Journal of Digital Education and Learning Engineering ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (เดือน มกราคม – มีนาคม 2569) หน้า 115-123
Journal of Digital Education and Learning Engineering, Volume 2 No. 1 (January – March 2026) Page 115-123

บทความเทคนิค (Technical Article)

Journal of Digital Education and Learning Engineering
ดำเนินการวารสารโดย สมาคมการศึกษาดิจิทัลและวิศวกรรมการเรียนรู้

การประเมินผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนด้วยชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ

Assessing Students’ Performance and Engagement with a Temperature and Water Level Measurement and Control Learning Kit

ยศสรัล กิจบำรุง และศราวุธ จันทระ*
Yossaran Kitbumrung & Srarawut Chantara*

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Faculty of Technical Education, King Mongkut’s University of Technology North Bangkok, Thailand

Received: March 4, 2026 Revised: March 16, 2026 Accepted: March 24, 2026

บทคัดย่อ

การเรียนรู้เกี่ยวกับการวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำเป็นเรื่องที่สำคัญสำหรับนักศึกษาด้านวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ เนื่องจากเป็นพื้นฐานของระบบการควบคุมในภาคอุตสาหกรรม แต่เรื่องดังกล่าวมีความยากในการทำความเข้าใจและการฝึกปฏิบัติ เนื่องจากมีรายละเอียดซับซ้อนทั้งในส่วนของทฤษฎีการควบคุม และต้องเกี่ยวข้องกับการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ จำนวนมาก ทำให้ผู้เรียนมักขาดความเข้าใจและการประยุกต์ใช้ อีกทั้งสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนยังมีราคาแพงและไม่เพียงพอต่อการทำการเรียนการสอน การศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ โดยเน้นการจัดการเรียนรู้โดยการจำลองกระบวนควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการควบคุมเครื่องจักร กลุ่มเป้าหมายครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ จำนวน 31 คน ผลการศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะในระดับดีมากและมีการประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในระดับมาก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนสำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ชุดการเรียนรู้ ระบบควบคุม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

Abstract

Acquiring knowledge of temperature and water-level measurement and control is crucial for Mechatronics Engineering students, as these concepts form the foundation for industrial control systems. However, this subject presents significant challenges in both comprehension and practical application due to the complexity of control theories and the necessity to operate numerous control devices. Consequently, learners often lack adequate understanding and the ability to apply these concepts. Furthermore, existing instructional materials are often prohibitively expensive and insufficient to meet teaching requirements. Therefore, this study aims to design and develop a learning kit for temperature and water level

*Corresponding author
Email address: sarawutchantara@gmail.com

measurement and control. The design emphasizes a simulation-based learning approach that mimics industrial production control processes, utilizing technology to enhance efficiency and precision in machine control. The target group consisted of 31 undergraduate students majoring in Mechatronics Engineering. The results indicated that the learners achieved a very good level of skill proficiency, and their participation was highly successful. In conclusion, this study provides an effective guideline for developing instructional innovations to enhance learning in control systems.

Keywords: Learning kit, Control system, Learning achievement

■ บทนำ

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตมีการควบคุมเครื่องจักรต่าง ๆ มากมายหลายชนิด และเครื่องจักรนั้น ๆต้องทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพื่อที่ให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ ดังนั้น ต้องมีอุปกรณ์ทำหน้าที่วัดและควมคุมเพื่อแสดงผลว่าเครื่องจักรนั้น ๆ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครบถ้วนตามความต้องการหรือไม่ รวมถึงควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของการวัดหลัก ๆ เทคโนโลยีในการควบคุมอุปกรณ์การวัดในโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและได้มีการนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา (Koondhar et al., 2023)

