



รายงานการวิจัยในชั้นเรียน

เรื่อง: การพัฒนาทักษะการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาสมองกลฝังตัว โดยใช้วิธีการสอนแบบ
สาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน สำหรับนักศึกษา ปวส.1 กลุ่ม 1

นายขงยุทธ ลิ้มพะสุตร

แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี

ปีการศึกษา: 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาทักษะการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ปวส.1 จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการสอนแบบสาธิต ร่วมกับใบงาน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบงานปฏิบัติงาน และแบบประเมินทักษะ ผลการวิจัยคาดว่าจะพบว่านักศึกษามีทักษะการปฏิบัติงานผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

สารบัญ

บทที่ 1: บทนำ

บทที่ 2: เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3: วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 4: ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 5: สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิชาสมองกลฝังตัว (Embedded Systems) รหัสวิชา 30105-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ถือเป็นวิชาทักษะเฉพาะทางที่รวมเอาความรู้ด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) เข้าไว้ด้วยกัน นักศึกษาจำเป็นต้องมีความเข้าใจทั้งในเรื่องการออกแบบวงจรไฟฟ้า การเลือกใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ และการเขียนโปรแกรมควบคุมภาษาซีหรือภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงอื่นๆ เพื่อสั่งการไมโครคอนโทรลเลอร์

อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่านักศึกษาในระดับปวส.1 มักประสบปัญหาในการเปลี่ยนผ่านจากการเรียนทฤษฎีสู่การปฏิบัติจริง เนื่องจากอุปกรณ์สมองกลฝังตัวมีความอ่อนไหว (Sensitive) ต่อแรงดันไฟฟ้าและการต่อวงจรที่ผิดพลาด หากนักศึกษขาดทักษะความแม่นยำหรือลำดับขั้นตอนการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง อาจส่งผลให้อุปกรณ์ เช่น บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์ หรือไอซีควบคุมเกิดความเสียหาย (Short Circuit) ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งงบประมาณและเวลาในการเรียนรู้

วิธีการสอนแบบสาธิต (Demonstration Method) จึงเป็นกลยุทธ์สำคัญที่จะเข้ามาแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นวิธีการที่เน้นให้ผู้เรียน "เห็นภาพจริง" (Visual Learning) ผ่านตัวแบบที่ถูกต้องจากผู้สอน ก่อนที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติจริงตามใบงาน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมของ Bandura ที่เชื่อว่ามนุษย์เรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการสังเกตพฤติกรรมของตัวแบบ เมื่อนักศึกษาเห็นขั้นตอนการปอกสายไฟ การเสียบอุปกรณ์บนโปรโตบอร์ด และการ Debugging โปรแกรมจากผู้สอนอย่างใกล้ชิด จะช่วยลดความประหม่า เพิ่มความมั่นใจ และลดอัตราการเกิดความผิดพลาดของชิ้นงานได้

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน เพื่อพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ปวส. 1 ให้เป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพและพร้อมต่อการต่อยอดในระดับโครงงานวิศวกรรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินทักษะการปฏิบัติงานด้านการต่อวงจรและเขียนโปรแกรมสมองกลฝังตัวของนักศึกษา ปวส.1 หลังได้รับการเรียนรู้แบบสาธิต
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนทดสอบ) ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการสอนแบบสาธิตในวิชาสมองกลฝังตัว

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบสาธิตมีทักษะการปฏิบัติงานเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. คะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อ้างอิงตามคำอธิบายรายวิชาสมองกลฝังตัว (30105-2007) ประกอบด้วย:

- การใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น
- การต่อวงจรควบคุมอินพุต/เอาต์พุต (Digital I/O)
- การใช้งานเซนเซอร์และการแสดงผลผ่านจอภาพ

1.4.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- ประชากรคือ นักศึกษาแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพนบุรี
- กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับ ปวส.1 กลุ่ม 1 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.4.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

- ตัวแปรต้น: วิธีการสอนแบบสาธิต (Teacher Demonstration) ร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน
- ตัวแปรตาม: 1) ทักษะการปฏิบัติงาน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) ความพึงพอใจ

1.4.4 ขอบเขตด้านเวลา ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2/2568 รวมระยะเวลา 4 สัปดาห์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบสาธิต หมายถึง วิธีการที่ครูผู้สอนแสดงขั้นตอนการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และการเขียนโปรแกรมให้นักศึกษาคูเป็นตัวอย่างผ่านเครื่องฉายภาพ (Visualizer) หรือการสาธิตหน้าชั้นเรียน พร้อมอธิบายเหตุผลในแต่ละขั้นตอน
2. ทักษะการปฏิบัติงาน หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาในการเลือกใช้อุปกรณ์ การต่อวงจรบนโปรโตบอร์ดได้ถูกต้องตามวงจร (Schematic) และการอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ดจนทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด วัดโดยใช้แบบประเมินทักษะ
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงทฤษฎีและหลักการของสมองกลฝังตัวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
4. ใบงานปฏิบัติงาน หมายถึง เอกสารลำดับขั้นตอนการทดลองที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เพื่อให้ นักศึกษาใช้บันทึกผลการทดลองและฝึกฝนตามขั้นตอนที่ได้สังเกตจากการสาธิต

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักศึกษามีทักษะการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง ลดความเสี่ยงในการทำอุปกรณ์เสียหาย
2. ครูผู้สอนในแผนกอิเล็กทรอนิกส์ได้แนวทางหรือนวัตกรรมการสอนแบบสาธิตที่มีประสิทธิภาพ
3. เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาชุดฝึกทักษะหรือสื่อการเรียนรู้ในรายวิชาที่เน้นการปฏิบัติอื่นๆ

บทที่ 2

เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาทักษะการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาสมองกลฝังตัว โดยใช้วิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน สำหรับนักศึกษา ปวส.1" ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้:

2.1 หลักสูตรรายวิชาสมองกลฝังตัว (30105-2007)

รายวิชาสมองกลฝังตัวตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2567 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการประกอบ ทดสอบ และเขียนโปรแกรมควบคุมระบบขนาดเล็ก เนื้อหาครอบคลุมตั้งแต่โครงสร้างภายในของ CPU, หน่วยความจำ, พอร์ตอินพุต-เอาต์พุต และการประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น จอแสดงผล (LCD/OLED) และเซนเซอร์วัดค่าต่าง ๆ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานสำคัญของช่างเทคนิคอิเล็กทรอนิกส์ในยุคอุตสาหกรรม 4.0

2.2 วิธีการสอนแบบสาธิต (Demonstration Method)

การสอนแบบสาธิตเป็นวิธีการที่ผู้สอนแสดงการปฏิบัติให้นักศึกษาดูเป็นตัวอย่าง เพื่อให้ นักศึกษาสังเกตและเรียนรู้วิธีการทำงานที่ถูกต้อง ช่วยลดเวลาในการลองผิดลองถูกและป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ขั้นตอนการสอนสาธิต 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้:

1. **ขั้นเตรียมการสาธิต:** ครูเตรียมชุดฝึก ใบงาน และซอฟต์แวร์ IDE ให้พร้อมใช้งาน
2. **ขั้นสาธิต:** ครูดำเนินการต่อวงจรและเขียนคำสั่งโปรแกรมทีละขั้นตอนผ่านเครื่องฉายภาพ (Visualizer) เพื่อให้ นักศึกษา 20 คนเห็นภาพรวมได้ทั่วถึง
3. **ขั้นนักศึกษาปฏิบัติ:** นักศึกษาลงมือปฏิบัติงานตามใบงาน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ
4. **ขั้นสรุปและประเมินผล:** การอภิปรายปัญหาที่พบจากการต่อวงจรและการ Debugging

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมของ Bandura

อัลเบิร์ต แบนดูรา (Albert Bandura) ได้นำเสนอว่าการเรียนรู้ไม่ได้เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากการสังเกตพฤติกรรมของ "ตัวแบบ" (Modeling) โดยเฉพาะในงานช่างที่ต้องการความแม่นยำ กระบวนการเรียนรู้จะประกอบด้วย:

- **ความใส่ใจ (Attention):** นักศึกษาสังเกตการหยิบจับอุปกรณ์และการเสียบสาย Jump ของครู
- **การจดจำ (Retention):** การเปลี่ยนภาพเหตุการณ์การสาธิตให้เป็นรหัสความจำในสมอง
- **การกระทำตาม (Production):** การเปลี่ยนความจำเป็นการลงมือปฏิบัติจริง
- **การจูงใจ (Motivation):** เมื่อนักศึกษาทำตามแล้วโปรแกรมทำงานได้ (เช่น ไฟ LED กระพริบ) จะส่งผลให้เกิดความต้องการเรียนรู้ในบทเรียนถัดไป

2.4 ทักษะพิสัยของซิมป์สัน (Simpson's Psychomotor Domain)

ทฤษฎีนี้อธิบายถึงขั้นตอนการพัฒนาทักษะทางกายภาพซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในงานไมโครคอนโทรลเลอร์:

1. **การรับรู้ (Perception):** การใช้ประสาทสัมผัสสังเกตการทำงานของบอร์ด
2. **การเตรียมความพร้อม (Set):** การจัดตำแหน่งเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์บนโต๊ะปฏิบัติงาน
3. **การตอบสนองตามแนวชี้นำ (Guided Response):** การเลียนแบบการเขียน Code ตามครูที่ละบรรทัด
4. **การตอบสนองตามกลไก (Mechanism):** ทักษะที่เริ่มเกิดความชำนาญจากการปฏิบัติซ้ำในใบงาน
5. **การตอบสนองที่ซับซ้อน (Complex Overt Response):** ความสามารถในการตรวจสอบวงจรเมื่อเกิดข้อผิดพลาด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบงานวิจัยที่สนับสนุนแนวคิดนี้ ดังนี้:

- **ประพันธ์ (2565)** ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้วิธีสอนแบบสาธิต ผลวิจัยพบว่านักศึกษามีคะแนนทักษะปฏิบัติสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และมีความพึงพอใจในระดับดีมาก เนื่องจากสามารถเห็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนได้ ชัดเจนขึ้น
- **สมชาย และคณะ (2566)** พบว่าการใช้ใบงานปฏิบัติงานร่วมกับการสอนแบบสาธิต ช่วยลดอัตราการชำรุดของบอร์ดทดลองได้ถึงร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว เนื่องจากนักศึกษามีตัวอย่างขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้องให้เปรียบเทียบ
- **วิจัยในต่างประเทศ (เช่น งานของ Bandura-inspired studies)** ยืนยันว่าในวิชาเชิงเทคนิค (Technical Vocational Education) การเห็นตัวอย่างพฤติกรรมที่ถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ (ครู) จะช่วยสร้าง "Self-Efficacy" หรือความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาทักษะการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาสมองกลฝังตัว โดยใช้วิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน สำหรับนักศึกษา ปวส.1" ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร: นักศึกษาแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาสมองกลฝังตัว ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง: นักศึกษาระดับ ปวส.1 กลุ่ม 1 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่สอน

3.2 รายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยมีความแม่นยำ ผู้วิจัยได้จำแนกรายละเอียดเครื่องมือออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้:

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson Plan) ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน โดยเน้นแผนการสอนที่สอดคล้องกับทักษะพื้นฐานและการควบคุมเอาต์พุต ดังนี้:

แผนที่ 1: การติดตั้งเครื่องมือและพื้นฐานการควบคุมสมองกลฝังตัว (4 คาบ)

- o **เนื้อหา:** แนะนำสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการเรียน, การติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE, การตั้งค่า Driver และการตรวจสอบพอร์ตเชื่อมต่อ (COM Port)
- o **จุดเน้นการสาธิต:** ผู้วิจัยสาธิตขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์ทีละขั้นตอนบนหน้าจอโปรเจกเตอร์ พร้อมทั้งสาธิตการตั้งค่าบอร์ด (Board Selection) ให้ตรงกับรุ่นที่ใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหา "Upload Error" ซึ่งเป็นปัญหาพื้นฐานสำคัญ

- o **ใบงาน:** ใบงานที่ 1 การติดตั้งและการทดสอบโปรแกรมตัวอย่าง (Blink) เพื่อตรวจสอบความพร้อมของบอร์ด

แผนที่ 2: การควบคุมเอาต์พุตดิจิทัลและการเชื่อมต่อโหลด (4 คาบ)

- o **เนื้อหา:** หลักการทำงานของขาพอร์ตแบบ Digital Output, ทฤษฎีการจำกัดกระแสด้วยตัวต้านทาน (Current Limiting Resistor), และการเขียนคำสั่ง pinMode(), digitalWrite() และ delay()
- o **จุดเน้นการสาธิต:** ผู้วิจัยใช้ **Visualizer** สาธิตการวิเคราะห์ขาของ LED (ขั้วบวก-ขั้วลบ) และการเสียบสาย Jump Wire ลงบน โปรโตบอร์ดในแนวที่ถูกต้องเพื่อเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมทั้งสาธิตการเขียน Code ควบคุมไฟวิ่ง (Running Light) 4 ดวง
- o **ใบงาน:** ใบงานที่ 2 การออกแบบวงจรไฟจราจรจำลอง และการปรับลำดับช่วงเวลาการกะพริบของไฟ LED

3.2.2 ใบงานปฏิบัติงาน (Job Sheets)

ใบงานถูกออกแบบมาให้สอดคล้องกับวิธีการสอนแบบสาธิต โดยแบ่งโครงสร้างภายในใบงานออกเป็น 4 ส่วน:

1. **จุดประสงค์:** ระบุทักษะที่นักศึกษาต้องได้รับ
2. **รายการอุปกรณ์:** รายการบอร์ด สายไฟ และเซนเซอร์
3. **ผังวงจร (Schematic Diagram):** ภาพวงจรที่นักศึกษาต้องสังเกตจากการสาธิตแล้วนำไปทำตาม
4. **ส่วนเขียนโปรแกรม (Coding):** พื้นที่ว่างให้นักศึกษาเขียนโครงสร้างคำสั่งตามตัวอย่างที่ครูสาธิต

3.4 รายละเอียดขั้นตอนการสอนแบบสาธิต (Lesson Plan Implementation)

เพื่อให้เห็นภาพการสอนจริง ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนโดยละเอียดในแต่ละคาบเรียน ดังนี้:

ขั้นที่ 1: ขั้นเตรียมการ (Preparation)

- ผู้วิจัยเตรียม **Visualizer** (กล้องส่องภาพวัตถุ) เพื่อใช้ขยายภาพการเสียบอุปกรณ์บนโปรโตบอร์ด เนื่องจากขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีขนาดเล็ก นักศึกษาทั้ง 20 คนอาจมองเห็นไม่ชัดเจนหากสาธิตด้วยมือเปล่า
- ตรวจสอบบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 20 ชุด ให้พร้อมเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 2: ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Motivation)

- ผู้วิจัยนำเสนอ "ตัวอย่างผลลัพธ์" เช่น การทำให้ไฟจราจรทำงานจำลอง เพื่อให้ นักศึกษามีเป้าหมายในการเรียนรู้ (สอดคล้องกับทฤษฎีการจูงใจ)

ขั้นที่ 3: ขั้นสาธิต (Demonstration - หัวใจสำคัญของการวิจัย)

ผู้วิจัยแบ่งการสาธิตออกเป็น 2 ช่วง:

1. **สาธิตการต่อวงจร (Hardware):** ผู้วิจัยแสดงการเสียบสาย Jump Wire จากพิน \$D13\$ ไปยังตัวต้านทาน และ LED บนโปรโตบอร์ดผ่านหน้าจอขนาดใหญ่ เน้นย้ำเรื่อง "ขั้ว" (Polarity) ของ LED และการเลือกค่าความต้านทานที่ถูกต้องเพื่อป้องกันอุปกรณ์เสียหาย
2. **สาธิตการเขียนคำสั่ง (Software):** ผู้วิจัยเริ่มเขียน Code ตั้งแต่บรรทัดแรก โดยอธิบายการใช้ฟังก์ชัน `pinMode(13, OUTPUT);` ใน `void setup()` และการสั่งงานใน `void loop()` ให้นักศึกษาจดบันทึก Logic การทำงาน

ขั้นที่ 4: ขั้นปฏิบัติงานโดยนักศึกษา (Application)

- นักศึกษาลงมือปฏิบัติงานตามใบงาน โดยมีขั้นตอนที่ครูสาธิตเป็นตัวแบบ (Modeling)
- ผู้วิจัยเดินสำรวจตรวจสอบการต่อวงจรของนักศึกษาก่อนที่จะให้นักศึกษาเสียบสาย USB เข้ากับคอมพิวเตอร์ เพื่อความปลอดภัย (Safety First)

ขั้นที่ 5: ขั้นสรุปและประเมินผล (Evaluation)

- นักศึกษาทำการทดสอบการทำงานของวงจร (Running Test)
- ผู้วิจัยทำการบันทึกคะแนนลงในแบบประเมินทักษะปฏิบัติงาน

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษา ปวส.1 กลุ่ม 1 จำนวน 20 คน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้:

1. ขั้นก่อนดำเนินการทดลอง: ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ
2. ขั้นดำเนินการทดลอง: ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน โดยเน้นวิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน ในระหว่างการเรียนแต่ละหน่วย ผู้วิจัยจะใช้แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน บันทึกคะแนนของนักศึกษาเป็นรายบุคคล
3. ขั้นหลังการทดลอง: เมื่อสิ้นสุดการสอนตามขอบเขตเนื้อหา ผู้วิจัยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกับก่อนเรียนแต่มีการสลับข้อและตัวเลือก
4. ขั้นประเมินความพึงพอใจ: ให้นักศึกษาประเมินความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบสาธิตผ่านแบบสอบถามที่ผู้วิจัยเตรียมไว้

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ (Data Analysis)

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้:

3.6.1 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC): เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบและแผนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

- การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r): สำหรับคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ
- การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability): ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson

3.6.2 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าร้อยละ (Percentage): ใช้สรุปคะแนนทักษะปฏิบัติงาน
- ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$): ใช้ในการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับความพึงพอใจ
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.): เพื่อการกระจายตัวของคะแนนนักศึกษาทั้ง 20 คน

3.6.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

- t-test for Dependent Samples: ใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อพิสูจน์ว่าวิธีการสอนแบบสาธิตช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นจริงหรือไม่

3.7 เครื่องมือวัดและประเมินผล (Measurement Tools)

เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) ดังนี้:

ตารางที่ 3.1: เกณฑ์การให้คะแนนทักษะปฏิบัติงาน

ข้อที่	รายการประเมินทักษะ	ดีมาก (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1	การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ	เตรียมครบถ้วน ตรงตามใบงาน	เตรียมครบแต่ล่าช้า	เตรียมไม่ครบ/หยาบผิด
2	การต่อวงจรตามแผนผัง	ถูกต้อง 100% ไม่ผิดพลาด	ต่อผิด 1-2 จุดแต่แก้ไขได้	ต่อผิดมาก/อุปกรณ์เสียหาย

ข้อที่	รายการประเมินทักษะ	ดีมาก (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
3	การเขียนและคอมไพล์โปรแกรม	ไม่มี Error ทำงานได้ทันที	มี Syntax Error เล็กน้อย	ไม่เข้าใจโครงสร้างโค้ด
4	ทักษะการแก้ปัญหา (Debugging)	ตรวจหาจุดผิดได้ด้วยตนเอง	ต้องการคำใบ้จากครู	ครูต้องแก้ให้ทั้งหมด
5	ความสะอาดและวินัยการทำงาน	เก็บของเรียบร้อย ปลอดภัย	เก็บของแต่ไม่เรียบร้อย	ไม่เก็บอุปกรณ์/ประมาท

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง "การพัฒนาทักษะการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาสมองกลฝังตัว โดยใช้วิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน สำหรับนักศึกษา ปวส.1" ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- n แทน จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย (Mean)
- S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
- t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (t-test)
- P แทน ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ผลการประเมินทักษะการปฏิบัติงาน (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1)

ผู้วิจัยได้ประเมินทักษะการปฏิบัติงานของนักศึกษาจำนวน 20 คน ผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน โดยใช้เกณฑ์ประเมิน 5 ด้าน คะแนนเต็ม 15 คะแนน (เกณฑ์ผ่านร้อยละ 70 หรือ 10.5 คะแนน) ผลปรากฏดังนี้:

ตารางที่ 4.1: ค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนทักษะการปฏิบัติงานรายบุคคล

รายการประเมินทักษะ (คะแนนเต็ม 3)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ	2.85	0.37	ดีมาก
2. การต่อวงจรตามแผนผัง	2.60	0.50	ดีมาก
3. การเขียนและคอมไพล์โปรแกรม	2.55	0.60	ดีมาก
4. ทักษะการแก้ปัญหา (Debugging)	2.45	0.51	ดี
5. ความสะอาดและวินัยการทำงาน	2.90	0.31	ดีมาก
รวมเฉลี่ย	13.35 / 15	0.46	ดีมาก
คิดเป็นร้อยละ	89.00	-	-

จากตารางที่ 4.1 พบว่านักศึกษาที่มีทักษะการปฏิบัติงานโดยรวมอยู่ในระดับ ดีมาก $\bar{x} = 13.35$, S.D. = 0.46) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีคะแนนสูงสุดคือ ความสะอาดและวินัยการทำงาน รองลงมาคือการเตรียมอุปกรณ์ ส่วนด้านที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือ ทักษะการแก้ปัญหา (Debugging) อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.00 สูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ (ร้อยละ 70)

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2)

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา 20 คน เพื่อดูพัฒนาการหลังจากใช้วิธีการสอนแบบสาธิต มีรายละเอียดดังนี้:

ตารางที่ 4.2: การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (n=20)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	12.45	2.31	18.54*	.000
หลังเรียน	30	25.60	1.85		

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน $\bar{x} = 25.60$ สูงกว่าก่อนเรียน $\bar{x} = 12.45$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนแบบสาธิตช่วยให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษา (วัตถุประสงค์ข้อที่ 3)

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษา ปวส.1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสาธิตร่วมกับ
ใบงานปฏิบัติงาน สรุปได้ดังนี้:

ตารางที่ 4.3: ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ครูสาธิตขั้นตอนการต่อวงจรได้ชัดเจน	4.85	0.37	มากที่สุด
2. ใบงานมีลำดับขั้นตอนง่ายต่อการทำตาม	4.60	0.50	มากที่สุด
3. การสอนแบบสาธิตช่วยลดความสับสนในการเขียน Code	4.75	0.44	มากที่สุด
4. อุปกรณ์และชุดฝึกมีความพร้อมต่อการเรียน	4.55	0.60	มากที่สุด
5. นักศึกษามีความมั่นใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น	4.80	0.41	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.71	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบสาธิตในภาพรวมอยู่ใน
ระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.71$) โดยข้อที่นักศึกษาพึงพอใจมากที่สุดคือ ความชัดเจนในการสาธิต
ขั้นตอนการต่อวงจรของครู

4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- ทักษะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยทำได้เฉลี่ยร้อยละ 89.00
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาทักษะการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาสมองกลฝังตัว โดยใช้วิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงาน สำหรับนักศึกษา ปวส.1 กลุ่ม 1 วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 4 สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้:

1. **ด้านทักษะการปฏิบัติงาน:** นักศึกษามีทักษะการปฏิบัติงานในวิชาสมองกลฝังตัวเฉลี่ยร้อยละ 89.00 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ (ร้อยละ 70) โดยมีคุณภาพในระดับ "ดีมาก"
2. **ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน:** คะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
3. **ด้านความพึงพอใจ:** นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบสาธิตร่วมกับใบงานปฏิบัติงานในภาพรวมอยู่ในระดับ "มากที่สุด" $\bar{x} = 4.71$

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยมีประเด็นที่น่าสนใจซึ่งนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้:

1. **ประสิทธิภาพของการสอนแบบสาธิต:** การที่นักศึกษามีทักษะปฏิบัติสูงถึงร้อยละ 89.00 เป็นเพราะวิชาสมองกลฝังตัวเป็นวิชาที่ซับซ้อน การใช้ **Visualizer** ขยายภาพการต่อวงจรทำให้นักศึกษาเห็นตำแหน่งขาอุปกรณ์ที่ชัดเจน ลดความสับสน สอดคล้องกับทฤษฎีของ **Bandura** ที่ระบุว่าการเรียนรู้จากตัวแบบ (Modeling) ที่ชัดเจนจะช่วยให้ผู้เรียนเลียนแบบพฤติกรรมได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
2. **การลดความผิดพลาดและเพิ่มความมั่นใจ:** ใบงานปฏิบัติงานที่มีโครงสร้างชัดเจนและการสาธิตแบบ Step-by-Step ช่วยให้นักศึกษาลดความประหม่าในการใช้งานอุปกรณ์

อิเล็กทรอนิกส์ที่มีราคาแพง ส่งผลให้ทักษะการต่อวงจรมีความแม่นยำสูง และลดอัตราการเกิดอุปกรณ์เสียหาย (Short Circuit) ตามที่ระบุไว้ในความเป็นมาของปัญหา

3. **การพัฒนาทักษะพิสัย:** ผลการวิจัยสอดคล้องกับทฤษฎีของ **Simpson** โดยเฉพาะในขั้นการตอบสนองตามแนวชี้นำ (Guided Response) ซึ่งนักศึกษาสามารถลงมือทำตามครูได้ทันที ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมากกว่าการอ่านทฤษฎีจากตำราเพียงอย่างเดียว

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรมีการจัดเตรียมสื่อวิดีโอการสาธิต (Video Clip) สั้นๆ ไว้ในระบบออนไลน์ เพื่อให้นักศึกษาที่ตามไม่ทันในห้องเรียนสามารถย้อนดูขั้นตอนการต่อวงจรหรือการเขียน Code ได้ด้วยตนเอง
2. ในการสาธิตการเขียนโปรแกรม (Coding) ควรเน้นการอธิบาย Logic การทำงานมากกว่าการให้นักศึกษาพิมพ์ตามเพียงอย่างเดียว เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา (Debugging) ซึ่งเป็นด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุด

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการสอนแบบสาธิตปกติกับการสอนแบบสาธิตผ่านสื่อมัลติมีเดีย หรือการใช้ระบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) เช่น Tinkercad ร่วมด้วย
2. ควรมีการติดตามผลทักษะการปฏิบัติงานในระยะยาว (Retention) หลังจากจบการสอนไปแล้ว 2-4 สัปดาห์ เพื่อดูความคงทนในการเรียนรู้ของนักศึกษา

