแบบวัดเจตคติ จำนวน 16 ข้อ คำถามที่มีลักษณะเป็นแบบมาตรวัดประเมินค่า 5 ระดับ หลังจากจบบทเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้แล้วผลการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวม พบว่า ผู้เรียนมีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.31$, $SD = 0.66$) เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านประโยชน์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยของระดับการประเมินสูงสุด ($\bar{X} = 4.42$, $SD = 0.56$) รองลงมา คือ ด้านสภาพแวดล้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.39$, $SD = 0.66$) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.29$, $SD = 0.66$) และด้านการประเมินผล ($\bar{X} = 4.19$, $SD = 0.72$) ตามลำดับ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ
ชุดสาธิตและการจำลองแบบ วิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
ด้านสภาพแวดล้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.39	0.66	เหมาะสมมาก
1. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น	4.54	0.64	เหมาะสมมากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความเห็นกับเพื่อน	4.68	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสนุกสนานและสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น	3.96	0.64	เหมาะสมมาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.29	0.66	เหมาะสมมาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากชั้นเรียนมาแก้ปัญหาได้	4.32	0.61	เหมาะสมมาก
5. การจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.68	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
6. การจำลองจากการใช้ไอช้อปแอมป์ ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะ การแก้ปัญหาทางด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น	4.18	0.67	เหมาะสมมาก
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ ผู้เรียนมีความสามารถ ในการค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น	4.29	0.53	เหมาะสมมาก
8. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ด้วยตัวเอง	4.00	0.77	เหมาะสมมาก
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนยอมรับความคิดเห็นของเพื่อน	4.46	0.69	เหมาะสมมาก
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	4.11	0.63	เหมาะสมมาก
ด้านการประเมินผล	4.19	0.72	เหมาะสมมาก
11. เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถนำมาปฏิบัติได้	4.11	0.79	เหมาะสมมาก
12. การประเมินผลด้วยการให้ข้อมูล ข้อดี-ข้อด้อย แก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนางานให้ดีขึ้นได้	4.57	0.50	เหมาะสมมากที่สุด
13. การประเมินผลมีความหลากหลาย	3.89	0.69	เหมาะสมมาก
ด้านประโยชน์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.42	0.56	เหมาะสมมาก
14. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น	4.46	0.51	เหมาะสมมาก
15. ช่วยให้เกิดทักษะการสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มและต่างกลุ่ม	4.50	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
16. กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะสามารถนำไปใช้ การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	4.29	0.66	เหมาะสมมาก
รวมทั้งหมด	4.31	0.66	เหมาะสมมาก

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ในครั้งนี้สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบในรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ สูงกว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1

2. เจตคติของผู้เรียนของผู้เรียนที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบในรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ ภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลจากการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม การอภิปรายผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มผู้เรียนที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับชุดสาธิตและการจำลองแบบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มผู้เรียนที่ใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยาย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยแบ่งออกเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนหน้าชั้นเรียน โดยผู้สอนจะให้นิยามที่สรุปเป็นโมโนทัศน์ในแต่ละหน่วยจากเพาเวอร์พอยต์ควบคู่กับการจำลองการทำงานของระบบด้วยโปรแกรมจำลองแบบ (โปรแกรม MATLAB) เพื่อทำการจำลองแบบและสามารถดูผลตอบสนองที่ได้จากโปรแกรมเปรียบเทียบกับผลจากการทดลองจากชุดสาธิตหน้าชั้นเรียนได้ทันที และกิจกรรมการเรียนรู้นอกห้องเรียนที่เป็นการมอบหมายงานให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากผู้สอนนำไปปฏิบัติการ ต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ไอซีออปแอมป์เป็นอุปกรณ์ในการจำลองการทำงานเปรียบเทียบกับผลการทดลองจากการจำลองการทำงานจากโปรแกรม MATLAB ทั้งนี้ผู้เรียนจะมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนกำหนดไว้ได้ และในการทำงานของแต่ละกลุ่มย่อมมีอุปสรรคเกิดขึ้นในการทำงาน ผู้เรียนสามารถขอคำแนะนำจากผู้สอน หรือเพื่อนต่างกลุ่มได้โดยผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น Line, Facebook และเมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอของของกลุ่มตนเองผ่านเว็บไซต์ผ่าน Google Site ผ่าน Google Classroom โดยผู้สอนจะทำการตรวจงานแต่ละกลุ่มผ่านเว็บไซต์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นและชี้แนะข้อบกพร่องตลอดจนเทคนิคในการจำลองการทำงานของระบบในภาพรวมในชั้นเรียนสัปดาห์ถัดไป ช่วยให้ผู้เรียนรับทราบข้อเด่น - ข้อด้อยของงานตนเองเพื่อนำไปใช้สำหรับปรับปรุงในการนำเสนอของครั้งต่อไป จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยายที่เป็นการจัดการเรียนรู้แบบปกติทั่วไปเพียงอย่างเดียว ซึ่งผลของการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุกีร์ แวอีเต (2560, หน้า 52) ที่พบว่า ผลจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

