

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัวสำหรับการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

Development of Self-Directed Learning Materials on Electronic Circuits and Embedded Systems for Industrial Technology Education

กนกวรรณ เรืองศิริ* ปรีชา กอเจริญ และเพชร นันทิวิชิตชัย

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา kanokwan.rua@cdti.ac.th*

บทคัดย่อ

การเรียนรู้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัวมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะของผู้เรียนในสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นองค์ประกอบหลักของระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยีสมัยใหม่ อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนมีความแตกต่างด้านพื้นฐานและความเร็วในการเรียนรู้ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการไม่สามารถตอบสนองได้อย่างทั่วถึง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สามารถใช้งานได้จริงนอกห้องปฏิบัติการ โดยเน้นการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติและเอกสารประกอบการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ ครอบคลุมเนื้อหา 5 หัวข้อหลัก ได้แก่ เทคโนโลยีเซนเซอร์แบบเตอร์ ระบบอัตโนมัติ การควบคุมแบบป้อนกลับ และการประมวลผลภาพดิจิทัล กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนและผู้เรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมอบรม โดยใช้แบบสอบถามประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัยและความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.46) โดยเฉพาะด้านเนื้อหาที่สามารถส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการเรียนรู้เชิงลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.36) เห็นว่าเนื้อหาทันสมัยและเกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง สื่อที่พัฒนาขึ้นจึงสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในยุคเทคโนโลยีได้อย่างมีคุณค่าและยั่งยืน

คำสำคัญ: การเรียนรู้ด้วยตนเอง, วงจรอิเล็กทรอนิกส์, อุปกรณ์สมองกลฝังตัว, ชุดฝึกปฏิบัติ

Abstract

Learning in courses related to electronic circuits and embedded systems is essential for developing practical skills among students in industrial technology programs, as these components are fundamental to modern automation and industrial technologies. However, learners exhibit diverse backgrounds and learning paces, which often limit the effectiveness of traditional laboratory-based instruction. This research aims to develop self-directed learning (SDL) materials that can be utilized outside the laboratory environment. The study focuses on designing practical training kits and digital learning resources covering five key topics: sensor technology, battery and energy storage systems, electric vehicle charging systems, feedback control systems, and digital image processing in manufacturing. The research involved five experts and a group of learners participating in training activities. Data were

collected using structured questionnaires to evaluate the quality of the developed tools and learner satisfaction. The findings revealed that the developed materials were highly appropriate (overall mean score = 4.46), particularly in content design, which effectively promoted analytical thinking and deep learning. Learners expressed high satisfaction (overall mean score = 4.46), noting that the activities were engaging, up-to-date, and relevant to real-world scenarios. The developed SDL tools are therefore suitable for enhancing learners' competencies in the technological era and can be applied to support sustainable and effective education.

Keywords: Self-Directed Learning, Electronic Circuits, Embedded Systems, Training Kits

1. บทนำ

การศึกษาด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนทั้งทางด้านความรู้และทักษะทางด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสมัยใหม่ จากการสำรวจปัญหาการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัวพบว่า นักศึกษาจำนวนมากยังมีความเข้าใจเนื้อหาไม่ถ่องแท้เกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว เช่น การวิเคราะห์สัญญาณการออกแบบวงจร และประยุกต์ใช้อุปกรณ์ให้สอดคล้องกับงานจริง นอกจากนี้ ในรายวิชาดังกล่าวจำเป็นต้องมีการบรรยายทางด้านทฤษฎีเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหา ก่อนลงมือปฏิบัติภารกิจทำให้ระยะเวลาในการลงมือปฏิบัติมีจำกัด ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถฝึกฝนซ้ำหรือทดลองเพิ่มเติมได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบสมองกลฝังตัว อีกทั้งยังพบว่า ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน ทำให้บางกลุ่มต้องการเวลาเพิ่มเติมในการฝึกฝนทักษะเฉพาะทาง เช่น การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ การเชื่อมต่อเซนเซอร์ และการประมวลผลข้อมูลจากอุปกรณ์ฝังตัว ซึ่งไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาพร้อมลงมือปฏิบัติได้ภายในเวลาที่กำหนดในหลักสูตร จากปัญหาดังกล่าว แนวทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning: SDL) จึงได้รับความสนใจในฐานะเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถกำกับตนเองในการเรียนรู้ผ่านสื่อและกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งมีงานวิจัยหลายฉบับที่สนับสนุนแนวทางนี้ เช่น สุรแป๊ะ [1] ได้พัฒนาสื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมทักษะการสอนด้านไฟฟ้า พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสนสามและคณะ [2] ได้ใช้ Google Sites ร่วมกับ Active Learning เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองในรายวิชาวัสดุอุตสาหกรรม พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในงานวิจัยต่างประเทศที่มีการสนับสนุนแนวทางนี้เช่นกัน เช่น Huang et al. [3] ได้พัฒนาเครื่องมือเรียนรู้ด้วยตนเองสำหรับวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ Al-Zoubi et al. [4] ได้ใช้ชุดฝึก FPGA เพื่อการเรียนรู้ระบบสมองกลฝังตัว และ Lee et al. [5] ได้ออกแบบโมดูลการเรียนรู้แบบเปิดผ่าน Jupyter Notebooks เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองในวิศวกรรม ซึ่งล้วนแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และพัฒนาทักษะเชิงลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อพัฒนาศือการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัวสำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

1.1.2 เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา

1.2 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning: SDL) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน ดำเนินการและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาครูหรือผู้สอนอย่างเต็มรูปแบบ SDL เป็นแนวคิดที่เหมาะสมกับการศึกษายุคใหม่ โดยเฉพาะในสาขาวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อปรับตัวต่อเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงานและเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว [6] การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SDL มักใช้รูปแบบที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning), การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning), และการใช้เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ เช่น แพลตฟอร์มออนไลน์ ชุดฝึกปฏิบัติ และสื่อดิจิทัลที่สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา Huang et al. [3] ได้ศึกษาการเรียนรู้ด้วยตนเองในรายวิชาระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้กิจกรรมโครงการเป็นฐาน พบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญ Yang et al. [7] ได้เสนอการจัดการเรียนรู้ระบบฝังตัวแบบเน้นการประยุกต์ใช้งานจริง โดยใช้แพลตฟอร์มและฮาร์ดแวร์ที่หลากหลายเพื่อให้ครอบคลุมการใช้งานในอุตสาหกรรม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ Garcia et al. [8] ได้ประยุกต์ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โดยออกแบบกิจกรรมเสริมที่ผู้เรียนสามารถฝึกฝนได้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียน พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ดีขึ้น ส่วน Sharma [9] ได้เสนอเครื่องมือการเรียนรู้ เชิงรุกในรายวิชาระบบฝังตัว ซึ่งช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การจำลองสถานการณ์ และการแก้ปัญหา จากการศึกษาวรรณกรรมข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แนวทางการเรียนรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้เชิงลึก โดยเฉพาะในรายวิชาที่ต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกฝนทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกห้องปฏิบัติการ

2. วิธีการวิจัย

ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัวสำหรับผู้เรียนที่ประสงค์จะฝึกฝน

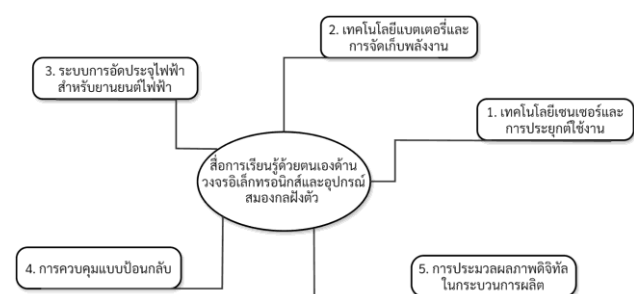
ทักษะให้มากยิ่งขึ้นโดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานดังแสดงในหัวข้อต่อไป

2.1 การสำรวจปัญหาเกี่ยวกับด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัวสำหรับการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ในการจัดการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว พบว่า การเรียนการสอนทางด้านการปฏิบัติการมักมีข้อจำกัดด้านเวลาและการเข้าถึงอุปกรณ์ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถฝึกฝนซ้ำหรือทดลองเพิ่มเติมได้ตามความต้องการ เพื่อให้เข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการ สัมภาษณ์ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง จำนวน 30 คน เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์การใช้สื่อปฏิบัติการ ความยากง่ายในการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ ผลจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ต้องการสื่อที่สามารถนำไปใช้ฝึกฝนได้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียน และมีความยึดหยุ่นในการเข้าถึงอุปกรณ์และเนื้อหา จากข้อมูลที่ได้ คณะผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้านปฏิบัติการที่สามารถใช้งานได้จริงนอกห้องเรียน เพื่อเพิ่มโอกาสในการฝึกฝนทักษะให้กับผู้เรียน และสนับสนุนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความแตกต่างของแต่ละบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การวิเคราะห์เนื้อหาหัวข้อการเรียนรู้

สำหรับในงานพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองนี้ คณะผู้ดำเนินโครงการได้กำหนดเลือกหัวข้อการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว จำนวน 5 หัวข้อ ดังนี้ 1) เทคโนโลยีเซนเซอร์และการประยุกต์ใช้งาน 2) เทคโนโลยีแบตเตอรี่และการจัดเก็บพลังงาน 3) ระบบการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 4) การควบคุมแบบป้อนกลับ และ 5) การประมวลผลภาพดิจิทัลในกระบวนการผลิต แสดงดังรูปที่ 1 ผังปะการังของสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง



รูปที่ 1 ผังปะการังของสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.3 การพัฒนาเครื่องมือวิจัย

การสร้างเครื่องมือวิจัยสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัวนี้จะเป็นการออกแบบชุดสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองจำนวน 5 หัวข้อ ที่ประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้เอกสารประกอบการเรียน ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว เริ่มต้นจากการออกแบบและสร้างในส่วนของโครงสร้างของสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว ให้มีลักษณะกะทัดรัด พกพาได้

สะดวกที่สามารถส่งให้ผู้เรียนนำกลับไปทำที่บ้านหรือภายนอกห้องปฏิบัติการได้ จึงออกแบบให้เป็นลักษณะกล่องที่สามารถเก็บอุปกรณ์การทดลองไว้ภายใน เมื่อต้องการทำการทดลอง สามารถนำอุปกรณ์ภายในกล่องมาติดตั้งและทดลองทางไฟฟ้าบนแผงกล่องได้ กล่องและฝาทำจากวัสดุพลาสติกที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์สามมิติ บริเวณฝากล่องด้านนอกปิดทับด้วยแผ่นครีลิทที่ใช้การกัดลวดลายด้วยเครื่องกัดเลเซอร์ สามารถทำการประกอบและเก็บได้ง่าย ลักษณะโครงสร้าง และทำการประกอบชุดฝึกปฏิบัติ ชุดฝึกปฏิบัติด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัวแสดงดังรูปที่ 2



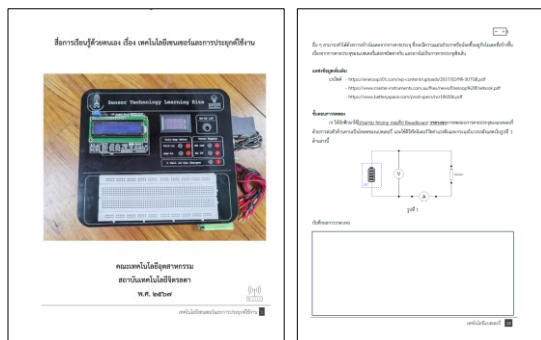
(ก) ด้านหน้า



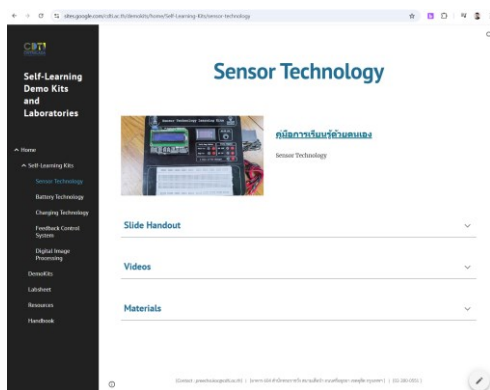
(ข) ด้านใน

รูปที่ 2 การออกแบบและสร้างในส่วนของโครงสร้างของสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.3.2 เอกสารประกอบการเรียน ได้พัฒนา ใบเนื้อหา สื่องานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ที่ใช้สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์จะสามารถกดลิ้งค์ผ่านชื่อเรื่องเพื่อเข้าดูวิดีโอได้ หรือสามารถเข้าดูได้ผ่านเว็บไซต์ผ่านระบบออนไลน์ ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3



(ก) ใบเนื้อหา



(ข) สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเซนเซอร์และการประยุกต์ใช้งานเผยแพร่ในเว็บไซต์

รูปที่ 3 ตัวอย่างสื่อประกอบการเรียนทางระบบออนไลน์

3. ผลการวิจัย

3.1 การประเมินคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

การประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัยจะใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการอบรมและทำงานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีและทางด้านการศึกษามากกว่า 5-10 ปี จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบสอบถามที่มีการประเมินค่าแบบ 5 ระดับ ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัยที่ได้พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
คู่มือการใช้สื่อที่พัฒนาขึ้น			
1. วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
2. เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
3. วิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความเหมาะสม	4.20	0.45	มาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
5. การประเมินผลมีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.23	มากที่สุด
ด้านใบเนื้อหา			
6. เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.40	0.55	มาก
7. เนื้อหามีความถูกต้อง	4.40	0.55	มาก
8. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
9. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
10. ภาษาและภาพที่ใช้เหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.56	0.17	มากที่สุด
ด้านสื่องานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์			
11. การนำเสนอครอบคลุมกับเนื้อหาการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.40	0.55	มาก
12. ขนาดของตัวอักษรและภาพเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
13. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
14. ปริมาณและรายละเอียดมีความเหมาะสม	4.20	0.45	มาก
15. สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้ด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.40	0.24	มาก
ด้านสื่อวิดีโอ			
16. สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.84	มาก
17. สื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้น	4.40	0.89	มาก
18. สื่อมีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.40	0.89	มาก
19. ตัวอักษร สีสัน การออกแบบเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
20. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองได้เหมาะสม	4.60	0.58	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.32	0.18	มาก
ด้านชุดฝึกปฏิบัติ			
21. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.40	0.55	มาก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
22. โครงสร้างและการออกแบบเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
23. มีความแม่นยำและเที่ยงตรง	4.80	0.45	มากที่สุด
24. ใช้งานง่าย เก็บรักษา และพกพาสะดวก	4.80	0.45	มากที่สุด
25. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้น	4.20	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.23	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.46	0.07	มาก

สรุปผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้น พบว่า การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว ในภาพรวมทั้งหมดมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07) ที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นว่าเครื่องมือวิจัยในด้านใบเนื้อหาประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ที่มีเนื้อหาที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ มีการพิสูจน์ความจริง และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นสามารถนำเครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีคุณภาพ

3.2 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่ผ่านการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา ที่ผ่านการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง จำนวน 20 คน มีหัวข้อในการประเมินประกอบด้วย ใบเนื้อหา สื่อนำเสนอ สื่อวิดีโอ และชุดฝึกปฏิบัติ โดยมุ่งหวังให้ได้ข้อมูลสะท้อนถึงวิธีการจัดการเรียนการสอนในมิติต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนเพิ่มมากขึ้นและทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

ตารางที่ 2 ผลการประเมินพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
ด้านใบเนื้อหา			
1. เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.80	0.41	มากที่สุด
2. เนื้อหามีความถูกต้อง	4.00	0.32	มาก
3. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.30	0.47	มาก
4. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.50	มาก
5. ภาษาและภาพที่ใช้เหมาะสม	4.30	0.57	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.36	0.26	มาก
ด้านสื่อนำเสนอภาพเคลื่อนไหว			
6. การนำเสนอครอบคลุมกับเนื้อหาการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.15	0.49	มาก
7. ขนาดของตัวอักษรและภาพเหมาะสม	4.00	0.46	มาก
8. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.35	0.67	มาก
9. ปริมาณและรายละเอียดมีความเหมาะสม	3.90	0.64	มาก
10. สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้ด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.25	0.44	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.13	0.34	มาก
ด้านสื่อวิดีโอ			

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
11. สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.45	0.51	มาก
12. สื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้น	4.10	0.55	มาก
13. สื่อมีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.30	0.66	มาก
14. ตัวอักษร สี สัน การออกแบบเหมาะสม	4.05	0.51	มาก
15. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองได้เหมาะสม	4.10	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.20	0.22	มาก
ด้านชุดฝึกปฏิบัติ			
16. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.75	0.44	มากที่สุด
17. โครงสร้างและการออกแบบเหมาะสม	4.80	0.41	มากที่สุด
18. มีความแม่นยำและเที่ยงตรง	4.65	0.49	มากที่สุด
19. ใช้งานง่าย เก็บรักษา และพกพาสะดวก	4.80	0.41	มากที่สุด
20. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้น	4.65	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.73	0.25	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.36	0.15	มาก

ผลการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาจำนวน 20 คนที่ได้ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 4 ประเภท ได้แก่ ใบเนื้อหา สื่อนำเสนอ สื่อวิดีโอ และชุดฝึกปฏิบัติ พบว่าโดยรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.36) โดยเฉพาะในด้าน ชุดฝึกปฏิบัติ ที่ได้รับการประเมินในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.73) ในภาพรวม จะเห็นได้ว่า จากการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อปัญหาในการจัดการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทที่ผู้เรียนมีความแตกต่างกันและต้องการความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ สื่อดังกล่าวช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้แบบกำกับตนเองในทุกมิติ ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย การวางแผน การลงมือปฏิบัติ ไปจนถึงการประเมินผล ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิตในยุคปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. อภิปรายและสรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลฝังตัว สำหรับใช้ในรายวิชาทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เพื่อแก้ปัญหาความแตกต่างด้านพื้นฐานของผู้เรียน ข้อจำกัดระยะเวลา สื่อที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยชุดฝึกปฏิบัติและเอกสารประกอบการเรียนรู้ในระบบออนไลน์ ครอบคลุมเนื้อหาสำคัญ 5 หัวข้อ ได้แก่ 1) เทคโนโลยีเซนเซอร์และการประยุกต์ใช้งาน 2) เทคโนโลยีแบตเตอรี่และการจัดเก็บพลังงาน 3) ระบบการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 4) การควบคุมแบบป้อนกลับ และ 5) การประมวลผลภาพดิจิทัลในกระบวนการผลิต ที่ได้มีการออกแบบให้ใช้งานได้จริงทั้งในและนอกห้องเรียน

ผลการวิจัยพบว่าสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.46) โดยผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความครอบคลุมต่อวัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีความถูกต้อง และสามารถส่งเสริมการคิด

วิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Directed Learning Theory) ที่ระบุว่าผู้เรียนซึ่งสามารถกำหนดเป้าหมาย วางแผน และประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเองจะมีแรงจูงใจและความรับผิดชอบต่อการเรียนมากขึ้น [10] นอกจากนี้ ผลลัพธ์ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Huang et al. [3] และ Al-Zoubi [4] ที่ยืนยันว่าการใช้สื่อและชุดฝึกซึ่งสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาช่วยเพิ่มความต่อเนื่องของการฝึกฝน และช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของผู้เรียน พบว่ามีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.36) โดยเฉพาะชุดฝึกปฏิบัติที่ได้รับการประเมินสูงสุด เนื่องจากใช้งานง่าย พกพาสะดวก และสามารถฝึกปฏิบัติได้จริงนอกห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเวลาและสถานที่ในการฝึกฝนได้ตามความพร้อมของตนเอง ซึ่งช่วยลดข้อจำกัดด้านเวลาและสนับสนุนการเรียนรู้ตามจังหวะของแต่ละบุคคล โดยสรุป งานวิจัยนี้สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีคุณภาพสูงและได้รับความพึงพอใจจากผู้เรียนในระดับมาก สื่อดังกล่าวมีศักยภาพสูงในการนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาด้านอิเล็กทรอนิกส์ สมอกลงฝั่งตัว และระบบอัตโนมัติ รวมถึงการอบรมบุคลากรในภาคอุตสาหกรรม เพื่อพัฒนาทักษะให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในยุคดิจิทัลอย่างยั่งยืน

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Surapae, "Development of Digital Media to Enhance Teaching Skills in Electrical Engineering," *Journal of Industrial Technology*, vol. 12, no. 2, pp. 45–52, 2023.
- [2] S. Sonsam et al., "Using Google Sites with Active Learning to Promote Self-Directed Learning in Industrial Materials Course," *Journal of Research and Development, Rajabhat University*, vol. 18, no. 1, pp. 33–40, 2024.
- [3] C. Huang, M. A. Al-Zoubi, and J. Satansup, "Self-Directed Learning Optimisation Toolkits for Electronics and Electrical Engineering," in *Proc. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 1–6, 2023. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10092122>
- [4] A. Al-Zoubi, "A Virtual Simulation Package for Embedded System Training and Education," *IEEE Trans. Educ.*, vol. 52, no. 4, pp. 456–462, 2009. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5490609>
- [5] J. Lee, S. Sharma, and V. Tyagi, "Inspiring Undergraduate Students in Engineering Learning Through Flipped Classroom," in *Proc. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1–4, 2015. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7344300>
- [6] Chitralada Technology Institute, "Report on Learning Challenges in Electronic Circuit Education," Bangkok, Thailand, 2024.
- [7] K.-C. Yang, Y.-T. Chang, C.-M. Wu, C.-M. Huang, and C.-L. Wey, "Universal Learning System for Embedded System Education and Promotion," *Proceedings of the International Conference on Engineering Education*, pp. 1–6, 2006.
- [8] M. B. García, C.-L. Goi, K. Shively, D. Maher, J. Rosak-Szyrocka, A. Happonen, A. Bozkurt, and R. Damaševičius, "Understanding Student Engagement in AI-Powered Online Learning Platforms: A Narrative Review of Key Theories and Models," *Cases on Enhancing P-16 Student Engagement With Digital Technologies*, ch. 1, pp. 1–25, Dec. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5633-3.ch001>
- [9] S. Sharma, "Effective Active Learning Tools for an Embedded Systems Course," *Proceedings of the 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1–6, 2017. [Online]. Available: <https://www.computer.org/csdl/proceedings-article/fie/2017/08190491/12OmNx9WSWO>
- [10] M. S. Knowles, *Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*, New York: Association Press, 1975.