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะที่ผ่านมาอุปกรณ์ควบคุมเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากในงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันด้วยเหตุผลว่าอุปกรณ์ควบคุมเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็น ไม่ว่าจะเป็นการวัดความเร็ว ตำแหน่ง แรงดัน อุณหภูมิ แรงบิด แสง อัตราการไหล (Nise, 2019; Kuo & Golnaraghi, 2017) ดังนั้น ทำให้เกิดความต้องการบุคลากรที่มีคุณภาพ มีความสามารถเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุม เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากที่จะเข้าไปทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม จากสาเหตุนี้ทางสถาบันทางการศึกษาต่าง ๆ จัดให้มีการเรียนการสอนวิชา เทคนิคการวัดและอุปกรณ์ควบคุมเพื่อสร้างบุคลากรที่มีคุณภาพและความสามารถในการทำงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมได้ แต่การวัดและอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้มีจำนวนมาก และบางตัวมีราคาค่อนข้างสูง หากผู้ที่ไม่มีความชำนาญหรือไม่เคยสัมผัสกับอุปกรณ์จริง อาจก่อให้เกิดความสับสนและความผิดพลาดจนก่อให้เกิดอุบัติเหตุหรือปัญหาตามมาได้ ดังนั้นการวางรากฐานในด้านการเรียนการสอนวิชาเทคนิคการวัดและอุปกรณ์ควบคุมจึงเป็นเรื่องสำคัญ ทำให้บางสถาบันการศึกษาขาดแคลนอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน หรือไม่สามารถจำลองให้ผู้เรียนเห็นภาพเสมือนจริงได้ ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพของผู้เรียน (Bishop & Verleger, 2013)

เพื่อแก้ไขปัญหาของการเรียนการสอนเกี่ยวกับเทคนิควิธีการวัดและอุปกรณ์ควบคุม ที่ยังขาดแคลนสื่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจหลักการทำงานและอุปกรณ์ควบคุมเพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถลงมือปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

■ จุดประสงค์การวิจัย

(1) เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่อง การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ
(2) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะของผู้เรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น
(3) เพื่อประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ จำเป็นต้องศึกษาหาข้อมูลหลายด้าน เพื่อสามารถทำชุดการเรียนรู้ เรื่อง การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ ได้นำความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในอย่างสูงสุด เพื่อออกแบบชุดการเรียนรู้ เรื่อง การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ โดยผู้จัดทำมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

การควบคุม (Control) กระบวนการปรับหรือควบคุมสถานะของระบบให้ทำงานอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ต้องการ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผลลัพธ์เป็นไปตามค่าที่กำหนด (Setpoint) ด้วยการใช้ตัวควบคุม (Controller) ที่อาจเป็นแบบอัตโนมัติหรือแบบแมนนวล ระบบควบคุมสามารถพบได้ในชีวิตประจำวันและในภาคอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมระดับน้ำ การควบคุมอุณหภูมิ ความดัน ความเร็วรอบ

ระดับน้ำ (Water Level) กระบวนการตรวจวัดความสูงของน้ำในภาชนะหรือพื้นที่ใด ๆ เพื่อทราบปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขณะนั้น การวัดระดับน้ำเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการควบคุมและบริหารจัดการระบบน้ำในงานด้านต่าง ๆ เช่น ระบบชลประทาน ระบบบำบัดน้ำ ระบบประปา และอุตสาหกรรมต่าง ๆ การวัดระดับน้ำช่วยให้สามารถติดตามสถานะน้ำและคาดการณ์การใช้งานหรือตรวจสอบความผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การวัดระดับน้ำสามารถทำได้โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก การใช้ลูกลอย การวัดแรงดันน้ำ (Fraden, 2016; Kim et al., 2019)

อุณหภูมิ (temperature) ค่าที่ใช้บ่งบอกระดับความร้อนหรือความเย็นของวัตถุ เครื่องจักร หรือกระบวนการผลิตต่าง ๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรม การควบคุมอุณหภูมิอย่างถูกต้องและแม่นยำถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัยของระบบ และประสิทธิภาพในการผลิตในงานอุตสาหกรรม อุณหภูมิถูกควบคุมและตรวจวัดโดยใช้เซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ เช่น เทอร์โมคัปเปิล อาร์ทีดี และเทอร์มิสเตอร์ สามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่น พีแอลซี หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Bentley, 2005; Dally et al., 2016)

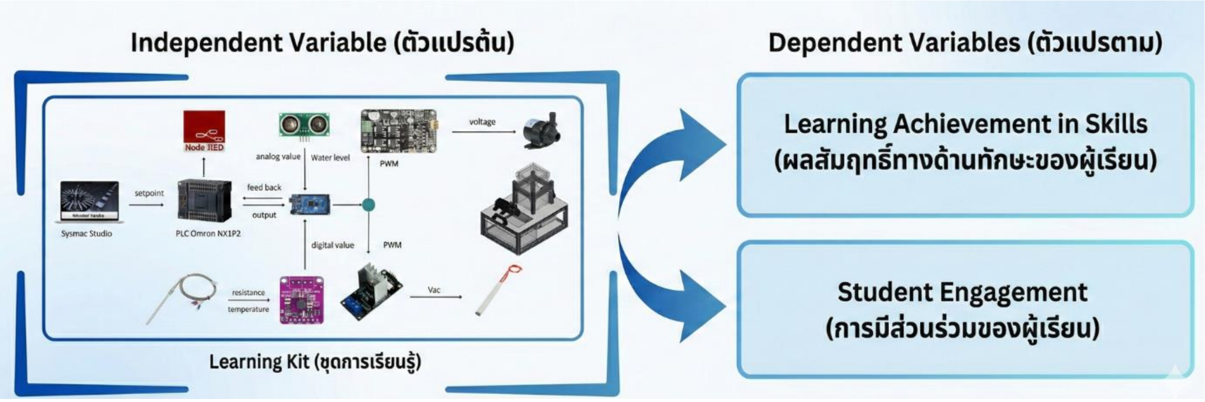
โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลหรือพีแอลซี (Programmable Logic Control: PLC) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรในโรงงานที่ทำงานด้วยคำสั่งโปรแกรม มีทั้งส่วนประมวลผล แหล่งจ่ายไฟ และอินพุตเอาต์พุตในตัวเดียว เหมาะกับระบบอัตโนมัติขนาดเล็กถึงกลาง และสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างยืดหยุ่น (Bolton, 2015; Petruzella, 2010)

การมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Student Engagement) การมีส่วนร่วมของผู้เรียนคือสภาวะที่นักเรียนใช้ความคิดและความรู้สึกไปกับการเรียนอย่างตั้งใจ ซึ่งสะท้อนถึงแรงจูงใจและความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนที่มีส่วนร่วมไม่เพียงแค่รับฟังเนื้อหา แต่ยังพยายามทำความเข้าใจ คิดวิเคราะห์ และเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ของตนแนวคิดนี้ประกอบด้วยปัจจัยด้านแรงจูงใจและกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ซึ่งแตกต่างกันไปตามบุคคลและสถานการณ์ อาจมีช่วงเวลาที่ผู้เรียนสนใจมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับบริบท การรับรู้ความสามารถของตนเอง และความท้าทายของกิจกรรมการเรียนรู้ 1) การมีส่วนร่วมทางพฤติกรรม (Behavioral Engagement) 2) การมีส่วนร่วมทางอารมณ์ (Emotional Engagement) 3) การมีส่วนร่วมทางปัญญา (Cognitive Engagement) (Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004; Kuh, 2009)

■ การออกแบบและพัฒนาระบบการทำงานของชุดการเรียนรู้

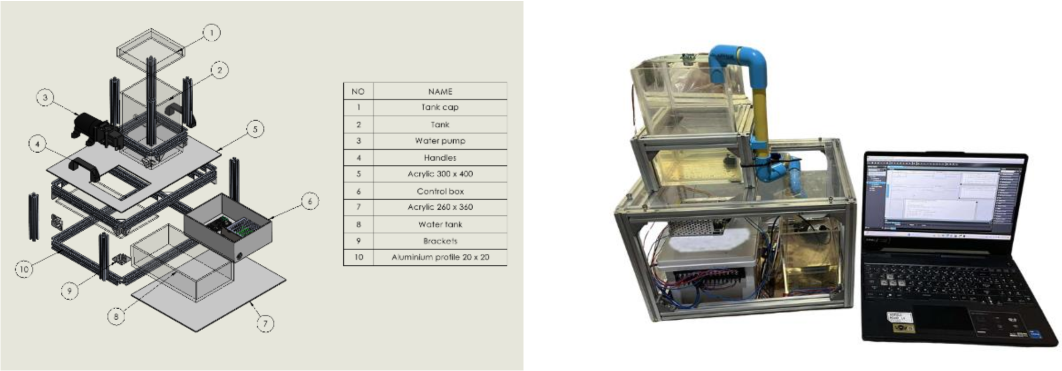
ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัยในภาพรวมของชุดการเรียนรู้ โดยมีตัวแปรต้นเป็นชุดฝึกในการใช้ชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ และมีตัวแปรตามเป็นผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนที่ใช้ชุดฝึกที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบชุดฝึกโดยมีอุปกรณ์พีแอลซี (PLC) ยี่ห้อ Omron รุ่น NX1P2 (ตำแหน่งตรงกลางฝั่งตัวแปรต้นในภาพที่ 1) เป็นศูนย์กลางการประมวลผล การใช้คอมพิวเตอร์ผ่านพีแอลซีในการควบคุมกระบวนการทำงานของระบบควบคุมระดับน้ำและอุณหภูมิ จากนั้น พีแอลซีจะรับค่าของอุณหภูมิและระดับน้ำด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิกและพีที 100

ผ่านบอร์ดอาร์ดูอิโน่ (Arduino) ก่อนจากนั้นส่งเข้าไปที่พีแอลซี เมื่อพีแอลซีได้รับค่าอุณหภูมิและระดับน้ำแล้วจะทำงานการประมวลผลการควบคุมตามค่าพีไอดี (PID) ที่ใส่ไว้ในโปรแกรมจากนั้นจะสั่งงานให้บอร์ดอาร์ดูอิโน่ควบคุมปั๊มน้ำและฮีตเตอร์ต่อไปและส่งค่าของอุณหภูมิและระดับน้ำไปที่ Node-RED



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

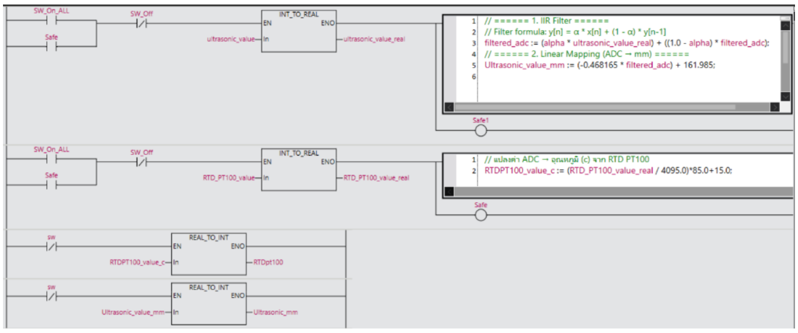
ภาพที่ 2 (ก) แสดงภาพโครงสร้างชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ โดยใช้โปรแกรม Solidworks ในการออกแบบโครงสร้างชุดการเรียนรู้ มีวางแผนการจัดวางอุปกรณ์ และตำแหน่งของเซนเซอร์ต่าง ๆ เพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจน โดยโครงสร้างประกอบด้วยส่วนควบคุมหลัก คือ กล่องควบคุม (Control box หมายเลข 6) ซึ่งภายในจะติดตั้งพีแอลซีและระบบจ่ายไฟ โดยระบบจะมีการเชื่อมต่อกับปั๊มน้ำ (Water pump หมายเลข 3) และเซนเซอร์ที่ติดตั้งบริเวณถังพักน้ำ (Water tank หมายเลข 8) เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้องก่อนนำไปสู่ขั้นตอนการสร้างและการประกอบจริง ดังแสดงในภาพที่ 2 (ข)



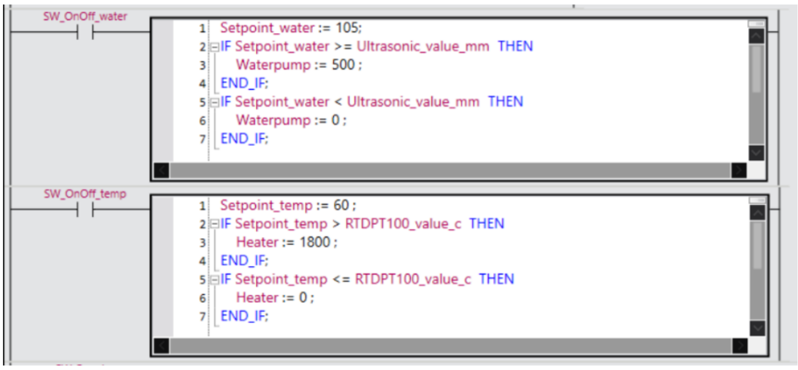
(ก) (ข)

ภาพที่ 2 การออกแบบชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ

ภาพที่ 3 ในการประมวลผลและควบคุมกระบวนการ ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมผ่านซอฟต์แวร์ Sysmac Studio โดยใช้ภาษา Structured Text (ST) ร่วมกับ Ladder Logic ดังตัวอย่างในภาพที่ 3 ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนสำคัญ ได้แก่ (ก) ส่วนการจัดการสัญญาณอินพุต โดยรับค่าจากเซนเซอร์และใช้สมการเชิงเส้น (Linear Mapping) เพื่อแปลงหน่วยเป็นมิลลิเมตรและองศาเซลเซียส พร้อมประยุกต์ใช้ดิจิทัลฟิลเตอร์แบบ IIR (Infinite Impulse Response) เพื่อลดสัญญาณรบกวน (ข) ส่วนอัลกอริทึมการควบคุม ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การควบคุมแบบเปิด-ปิด (ON-OFF Control) ไปจนถึงการคำนวณแบบสัดส่วน (P Control) โดยมีการประมวลผลค่าความผิดพลาด (Error) จากค่าเซตพอยต์ และมีการจำกัดช่วงสัญญาณเอาต์พุต (Output Limitation) เพื่อป้องกันอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ทำงานเกินพิกัด



(ก)



(ข)

ภาพที่ *3* (ก) การแปลงสัญญาณ (ข) การควบคุมแบบ ON-OFF

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะของผู้เรียน โดยได้ผ่านการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ถือว่ามีความเหมาะสมต่อการใช้งานด้านการจัดการเรียนการสอนอย่างดี นอกจากนี้ได้ประยุกต์ให้แบบประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้านประกอบด้วย การมีส่วนร่วมด้านพฤติกรรม ปัญญา และอารมณ์ ประกอบด้วยคำถาม จำนวน 11 ข้อ เป็นแบบ 5 ระดับ (Likert scale)

■ วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ จำนวน 31 คน โดยได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมพีแอลซีเพื่อวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ โดยมีหัวข้อการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การใช้งานพีแอลซี 2) การควบคุมแบบเปิดและปิด 3) การควบคุมแบบพีไอดี 4) การใช้งานอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง โดยใช้เวลาในการเรียนรู้ จำนวน 10 ชั่วโมง ดังภาพที่ 4

(ก)

(ข)

ภาพที่ *4* กิจกรรมการเรียนรู้ในการเขียนโปรแกรมควบคุม

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จุดประสงค์ที่ 1 ผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ

ในการพัฒนาชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้นักศึกษาได้ใช้ในการเรียนรู้ทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ โดยเชื่อมโยงหลักการวัดค่าทางวิศวกรรมเข้ากับการทดลองปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพชัดเจนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ โดยกระบวนการสร้างชุดการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ การใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ) RTD PT100) ในการวัอุณหภูมิในโหล ตั้งแต่ 25 องศา ถึง 60 องศา ในส่วนของระดับน้ำได้มีการใช้เซนเซอร์วัดระยะ) Ultrasonic) ในการวัดระดับน้ำ ตั้งแต่1 0 มิลลิเมตร ถึง 105 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1

ตารางแสดงผลลัพธ์ตัวควบคุมอุณหภูมิ

Setpoint (องศา)	ON-OFF	P Control	PI Control	PID Control
30.00	33.23	29.48	31.26	30.77
31.50	34.41	30.46	32.87	32.43
33.00	35.12	31.12	34.15	33.68
34.50	37.34	32.43	36.14	34.67
36.00	38.59	33.68	36.40	35.63
37.50	38.96	34.96	38.15	37.56
39.00	40.73	36.25	39.38	39.45
40.50	42.13	37.21	40.92	41.09
42.00	44.05	38.80	42.13	42.35
43.50	45.16	39.76	43.73	43.62
45.00	46.66	41.38	45.26	44.91
46.50	47.81	42.95	46.75	46.17
48.00	49.46	44.22	48.11	48.06
49.50	51.62	45.53	49.40	49.06
51.00	52.64	47.11	50.75	50.28
52.50	53.84	48.35	52.32	52.17
54.00	56.26	49.93	53.76	53.77
55.50	57.26	50.88	55.23	55.68
57.00	58.76	52.48	56.62	57.17
58.50	59.44	54.48	58.07	58.31
60.00	61.25	55.31	59.33	59.93
ค่าความผิดพลาด (ร้อยละ)	4.61	7.02	1.35	0.88

ตารางที่ 2

ตารางแสดงผลลัพธ์ตัวควบคุมระดับน้ำ

Setpoint (มิลลิเมตร)	ON-OFF	P Control	PI Control	PID Control
10.00	8.27	4.88	8.13	9.83
15.00	18.11	10.12	13.41	10.71

Setpoint (มิลลิเมตร)	ON-OFF	P Control	PI Control	PID Control
20.00	17.84	13.20	18.36	18.54
25.00	20.04	19.49	22.78	21.88
30.00	27.20	25.03	29.90	27.16
35.00	36.16	28.24	34.68	32.59
40.00	37.60	35.06	39.17	41.34
45.00	45.15	41.24	45.82	40.43
50.00	47.35	41.40	48.61	45.47
55.00	50.65	47.98	53.15	49.50
60.00	57.26	54.04	58.43	53.31
65.00	59.71	58.29	62.17	60.57
70.00	66.14	65.42	68.32	66.61
75.00	71.99	68.24	74.08	71.43
80.00	81.64	72.73	78.06	71.27
85.00	87.77	79.51	85.39	79.28
90.00	93.60	80.59	90.35	83.50
95.00	93.60	86.34	93.14	91.46
100.00	97.95	87.75	99.98	95.11
105.00	98.78	89.52	100.23	100.70
ค่าความผิดพลาด (ร้อยละ)	7.11	16.19	3.88	8.19

จากตารางที่ 1 และ 2 เป็นการเก็บผลการควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำโดยที่มีค่าควบคุมอ้างอิงทั้งหมด 20 ค่า เริ่มจาก 10 มิลลิเมตร ถึง 105 มิลลิเมตร และ 30 องศาเซลเซียส ถึง 60 องศาเซลเซียส ในการทดสอบมีตัวควบคุม ทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ 1) แบบเปิดปิด 2) แบบพี 3) แบบพีไอ และ 4) แบบพีไอดี โดยที่จะเก็บค่าสัญญาณป้อนกลับและเปรียบเทียบกับค่าควบคุมอ้างอิง จากนั้นได้หาค่าความผิดพลาดแสดงออกมาเป็นร้อยละจากสัญญาณป้อนกลับ จะเห็นได้ว่าในการควบคุมอุณหภูมิตัวควบคุมแบบพีไอดีมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 0.88 และในการควบคุมระดับน้ำตัวควบคุมแบบพีไอมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 3.89

จุดประสงค์ที่ 2 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะของผู้เรียน

การศึกษาครั้งนี้ ได้มีการออกแบบการทดสอบแบบแผนการทดลองแบบครั้งเดียว (One-Shot Experimental Design) มีการใช้แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) คะแนนเต็ม 100 คะแนน มีเกณฑ์การประเมินการแปลผลที่ได้จากผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะของผู้เรียน จำนวน 31 คน ที่ใช้ชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ จำนวน 29 คน ได้คะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 80 หมายถึงมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะในระดับดีมาก มีผู้เรียน จำนวน 1 คน ผู้เรียนได้คะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 70 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะในระดับดี และมีผู้เรียน จำนวน 1 คน มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะในระดับปรับปรุง ซึ่งมีคะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 50 ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่มีผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะในระดับพอใช้และระดับควรปรับปรุงอย่างมาก

ตารางที่ 3

ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะของผู้เรียน

เกณฑ์การประเมินผล (ร้อยละ)	แปลผล	จำนวนคน
ผู้เรียนได้คะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 80	ดีมาก	29
ผู้เรียนได้คะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 70	ดี	1

เกณฑ์การประเมินผล (ร้อยละ)	แปลผล	จำนวนคน
ผู้เรียนได้คะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 60	พอใช้	0
ผู้เรียนได้คะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 50	ปรับปรุง	1
ผู้เรียนได้คะแนนรวมน้อยกว่า 50	ควรปรับปรุงอย่างมาก	0

จุดประสงค์ที่ ผลการประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียน 3

จากการเก็บข้อมูล การประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ เพื่อประเมินความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ผ่าน Google Forms เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่า ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยผลการประเมินชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับการปฏิบัติจริงได้ รวมถึงมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม และตั้งคำถามเพื่ออภิปรายร่วมกัน นอกจากนี้ ผู้เรียนหลายคนแสดงความคิดเห็นว่าชุดการเรียนรู้ลักษณะนี้ช่วยให้เข้าใจหลักการ การวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำในรูปแบบเชิงระบบได้ชัดเจนขึ้น และเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ท้าทาย และช่วยเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4

ผลการประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

คำถามในการประเมิน	สรุปผล		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานของกิจกรรมกลุ่ม	4.57	0.61	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ผู้เรียนพยายามมีส่วนร่วมในการกำหนดงานและโต้แย้งในการทำภารกิจ	4.57	0.66	เห็นด้วยมากที่สุด
3. ผู้เรียนคิดว่าสภาพแวดล้อมไม่เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้	4.36	0.89	เห็นด้วยมาก
4. ผู้เรียนคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนากระบวนการคิดและการทำงานของตัวเองได้	4.57	0.56	เห็นด้วยมากที่สุด
5. เมื่อผู้เรียนไม่แน่ใจบางสิ่ง มักจะปรึกษาพี่เลี้ยงประจำกลุ่ม	4.60	0.60	เห็นด้วยมากที่สุด
6. เมื่อผู้เรียนมีปัญหาเกิดขึ้น จะพยายามหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง	4.33	0.81	เห็นด้วยมาก
7. ผู้เรียนมักจะมีการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมเสมอ	4.33	0.81	เห็นด้วยมาก
8. ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในชีวิตประจำวันได้	4.42	0.79	เห็นด้วยมาก
9. ผู้เรียนรู้สึกว่ากิจกรรมการเรียนรู้เป็นความท้าทายของตัวเอง	4.45	0.75	เห็นด้วยมาก
10. ผู้เรียนชอบกิจกรรมการเรียนรู้	4.63	0.54	เห็นด้วยมากที่สุด
11. ผู้เรียนคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้ไม่เพียงแต่ทำให้มีความรู้แต่ยังทำให้สนุกอีกด้วย	4.57	0.50	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.49	0.68	เห็นด้วยมาก

■ บทสรุปจากการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่องการวัดและควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ พร้อมการจัดกิจกรรมทดลองที่เป็นพื้นฐานสำคัญของงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน โดยเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์วัด

และควบคุมก่อนลงมือปฏิบัติจริง ช่วยลดความผิดพลาด ความสับสน และลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุ รวมถึงแก้ปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์จริงในชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพการทำงานเสมือนจริงและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะของผู้เรียน จำนวน 31 คน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับดีมาก ขณะที่การประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียนอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 (S.D. เท่ากับ 0.68) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนสำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การดำเนินงานชุดการเรียนรู้การวัดและควบคุมระดับน้ำพบข้อจำกัดสำคัญ ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนในการตรวจจับระดับน้ำที่เกิดจากกระบวนการรับและส่งข้อมูลระหว่างโปรแกรม ทำให้ค่าที่ได้มีความผิดพลาดหรือเกิดการสวิงของข้อมูล ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับพีแอลซีโดยตรงหรือใช้วิธีกรองสัญญาณความถี่ต่ำเพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูล นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีใบเนื้อหา ใบงาน และการปฏิบัติจริง เมื่อมีจำนวนนักศึกษามากทำให้ใช้เวลามากขึ้น จึงจำเป็นต้องจัดระบบการสอนและขั้นตอนการทดลองอย่างเป็นลำดับเพื่อป้องกันความสับสน สุดท้าย โปรแกรมที่ใช้ร่วมกับตัวควบคุมมีขั้นตอนการติดตั้งที่ใช้เวลานาน ส่งผลให้การเก็บข้อมูลล่าช้า จึงควรจัดเวลาเตรียมโปรแกรมให้เรียบร้อยก่อนเริ่มการทดลอง เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ควรกำหนดเวลาให้นักศึกษาติดตั้งโปรแกรมที่จำเป็นล่วงหน้าก่อนเริ่มเรียนจริง เพื่อลดเวลาในชั้นเรียนและทำให้การสอนดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ควรเตรียมความพร้อมของสถานที่เรียนให้ครบถ้วน ทั้งด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และการทดลองให้เป็นไปอย่างราบรื่น ปลอดภัย และเกิดประสิทธิผลสูงสุดต่อผู้เรียน

References

Bentley, J. P. (2005). *Principles of measurement systems* (4th ed.). Pearson Education.

Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. In *ASEE National Conference Proceedings* (pp. 1–18).

Bolton, W. (2015). *Programmable logic controllers* (6th ed.). Newnes/Elsevier.

Dally, J. W., Riley, W. F., & McConnell, K. G. (2016). *Instrumentation for engineering measurements* (6th ed.). Wiley.

Fraden, J. (2016). *Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications* (5th ed.). Springer.

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research, 74*(1), 59–109.

Gomez, S., & Alvarado, M. (2020). Using virtual laboratories in engineering education: A review. *International Journal of Engineering Education, 36*(4), 1219–1231.

Kim, J., Kim, H., & Kim, H. (2019). A review of water level measurement technologies for smart water management systems. *Water, 11*(5), 1072. https://doi.org/10.3390/w11051072

Koondhar, M. A., Kaloi, G. S., Junejo, A. K., & Soomro, A. H. (2023). The role of PLC in automation, industry and education purpose: A review. *Pakistan Journal of Engineering Technology & Science, 11*(2), 22–31. https://doi.org/10.22555/pjets.v11i1.975

Kuh, G. D. (2009). What student engagement data tell us about college readiness. *Peer Review, 11*(2), 4–8.

Kuo, B. C., & Golnaraghi, F. (2017). *Automatic control systems* (10th ed.). McGraw-Hill.

Nise, N. S. (2019). *Control systems engineering* (8th ed.). Wiley.

Petruzella, F. D. (2010). *Programmable logic controllers* (4th ed.). McGraw-Hill.