แบบห้องเรียนกลับด้านมีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน สูงกว่ากลุ่มปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยูภาพร ตัวโต๊ด (2561, หน้า 74-75) พบว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์เรื่อง การหาปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สูงกว่า ผู้เรียนห้องปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียน มีสมรรถนะในการเรียนรู้, ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงาน วิจัยของ Yen-Ting Lin (2019, pp. 187-196) ที่พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมห้องเรียนกลับด้านในรายวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, แรงจูงใจในการเรียน, เจตคติในการเรียน และความสามารถในการ แก้ปัญหา สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมแบบบรรยาย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shraddha B H. และคณะ (2020, pp. 22-27.) ที่พบว่า ผู้เรียนที่ใช้กิจกรรมห้องเรียนกลับทาง ในรายวิชาวงจรรวมเชิงเส้น ด้วยการให้ผู้เรียน ศึกษาเนื้อหาผ่านวิดีโอและการลงมือปฏิบัติเป็นงานที่ได้รับมอบหมายนอกห้องเรียน แล้วใช้กิจกรรมการแก้ปัญหา เป็นฐานเป็นกิจกรรมในชั้นเรียนพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา สูงขึ้น

2. ผลการประเมินเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับ ชุดสาธิตและการจำลองแบบในรายวิชา การควบคุมระบบอัตโนมัติ ภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.31$, $SD = 0.66$) เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน พบว่า ด้านประโยชน์จากการจัด กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยของระดับการประเมินสูงสุด ($\bar{X} = 4.42$, $SD = 0.56$) รองลงมาคือด้านสภาพแวดล้อมใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.39$, $SD = 0.66$) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.29$, $SD = 0.66$) และด้าน การประเมินผล ($\bar{X} = 4.19$, $SD = 0.72$) ตามลำดับ ประเด็นหัวข้อที่ผู้เรียนมีความเห็นว่าเหมาะสมมากที่สุด ประกอบ ไปด้วย การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความเห็น, กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความเห็นกับเพื่อน, การจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น, การประเมินผลด้วยการให้ข้อมูล ข้อดี-ข้อด้อย แก่ผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนางานให้ดีขึ้นได้ และช่วยให้เกิด ทักษะการสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มและต่างกลุ่ม สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ สุทธิวิชญ์ พงษ์ธนาวิสิฐ (2561, หน้า 67) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในบทเรียนเรื่องพันธะโควาเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จังหวัดนครปฐมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับห้องเรียน กลับด้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติของผู้เรียนที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น ร่วม กับห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับดี และส่งผลให้คะแนนเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับดีเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจพร สุคนธร (2561, หน้า 70) ที่ทำการศึกษาเรื่อง แนวทางในการใช้ห้องเรียนกลับด้านใน การเรียนการสอนวิชาเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ พบว่า ความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมี มีความพึงพอใจเฉลี่ย ในระดับมาก จากการประเมินทั้ง 4 รอบ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฏฐิณี อุเส็น (2559, หน้า 64-73) ที่ศึกษา เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนรู้ด้วยตนเอง และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผู้เรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับดี ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเป็นราย ด้านในทุกๆ ด้าน ก็พบว่า มีค่าอยู่ในระดับดี เช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนจะต้องทำการทดสอบชุดสาธิตการควบคุมระบบอัตโนมัติและการจำลองแบบก่อนที่จะเริ่มสอนในชั้นเรียนก่อนทุกครั้ง เพราะเนื่องจากสภาพแวดล้อมในห้องเรียน อาจทำให้เกิดอุปสรรคในการสาธิตหน้าชั้นเรียน
2. การช่วยแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน ในขณะที่ผู้เรียนเกิดอุปสรรคในการดำเนินการทดลองหรือจำลองแบบจากงานที่ได้รับมอบหมาย จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมานะพยายามต่อสู้กับอุปสรรค แต่ขณะเดียวกันผู้สอนควรจะต้องประเมินงานที่มอบหมายให้แก่ผู้เรียนก่อนว่า ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนอยู่ในระดับใด เพียงพอที่จะทำงานที่มอบหมายได้หรือไม่ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาวางานที่ได้รับมอบหมายให้ทำหลังจบบทเรียนนั้น ทุกกลุ่มไม่สามารถทำได้เลยแม้จะพยายามเท่าใดก็ตาม
3. ผู้สอนจะต้องยอมรับการเข้าถึงเทคโนโลยีของผู้เรียน โดยไม่ปิดกั้นการเข้าถึง เช่น อนุญาตให้ผู้เรียนใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ในขณะที่เรียนในชั้นเรียนได้ อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์พกพาเข้าชั้นเรียนได้ และผู้สอนจะต้องใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ (Line, Facebook ฯลฯ) เพื่อไว้เป็นช่องทางสำหรับเป็นที่ปรึกษาปัญหาจากการทำงานที่ได้รับมอบหมายของผู้เรียนได้ตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับในงานวิจัยครั้งต่อไป ควรนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมโยง (Interface) ระบบแอนะล็อกเข้ากับระบบดิจิทัลได้ เช่นโปรแกรมแลปวิว (LabVIEW Program) เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนไม่ต้องเสียเวลาในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนและการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เกิดจากตัวควบคุมแบบแอนะล็อก (Analog Controller) จะทำให้การทำงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้สอนนั้น ผู้เรียนจะใช้เวลาในการทำงานลดลง และอีกปัจจัยหนึ่งจากการที่นำโปรแกรมแลปวิวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับชุดสาธิตและโปรแกรม MATLAB ผู้เรียนสามารถนำตัวควบคุมขั้นสูงที่มีอยู่ในโปรแกรมแลปวิวมาใช้เปรียบเทียบกับตัวควบคุมแบบพีไอได้ เช่น ตัวควบคุมแบบฟuzzyลอจิก ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการก้าวเข้าสู่ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ณัชรินา อุเส็น. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเรียนรู้ด้วยตนเอง และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เบญจพร สุนทร. (2561). แนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุภาพร ดั่งวงศ์ดี. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสน.

- วิจารณ์ พานิช. (2556). *ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.
- วาร์ เฟ่งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). *สภาวะการศึกษาไทยปี 2559/2560 แนวทางการปฏิรูปการศึกษาไทย เพื่อก้าวสู่ยุค Thailand 4.0*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สุทธิวิชญ์ พงษ์ชนาวินิจ. (2561). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในบทเรียน เรื่อง พันธะโควาเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม โดยใช้ วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุกรี แวอีแต. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง ไฟฟ้าสถิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดกระบี่ (วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Gabriel, M. L. and Fujita, G. (2018). "A Module-Based Educational Platform for Transformer Differential Digital Relay Design and Experimentation". 2018 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC). pp.724-729. [Online]. Retrieved September 6, 2021, from <https://ieeexplore.ieee.org/document/8566334>
- Gökçe Akçayır and Murat Akçayır. (2018). "The flipped classroom: A review of its advantages and challenges". Computers & Education, 2018(126), pp. 334-345.
- José A. Gómez-Tejedor, Ana Vidaurre, Isabel Tort-Ausina, JoséMolina-Mateo, María-Antonia Serrano, José M. Meseguer-Dueñas, Rosa M. Martínez Sala, Susana Quiles and JaimeRiera. (2020). "Data set on the effectiveness of flip teaching on engineering students' performance in the physics lab compared to Traditional Methodology". Data in Brief, 2020(28), Open Access Article 104915.
- Miguel Ángel Ballesteros, Juan Sebastián Sánchez, Nicolás Ratkovich, Juan C. Cruzcd, and Luis H. Reyes. "Modernizing the chemical engineering curriculum via astudent-centeredframework that promotes technical, professional,and technology expertise skills: The case of unit operations". Education for Chemical Engineers, 2021(35), pp. 8-21.
- Shraddha B H, Nalini C Iyer, Sujata Kotabagi, Poornima Mohanachandran, R.V Hangal, Nikita Patil, Sanjay Eligar and Jyoti Patil. (2020). "Enhanced Learning Experience by Comparative Investigation of Pedagogical Approach: Flipped Classroom". Procedia Computer Science, 2020(172), pp. 22-27.
- Uyanik, C., Ozkan, M. and Parlaktuna, O. (2015). "Design of an Experimental Platform for Process Control Systems". 9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO). pp. 812-816. [Online]. Retrieved September 6, 2021, from <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/7383115/proceeding?pageNumber=2>

Yen-Ting Lin. (2019). "Impacts of a flipped classroom with a smart learning diagnosis system on students' learning performance, perception, and problem solving ability in a software engineering course". *Computer in Human Behavior*, 2019(95), pp. 187-196.

วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา