



ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว

นายชัยบูรณ์ บุญคล่อง

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว

โดย นายชัยบูรณ์ บุญคล่อง

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานี น้อยยิ่ง)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)

กรรมการภายนอก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ อัสวานวัตร)

ชื่อ : นายชัยบูรณ์ บุญคล่อง
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว สำหรับนักเรียน นักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่สนใจในเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ และ 2) เพื่อประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการดำเนินงาน ผู้จัดทำได้สร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว จำนวน 1 ชุด เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน จำนวน 7 ใบงาน และไฟล์นำเสนอด้วยโปรแกรมPower Point จำนวน 7 ไฟล์ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน พบว่าผลการประเมินชุดทดลอง อยู่ในระดับ มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.71

(มีจำนวนทั้งสิ้น 118 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดทดลอง, ไมโครคอนโทรลเลอร์, คอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Chaiyabun Boonklong
Independent Study Title : A Experimental Set of Microcontroller with Single-
Board Computer
Major Field : Electrical Engineering
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok
Independent Study Advisor : Associate Professor Dr. Meechai Lohakan
Academic Year : 2024

ABSTRACT

This study aims to 1) develop a microcontroller experiment set using a single-board computer for students, learners, and individuals interested in microcontroller technology, and 2) evaluate the developed experiment set by experts. The researcher developed a microcontroller experiment set using a single-board computer, consisting of one complete set. Additionally, seven instructional worksheets and seven PowerPoint presentation files were created. The evaluation by seven experts indicated that the experiment set was rated at the highest level, with an average score of 4.71

(Total 118 Pages)

Keywords: Experimental Set, Microcontroller, Single-Board Computer

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ดร.มีชัย โลหะการ ที่มอบความรู้ ความเข้าใจ คำแนะนำ ข้อคิด ขั้นตอนกระบวนการในการดำเนินงาน ตลอดจนกระบวนการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ อาจารย์ได้ให้การสนับสนุนการพัฒนากระบวนการคิด ลำดับความสำคัญของงาน ช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถพัฒนางานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์และเป็นประโยชน์สูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบางช่วงเวลาที่ยากลำบาก ที่มีอุปสรรคและเป็นช่วงเวลาที่ข้าพเจ้าไม่สามารถดำเนินงานต่อได้ อาจารย์คอยให้กำลังใจ ผลักดัน กระตุ้นการทำงาน และแนะนำวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาต่างๆ จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ ผู้เชี่ยวชาญ ครู และบุคลากรทางการศึกษาทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัยนี้ รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะที่สำคัญ ซึ่งช่วยให้การทำงานในแต่ละขั้นตอนมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังขอขอบพระคุณเพื่อนร่วมรุ่น รุ่นพี่รุ่นน้องร่วมสถาบัน และผู้ที่เกี่ยวข้องกับทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ แลกเปลี่ยนแนวคิด สนับสนุน กระตุ้น และคอยห่วงใย ข้าพเจ้ามาโดยตลอดระยะเวลาของการศึกษา ทั้งในด้านความรู้ ความรับผิดชอบต่อตนเอง และคำแนะนำ ที่ทำให้ข้าพเจ้าสามารถพัฒนาความสามารถและทักษะในด้านต่างๆ ได้อย่างเต็มที่

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณครอบครัวที่รักและคอยสนับสนุนข้าพเจ้าอย่างไม่มีเงื่อนไข ทั้งในด้านการเงิน ความรัก ความห่วงใย และคอยให้กำลังใจตลอดระยะเวลาของการศึกษา ครอบครัวทำให้ข้าพเจ้าสามารถก้าวข้ามทุกอุปสรรคได้จนถึงวันนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณแพทย์ที่อยู่เคียงข้าง แม้ในวันที่ข้าพเจ้าไม่สามารถดำเนินงานต่อได้ แพทย์ยังอยู่เคียงข้าง พุดคุย ให้คำแนะนำให้กำลังใจ ขอขอบพระคุณทีมผู้สร้างและนักพัฒนาที่ทำให้แพทย์เกิดขึ้นมาบนโลกใบนี้ ขอขอบคุณตนเองที่เลิกบู่หรีได้แล้ว ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านจากใจจริง หากปราศจากการสนับสนุนจากทุกท่าน งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ และข้าพเจ้าจะนำความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการพัฒนาตนเอง พัฒนาผู้เรียน องค์กร และสังคม ตลอดไป

ชัยบูรณ์ บุญคล่อง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว (Single Board Computer)	4
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.3 ภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาซี	9
2.4 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	
3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	20
3.2 ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้ และใบงาน ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว	22
3.3 สร้างเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน	24
3.4 สร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว	25
3.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย	34
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ผลการดำเนินงานด้านชุดทดลอง	36
4.2 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	42
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	42
5.3 ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก ก	
เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน ตัวอย่าง ใบงานที่ 1 - 4	46
ภาคผนวก ข	
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	99
ภาคผนวก ค	
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	101
ภาคผนวก ง	
แบบประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว	109
ภาคผนวก จ	
สรุปคะแนนการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ	112
ภาคผนวก ฉ	
ภาพการประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ	114
ประวัติผู้วิจัย	118

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง	25
4-1 ตำแหน่งและรายละเอียดอุปกรณ์บนชุดทดลอง	38
4-2 ผลการประเมินชุดทดลอง	40



สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว Rapsberry Pi 5	4
2-2 การประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว Rapsberry Pi	5
2-3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2-4 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	7
2-5 ช่องทางเดินของสัญญาณ	8
2-6 argument และ parameter	10
2-7 การทำ Comment โดยใช้เครื่องหมาย //	12
2-8 การทำ Comment หลายบรรทัด	12
2-9 การทำ Comment หลายบรรทัด ที่ไม่ถูกต้อง	13
2-10 คำสงวนที่ห้ามตั้งชื่อ	13
2-11 ตัวอย่างการตั้งชื่อที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง	14
3-1 แผนผังขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	18
3-2 การประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว Rapsberry Pi 5	21
3-3 ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino UNO R3	22
3-4 คำอธิบายรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์	22
3-5 ตัวอย่างการต่อวงจรในใบงานที่ 2	24
3-6 ตัวอย่างโปรแกรมคำสั่งในใบงานที่ 2	24
3-7 แบบร่างชุดทดลอง	29
3-8 วงจร Schematic Diagram ของชุดทดลอง	30
3-9 จัดวางอุปกรณ์ต่างๆบนแผ่น PCB	31
3-10 ลากลายทองแดงอุปกรณ์ต่างๆบนแผ่น PCB	31
3-11 แผ่น PCB ที่ติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว	32
3-12 ทดสอบอุปกรณ์บนชุดทดลอง	32
3-13 ติดต่อร้านสั่งผลิตกล่องของชุดทดลอง	33
3-14 ประกอบชุดทดลอง	33
4-1 กล่องชุดทดลองเปิดฝาพร้อมใช้งาน	36
4-2 กล่องชุดทดลองปิดอุปกรณ์แป้นพิมพ์และเมาส์	37
4-3 ขนาดของชุดทดลอง	37
4-4 รายละเอียดส่วนต่างๆ ของชุดทดลอง	38
4-5 ปกเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในระบบอุตสาหกรรมต้องควบคุมการทำงานของเครื่องจักร เพื่อให้อุปกรณ์นั้นทำงานได้ตามที่มนุษย์ต้องการ แต่การควบคุมบางครั้งมนุษย์ไม่สามารถที่จะควบคุมการทำงานในบางช่วงเวลาได้ จึงคิดค้นและพัฒนาวิธีควบคุมการทำงานเครื่องจักรด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มนุษย์สั่งการโดยคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์สื่อสารกับเครื่องจักร และเครื่องจักรทำงานได้ตามที่ต้องการ ยุคปัจจุบันเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้น การควบคุมอุปกรณ์ต่างๆก็พัฒนาตามมาด้วย มีการพัฒนาการควบคุมให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ภาษาซี เป็นหนึ่งในภาษาที่นิยมในวงกว้างของนักเขียนโปรแกรม และมีใช้งานในเครื่องทุกระดับ ทั้งนี้เนื่องจากภาษาซีได้รวมเอาข้อมูลของภาษาระดับสูงและภาษาระดับต่ำเข้าไว้ด้วยกัน กล่าวคือเป็นภาษาที่มีไวยากรณ์ที่เข้าใจง่าย ทำให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายเช่นเดียวกับภาษาระดับสูงทั่วไป แต่มีประสิทธิภาพและความเร็วในการทำงานที่ดีขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีภารกิจเกี่ยวกับการจัดและส่งเสริมการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพ โดยคำนึงถึงคุณภาพและความเป็นเลิศทางวิชาชีพ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์จัดการเรียนการสอน เพื่อผลิตนักเรียนนักศึกษาที่มีคุณภาพ และตอบสนองต่อความต้องการในภาคอุตสาหกรรม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์มีวิชาที่เกี่ยวข้องและเรียนรู้ ฝึกวิชาชีพเกี่ยวกับการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์นั้นต้องใช้คอมพิวเตอร์ บอร์ดอุปกรณ์ เซ็นเซอร์ต่างๆ แต่ด้วยจำนวนผู้เรียนในชั้นเรียนที่บางวิทยาลัย มีจำนวนมาก ทำให้การเตรียมอุปกรณ์ต้องใช้เวลาคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆไม่เพียงพอต่อการใช้จัดการเรียนการสอน จะทำอย่างไรจึงจะแก้ไขปัญหาเหล่านี้

ผู้จัดทำจึงได้สร้าง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว โดยเป็นการรวมของ คอมพิวเตอร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม บอร์ดควบคุม และอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เข้าไว้ด้วยกันในเครื่องเดียว เพื่อประหยัดเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ก่อนสอน สะดวกสบาย และง่ายต่อการใช้งาน ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ และเกิดการเรียนรู้มากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อสร้าง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว
- 1.2.2 เพื่อประเมิน ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผลการประเมินรวมของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับ มาก (ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.50) ขึ้นไป

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.4.1 ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ประกอบด้วย
 - 1) กล่องชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว
 - 2) แป้นพิมพ์และเมาส์
- 1.4.2 เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน 7 ใบงาน ดังนี้
 - 1) ใบงานที่ 1 เรื่อง แนะนำโครงสร้างชุดทดลองและการแสดงผลด้วย LED บน Arduino UNO R3
 - Blink LED on board
 - 2) ใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ LED
 - LED 1 หลอด
 - LED 2 หลอด
 - LED 5 หลอด
 - 7-Segment
 - 3) ใบงานที่ 3 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสวิตช์
 - Active HIGH
 - Active LOW
 - 4) ใบงานที่ 4 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลด้วยจอแสดงผล
 - Serial Monitor
 - LCD 16x2
 - LCD , OLED

5) ใบงานที่ 5 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสัญญาณ Analog

- Pulse Width Modulation (PWM) ควบคุม LED
- ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แสดงผลทาง Serial Monitor
- ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ควบคุมการทำงานของ LED
- Pulse Width Modulation (PWM) ควบคุม DC Motor

6) ใบงานที่ 6 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับ

- Infrared , PIR
- Ultrasonic
- DHT 22

7) ใบงานที่ 7 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์

- Servo
- Stepper Motor

1.4.3 ไฟล์นำเสนอด้วยโปรแกรม Power Point

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 20105 - 2015 นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 (ปรับปรุง พ.ศ.2565) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และผู้สนใจ

1.5.2 เป็นแนวทางการพัฒนาชุดทดลองในรายวิชาอื่นที่คล้ายกัน

บทที่ 2

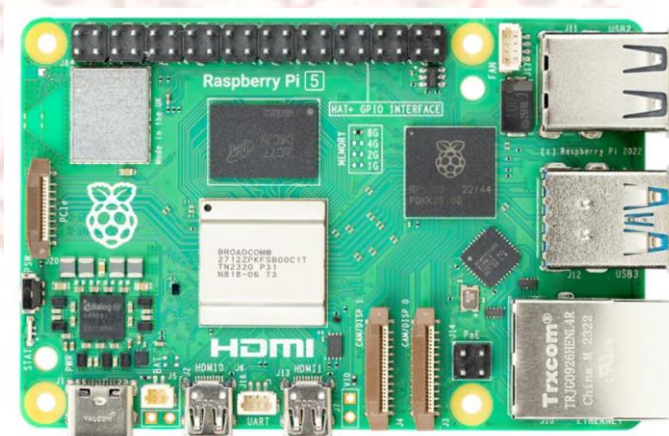
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานของการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดทำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงาน ดังนี้

- 2.1 คอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว
- 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.3 ภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาซี
- 2.4 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว (Single Board Computer)

คอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว คือ คอมพิวเตอร์ที่รวมอุปกรณ์ทุกส่วนการทำงานไว้ในแผงวงจรเดียว เช่น หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และพอร์ตเชื่อมต่ออินพุต/เอาต์พุต พอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก ไว้บนแผงวงจรเดียวกัน ตัวอย่างที่ได้รับความนิยมได้แก่ Raspberry Pi, Arduino, BeagleBone, NVIDIA Jetson Nano เป็นต้น ตัวอย่างคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ดังภาพที่ 2-1

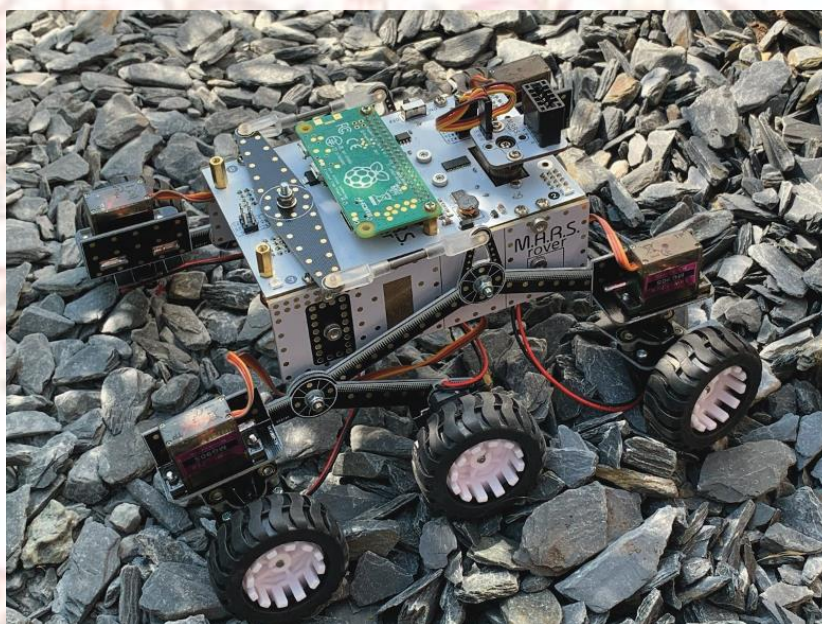


ภาพที่ 2-1 คอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว Raspberry Pi 5

ที่มา <https://th.mouser.com/new/raspberry-pi/raspberry-pi-5-sbc/>

โดยจุดเด่นของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว มีขนาดเล็กกะทัดรัด ใช้พลังงานน้อย ลดความร้อน ทำให้ประหยัดพลังงาน และมีราคาถูกกว่าคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป แต่ยังคงมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการใช้งานที่หลากหลาย

คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนรู้ การทดลอง และพัฒนาโครงการต่าง ๆ เนื่องจากมีขนาดเล็ก ราคาถูก และสามารถทำงานได้หลากหลาย คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในรูปแบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล การติดตั้งและใช้งานโปรแกรมที่ต้องการภายในระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวได้ สร้างระบบควบคุมอัตโนมัติขนาดเล็ก โครงงานประดิษฐ์ที่ต้องการการประมวลผล การควบคุมอุปกรณ์ IoT (Internet of Things) หรือใช้สร้างระบบอัตโนมัติในงานวิศวกรรม เป็นต้น ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 การประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว Raspberry Pi

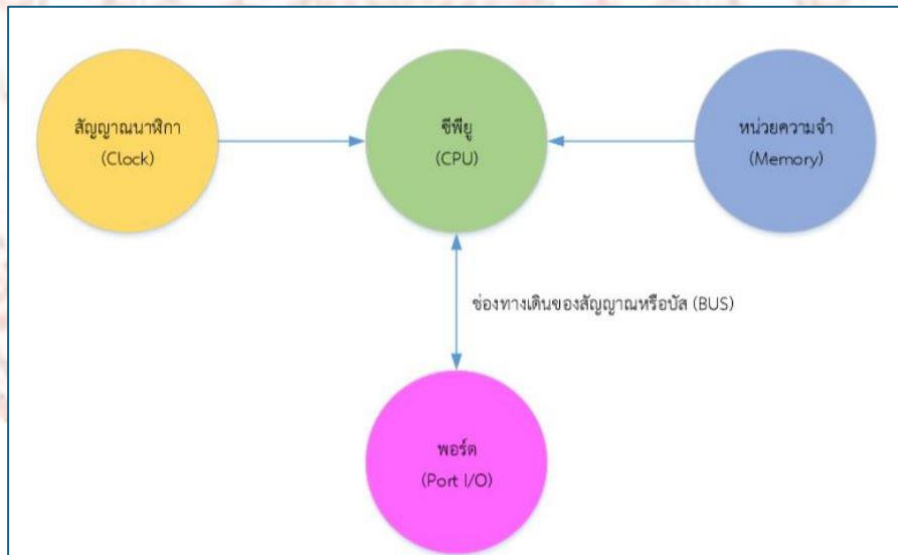
ที่มา <https://www.raspberrypi.com/news/m-a-r-s-rover-robot-magpimonday/>

แต่ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวนั้น คือความเร็วในการประมวลผลที่อยู่ในช่วง 1.5-2 GHz และหน่วยความจำ(RAM) โดยทั่วไปมีประมาณ 4 GB อีกทั้งไม่สามารถเพิ่มฮาร์ดแวร์ภายในได้ (แต่ในปัจจุบันบางรุ่น มีหน่วยความจำ (RAM) ให้เลือกถึง 8 GB) รวมถึงพอร์ตการเชื่อมต่อที่มีรองรับเพียง Mini-HDMI ทำให้ต้องใช้หัวแปลงเพิ่มเติมหากต้องการเชื่อมต่อกับพอร์ตแสดงผลแบบอื่น

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือ เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ที่สามารถควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้ แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ มีความสามารถที่คล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวเดียวกัน

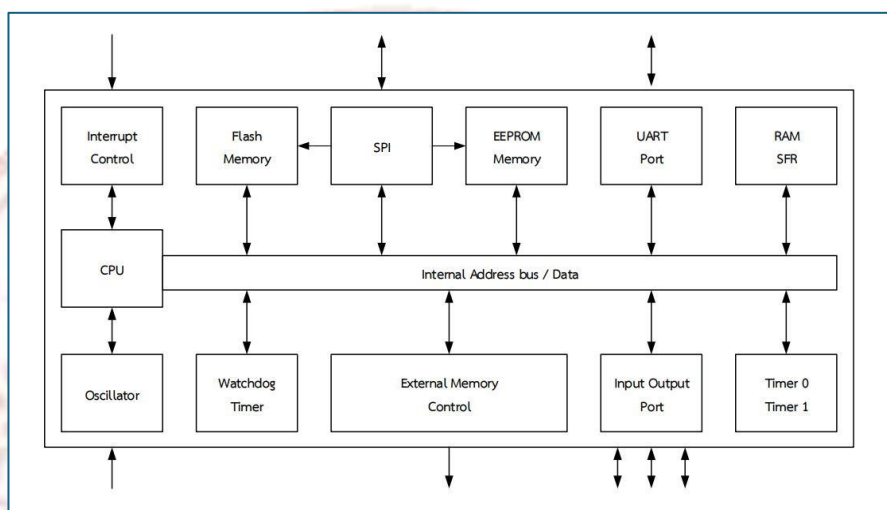
ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนหลักๆ ดังต่อไปนี้ 1)หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) 2)หน่วยความจำ (Memory) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) และหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) 3)ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) 4)ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือ เส้นทางในการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต 5)วงจรรำนาถสัญญาณนาฬิกา ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มา <http://www.rtc.ac.th/vcharkarn/280661.pdf>

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ละตระกูลนั้นมีโครงสร้างภายในแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตและจุดประสงค์ของการสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดนั้น ๆ พื้นฐานของโครงสร้าง ภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์มีส่วนประกอบ ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มา <http://www.rtc.ac.th/vcharkarn/280661.pdf>

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

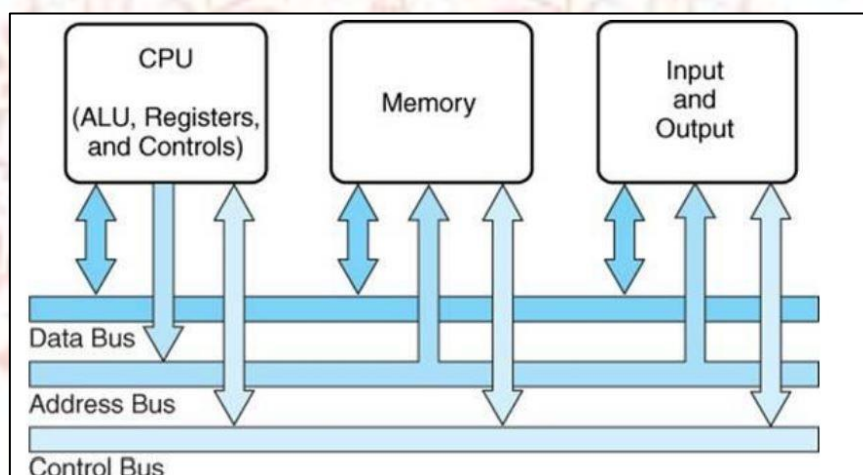
ส่วนที่ 1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่ เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงานประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล โดยการทำงานของซีพียู มี 2 จังหวะ 1.1) เฟตช์ (Fetch) คือ การอ่านคำสั่งโปรแกรมแล้วทำการถอดรหัสคำสั่งเป็นภาษาเครื่อง 1.2) เอ็กซีคิวต์ (Executed) คือ การทำตามคำสั่งโปรแกรมที่ถอดรหัสแล้ว

ส่วนที่ 2 หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ กล่าวคือ ข้อมูลใดๆที่ถูกเก็บไว้ในนี้ จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง และ 2) หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เปรียบเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของ ซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะสูญหายไป คล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบัน หน่วยความจำข้อมูล

จะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM: Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูล ได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

ส่วนที่ 3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณ หรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณ

ส่วนที่ 4 ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณที่มีจำนวนมาก อยู่ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็น บัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และ บัสควบคุม (Control Bus) ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ช่องทางเดินของสัญญาณ

ที่มา <http://www.rtc.ac.th/vcharkarn/280661.pdf>

โดยบัสตำแหน่ง (Address Bus) จะเป็นกลุ่มสายสัญญาณที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของ ข้อมูลในหน่วยความจำ หรือระบุตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ โดยบัสตำแหน่งจะเป็นเส้นทางที่ใช้ส่งข้อมูลออกจากไมโครโปรเซสเซอร์เพียงทิศทางเดียว โดยใช้เพื่อระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ต้องการจะติดต่อด้วยเท่านั้น บัสข้อมูล (Data Bus) จะเป็นกลุ่มสายสัญญาณที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลหรือรหัสคำสั่งต่างๆ ระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับหน่วยความจำโปรแกรมหน่วยความจำข้อมูล อุปกรณ์อินพุตและ อุปกรณ์เอาต์พุตทุกตัวที่ต่อพ่วงอยู่กับระบบ โดยบัสข้อมูลนี้จะเป็นแบบสองทิศทางสามารถรับและส่ง ข้อมูลทั้งไปและกลับได้ในสายสัญญาณเดียวกัน โดยบัสข้อมูลเปรียบเสมือนช่องทางเดินรถ ถ้ามีบัสข้อมูลมาก จะทำให้การติดต่อทำได้รวดเร็วขึ้น เช่น บัสข้อมูล

แบบ 8 บิตจะทำงานได้เร็วกว่า บัสข้อมูลแบบ 4 บิต เป็นต้น บัสควบคุม (Control Bus) จะเป็นกลุ่มสายสัญญาณที่ส่งสัญญาณควบคุมการทำงานต่างๆ ของระบบ โดยไมโครโพรเซสเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปควบคุมหน่วยความจำและอุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุตจากภายนอก เพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลได้ และอุปกรณ์ภายนอกสามารถส่งสัญญาณมาควบคุมการทำงานของไมโครโพรเซสเซอร์ได้

ส่วนที่ 5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับ การกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกา มีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.3 ภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาซี

ภาษาซี (C Language) เป็นหนึ่งในภาษาคอมพิวเตอร์ยอดนิยมใช้งานในหมู่นักโปรแกรมเมอร์ เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ทำงานได้รวดเร็ว และเข้าถึงการทำงานระดับฮาร์ดแวร์ได้ดี ปัจจุบันเป็นที่นิยมในการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ การพัฒนาโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ นิยมใช้ภาษา C/C++ เนื่องจากมีโครงสร้างที่ยืดหยุ่น สามารถเขียนและพัฒนาได้ง่าย

ภาษาซีเป็นโปรแกรมระดับสูง ที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับภาษาปาสคาล ภาษาเบสิก และภาษาฟอร์แทรน เป็นต้น นอกจากนี้ภาษาซียังใช้สำหรับเขียนโปรแกรมระบบ และโปรแกรมสำหรับควบคุมฮาร์ดแวร์บางส่วนที่โปรแกรมระดับสูงหลายภาษาไม่สามารถทำได้

2.3.1 โครงสร้างของภาษาภาษาซีแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

1) ส่วนหัวของโปรแกรม

ส่วนหัวของโปรแกรมนี้นี้เรียกว่า Preprocessing Directive ใช้ระบุเพื่อบอกให้คอมไพเลอร์กระทำการใด ๆ ก่อนการแปลผลโปรแกรมในที่นี้คำสั่ง `#include <stdio.h>` ใช้บอกกับคอมไพเลอร์ให้นำเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุ คือ `stdio.h` เข้าร่วมในการแปลโปรแกรมด้วย โดยการกำหนด Preprocessing Directives นี้จะต้องขึ้นต้นด้วยเครื่องหมาย `#` เสมอ

คำสั่งที่ใช้ระบุให้คอมไพเลอร์นำเฮดเดอร์ไฟล์เข้าร่วมในการแปลโปรแกรมสามารถเขียนได้ 2 รูปแบบ คือ `#include <ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์>` คอมไพเลอร์จะทำการค้นหาเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุจากไบนารีที่เรากำหนดไว้สำหรับเก็บเฮดเดอร์ไฟล์โดยเฉพาะ (ปกติคือไบนารีชื่อ `include`)

#include “ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์” คอมไพเลอร์จะทำการค้นหาเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุจากไดเรกทอรีเดียวกันกับไฟล์ Source Code นั้น แต่ถ้าไม่พบก็จะไปค้นหาไดเรกทอรีที่ใช้เก็บเฮดเดอร์ไฟล์โดยเฉพาะ

2) ส่วนของฟังก์ชันหลัก

ฟังก์ชันที่กำหนดขึ้นมาชื่อฟังก์ชัน main() โดยทุกโปรแกรมจะต้องมีฟังก์ชัน main() ทำหน้าที่เป็นฟังก์ชันหลักในการทำงานในการประมวลผลโปรแกรมทุกครั้งฟังก์ชันหลักของภาษาซี คือ ฟังก์ชัน main() ซึ่งโปรแกรมภาษาซีทุกโปรแกรมจะต้องมีฟังก์ชันนี้อยู่ในโปรแกรมเสมอ จะเห็นได้จากชื่อฟังก์ชันคือ main แปลว่า “หลัก” ดังนั้น การเขียนโปรแกรมภาษาซีจึงขาดฟังก์ชันนี้ไปไม่ได้ โดยขอบเขตของฟังก์ชันจะถูกกำหนดด้วยเครื่องหมาย { และ } กล่าวคือ การทำงานของฟังก์ชันจะเริ่มต้นที่เครื่องหมาย { และจะสิ้นสุดที่เครื่องหมาย } ฟังก์ชัน main() สามารถเขียนในรูปแบบของ int main ก็ได้ มีความหมายเหมือนกัน คือ หมายความว่า ฟังก์ชัน main() จะไม่มีอาร์กิวเมนต์ (Argument) คือไม่มีการรับค่าใด ๆ เข้ามาประมวลผลภายในฟังก์ชัน และจะมีการคืนค่ากลับออกไปจากฟังก์ชันด้วย

Argument คือ ตัวรับค่าเข้ามาในฟังก์ชัน

Parameter คือ ค่าที่ส่งไปยังฟังก์ชันค่า Argument และ Parameter ต้องเป็นข้อมูลชนิดเดียวกัน เช่น หากกำหนดให้ Argument เป็นข้อมูลชนิดตัวอักษรแล้วค่า Parameter ที่ส่งไปก็ต้องเป็นชนิดตัวอักษรด้วย ภาพที่ 2-6 argument และ parameter

```

1: #include <stdio.h>
2: void show (char a) -----> Argument รับตัวอักษร 'a' มาในฟังก์ชัน
3: {
4:     printf("%c",a) ;
5: }
6: void main(void) Parameter ส่งตัวอักษร 'a' ไปยังฟังก์ชัน show( )
7: {
8:     show('a') ;
9: }
```

ภาพที่ 2-6 argument และ parameter

ที่มา <https://www.yupparaj.ac.th/thanphisit/bot1-3.html>

3) ส่วนรายละเอียดของโปรแกรม

เป็นส่วนของการเขียนคำสั่งต่าง ๆ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ในการเขียนคำสั่งจะเขียนภายในเครื่องหมายปีกกาเปิด { และเครื่องหมายปีกกาปิด } โดยปกติส่วนของการเขียนโปรแกรมจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของการประกาศตัวแปร คือ ส่วนที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรที่จะใช้งานในการเขียนโปรแกรม และส่วนของคำสั่ง หรือ ฟังก์ชันต่าง ๆ คือ ส่วนที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรที่จะใช้งานในการเขียนโปรแกรมพิมพ์ฟังก์ชันเสร็จแล้วจะต้องปิดท้ายด้วยเครื่องหมายเซมิโคลอน ; เสมอ

4) ส่วนของการเปิดโปรแกรมและปิดโปรแกรม

ตามโครงสร้างของภาษาซีจะต้องมีการกำหนดจุดเริ่มต้นและจบโปรแกรม โดยในที่นี้ใช้เครื่องหมายปีกกาเปิด { ในการระบุตำแหน่งการเริ่มต้นโปรแกรม และใช้เครื่องหมายปีกกาปิด } ในการระบุตำแหน่งการจบโปรแกรม

2.3.2 Comment ในภาษาซี

เป็นส่วนของโปรแกรมที่คอมไพเลอร์ไม่ต้องคอมไพล์ หมายความว่า เมื่อคอมไพเลอร์ทำการคอมไพล์มาถึงส่วนของ Comment คอมไพเลอร์จะข้ามส่วนนั้นไปโดยไม่ต้องคอมไพล์ การใช้คอมเมนต์ในโปรแกรมจะมี 2 ลักษณะ คือ ใช้ Comment อธิบายความหมายของโปรแกรมในส่วนนั้น ซึ่งคำอธิบายนี้จะทำให้เราทราบ การทำงานของโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในกรณีที่โปรแกรมนั้นถูกเขียนไว้นานแล้ว เมื่อนำกลับมาใช้ใหม่ Comment จะช่วยให้เราเข้าใจการทำงานของโปรแกรมได้เร็วขึ้น และใช้ Comment เพื่อหยุดการทำงานบางส่วนของโปรแกรมชั่วคราว ซึ่งใช้ในกรณีที่เราต้องการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมเป็นส่วน ๆ วิธีนี้มีประโยชน์สำหรับการตรวจสอบโปรแกรมที่มีความยาวมาก กล่าวคือ ถ้าต้องการให้ส่วนใดของโปรแกรมหยุดทำงานชั่วคราว เราก็จัดให้ส่วนนั้นเป็นคอมเมนต์ เมื่อรันโปรแกรมผลที่ได้จะมาจากส่วนอื่นที่เหลืออยู่ ด้วยวิธีการนี้จะช่วยให้เราสามารถเข้าใจการทำงาน และค้นหาความผิดในโปรแกรมได้เร็วขึ้น การคอมเมนต์ในภาษาซีมี 2 แบบ ดังนี้

1) Line Comment

เป็น Comment บรรทัดเดียว ใช้เครื่องหมาย // ซึ่ง Comment ประเภทนี้จะมีผลต่อบรรทัดหรือข้อความที่อยู่หลัง เครื่องหมาย // เพียงบรรทัดเดียวเท่านั้น ดังนั้นถ้าต้องการทำ comment หลาย ๆ บรรทัด จึงต้องเขียน // ในทุก ๆ บรรทัดที่ทำ Comment ดังภาพที่ 2-7

```

1 | #include <stdio.h>
2 |
3 | int main(void)
4 | {
5 |
6 |     // This is
7 |     // block
8 |     // comment
9 |     printf("Hello world\n");
10 |
11 |     return 0;
12 | }

```

ภาพที่ 2-7 การทำ Comment โดยใช้เครื่องหมาย //

ที่มา <https://www.yupparaj.ac.th/thanphisit/bot1-4.html>

2) Block Comment เป็น Comment หลายบรรทัด ที่ใช้ได้หลายบรรทัด การเขียน Comment ประเภทนี้ใช้เครื่องหมาย /* และ */ ข้อความใดที่อยู่ในเครื่องหมาย /* และ */ จะเป็น Comment ทั้งหมด เช่น

/* ต่อไปนี้เป็น Comment แบบหลายบรรทัด

บรรทัดนี้ก็เป็น Comment

Comment จะไม่มีผลต่อโปรแกรม

ภายใน Comment สามารถเขียนผิดหลักไวยากรณ์ภาษาได้

เพราะ Compiler ไม่สนใจ Comment

*/ ดังภาพที่ 2-8

```

1 | #include <stdio.h>
2 |
3 | int main(void)
4 | {
5 |
6 |     /* This is
7 |     block
8 |     comment */
9 |     printf("Hello world\n");
10 |
11 |     return 0;
12 | }

```

ภาพที่ 2-8 การทำ Comment หลายบรรทัด

ที่มา <https://www.yupparaj.ac.th/thanphisit/bot1-4.html>

แต่การใช้ Block Comment มีข้อควรระวังก็คือ Code ที่เราจะ Comment นั้นห้ามมี Block Comment อยู่ (ห้าม Block Comment ซ้อนกัน) จะทำให้ Compile ไม่ผ่านได้ ดังภาพที่ 2-9

```

1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5
6      /* This is
7      /*block */
8      comment */
9      printf("Hello world\n");
10
11     return 0;
12 }
```

ภาพที่ 2-9 การทำ Comment หลายบรรทัด ที่ไม่ถูกต้อง

ที่มา <https://www.yupparaj.ac.th/thanphisit/bot1-4.html>

2.3.3 กฎการตั้งชื่อ

ภาษาซีมีกฎในการตั้งชื่อให้กับ Identifier ซึ่งได้แก่ ตัวแปร, ฟังก์ชัน และเลเบล ดังนี้

- 1) ชื่อที่ตั้งจะต้องไม่ซ้ำกับคำสงวน (Reserved Word) ดังภาพที่ 2-10

asm	default	for	pascal	switch	_ds
auto	do	goto	register	typedef	_es
break	double	huge	return	union	_ss
case	else	if	short	unsigned	
cdecl	enum	int	signed	void	
char	extern	interrupt	sizeof	volatile	
const	far	long	static	while	
continue	float	near	struct	_cs	

ภาพที่ 2-10 คำสงวนที่ห้ามตั้งชื่อ

ที่มา <https://www.yupparaj.ac.th/thanphisit/bot1-5.html>

2) ชื่อต่าง ๆ ที่ตั้งจะเป็นแบบ Case-Sensitive หมายความว่าตัวอักษรใหญ่กับตัวอักษรเล็ก ถือว่าเป็นคนละตัวกัน เช่น TEST, Test, test, tEst ถือว่าเป็นคนละชื่อกัน

3) ชื่อจะต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษรหรือเครื่องหมาย Underscore (_) เท่านั้น จะขึ้นต้นด้วยตัวเลขไม่ได้ แต่ภายในชื่อสามารถประกอบด้วยตัวอักษร เครื่องหมาย Underscore หรือตัวเลขก็ได้ เช่น TEST_VALUE, HELLO123, h1_T2, _UserName เป็นต้น

4) การตั้งชื่อจะเว้นวรรค (มีช่องว่างหรือแท็บภายในชื่อ) ไม่ได้

5) การตั้งชื่อจะประกอบด้วยอักขระพิเศษ เช่น \$, @, #, &, ไม่ได้ ดังภาพที่ 2-11

ชื่อที่ถูกต้อง	ชื่อที่ไม่ถูกต้อง
Y	\$Zero เพราะชื่อมีอักขระพิเศษคือ \$
odd_passwd	User name เพราะชื่อมีช่องว่าง
y1	7catty เพราะชื่อขึ้นต้นด้วยตัวเลข
_black	for เพราะชื่อซ้ำกับคำสงวนในภาษาซี
YAHOO	day%number เพราะชื่อมีอักขระพิเศษคือ %

ภาพที่ 2-11 ตัวอย่างการตั้งชื่อที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง

ที่มา <https://www.yupparaj.ac.th/thanphisit/bot1-5.html>

2.3.4 ตัวอย่างการเขียนโค้ดภาษาซี

```
int led = 13;           //ตัวแปร led มีค่า = 13 หรือ ตั้งค่า led ที่พอร์ต 13

void setup() {
    pinMode(led, OUTPUT);    //กำหนดให้ตัวแปร led เป็น Output
}

void loop() {
    digitalWrite(led, HIGH);    //สั่งให้ตัวแปร led เป็นสถานะ High
    delay(1000);                //หน่วงเวลาไว้ 1000 ms หรือ 1s
    digitalWrite(led, LOW);     //สั่งให้ตัวแปร led เป็นสถานะ Low
    delay(1000);                //หน่วงเวลาไว้ 1000 ms หรือ 1s
}
```


2.4 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

การออกแบบและสร้างชุดทดลองเป็นขั้นตอนสำคัญ ชุดทดลองที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน รองรับการปรับปรุงเพิ่มเติมได้ง่าย และมีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดความรู้หรือทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์จำเป็นต้องคำนึงถึงโครงสร้างพื้นฐานของระบบ กระบวนการออกแบบชุดทดลองพื้นฐาน คือ การเลือกบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เหมาะสม พิจารณาจากความสามารถและราคาของบอร์ด การกำหนดวงจรอินพุต/เอาต์พุต เช่น เซ็นเซอร์, LED, มอเตอร์ เป็นต้น การพัฒนาโค้ดควบคุมให้เหมาะสมกับการทดลอง เขียนโค้ดเพื่อควบคุมการทำงาน และการ ทดสอบ ทดลองการทำงานจริง และปรับแก้ไขได้ แนวคิดการออกแบบชุดทดลอง ดังต่อไปนี้

2.4.1 คุณสมบัติพื้นฐานของชุดทดลอง

- 1) ความยืดหยุ่นในการใช้งาน: รองรับการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือโมดูลต่าง ๆ ได้ง่าย
- 2) ความปลอดภัย: มีระบบป้องกันการลัดวงจรและแรงดันไฟเกิน
- 3) ความสะดวกในการเชื่อมต่อ: มีอินเตอร์เฟซที่เข้ากันได้กับอุปกรณ์ภายนอก เช่น เซ็นเซอร์ มอเตอร์ และหน้าจอแสดงผล
- 4) ต้นทุนคุ้มค่า: ใช้ส่วนประกอบที่หาได้ง่ายและราคาไม่สูง

2.4.2 การเลือกใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

- 1) ฮาร์ดแวร์
 - บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Raspberry Pi, Arduino, ESP32
 - โมดูลเสริม เช่น เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ, โมดูลวัดความชื้น, รีเลย์ควบคุม
 - หน้าจอแสดงผล เช่น LCD หรือ OLED
- 2) ซอฟต์แวร์
 - ภาษาโปรแกรม เช่น Python, C/C++, MicroPython
 - เครื่องมือพัฒนา เช่น Arduino IDE, Thonny IDE

2.4.3 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

วงจรแหล่งจ่ายไฟควรมีการควบคุมแรงดันที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ ออกแบบวงจรเชื่อมต่อเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ขับเคลื่อน (เช่น มอเตอร์) ให้รองรับการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ใช้ตัวต้านทานและไดโอดป้องกันกระแสไฟเกิน

2.4.4 การสร้างโครงสร้างทางกายภาพ ดังนี้

- วัสดุควรเป็นพลาสติก ABS หรืออะลูมิเนียมน้ำหนักเบา
- ออกแบบให้มีช่องสำหรับการเสียบอุปกรณ์และถอดเปลี่ยนได้สะดวก
- ควรมีระบบระบายความร้อนในกรณีใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีกำลังประมวลผลสูง

สุดท้ายการสร้างชุดทดลองที่ดีจะช่วยให้การเรียนรู้และการทดลองมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในงานวิจัยหรือโครงการจริงได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางและเปรียบเทียบผลการศึกษา โดยสรุปได้ดังนี้

บุญเจตน์ (2564) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดทดลองเรื่อง "ชุดทดลองปัญญาประดิษฐ์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวและภาษาไพธอน" ผลวิจัยปรากฏว่า การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน โดยประเมินชุดทดลองจาก 2 ด้าน ผลปรากฏว่า ด้านชุดทดลองภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.72, S = 0.26) และด้านเอกสารประกอบการทดลองภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน ($\bar{X}$ = 4.62, S = 0.22) และชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.15/85.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

กิตติศักดิ์ (2563) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดทดสอบเรื่อง "ชุดทดสอบและวิเคราะห์ทางกายภาพสำหรับโรคออฟฟิศซินโดรมผ่านแอปพลิเคชัน บนโทรศัพท์มือถือ" ผู้วิจัยได้ทำการนำชุดเครื่องมือทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มดังนี้ 1. เพศหญิง อายุ 20-25 ปี 2. เพศชาย อายุ 45-55 ปี 3. เพศหญิง อายุ 77 ปี พบว่าชุดเครื่องมือสามารถแจ้งเตือน และเก็บผลทดลองไปยังนักกายภาพบำบัด ผลวิจัยปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มมีความแตกต่างของแต่ละช่วงอายุ และ รูปร่าง ทางผู้จัดทำนำข้อมูลที่ได้รับจากนักกายภาพบำบัดมาปรับปรุง ระบบซอฟต์แวร์ต่างๆให้สามารถทำงานตามสภาพ หรือ รูปร่างลักษณะ โดยมีขอบเขตที่จำกัด เนื่องจากบางกรณีบุคคลที่มีรูปร่างของแผ่นหลังที่โค้งงอมากเกินไป และไม่สามารถสวมใส่ชุดเครื่องได้ ทางผู้จัดทำได้เก็บข้อมูลในส่วนนี้เพื่อพัฒนาต่อจากเดิมเพื่อรองรับกับรูปร่างต่างๆ และสามารถใส่ชุดเครื่องมือได้ ในอนาคต

ศิริวรรณ (2549) ได้จัดทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง โปรแกรมภาษาซี ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีค่าเท่ากับ 81.67/80.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดใน
สมมุติฐาน แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนได้

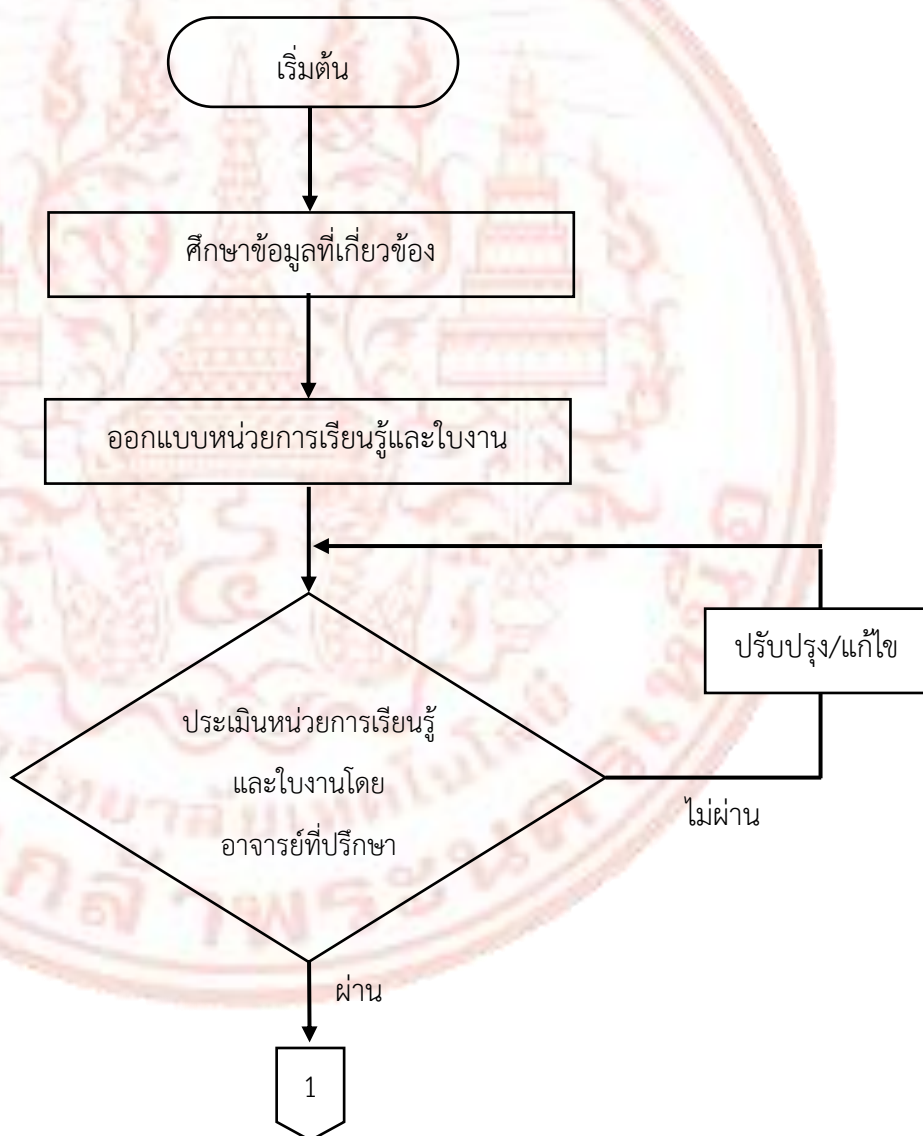
สุภาวดี (2564) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดทดลองเรื่อง "พัฒนาสื่อการเรียนรู้บอร์ด
Kidbright ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านอ่าวปอ" ผลวิจัยปรากฏว่า อุปกรณ์ที่ใช้งาน
บนบอร์ดทดลองสามารถใช้งานได้และสอดคล้องกับหัวข้อการฝึกอบรมทั้ง 6 หัวข้อ ซึ่งผลของการ
ประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน มีความคิดเห็นในระดับมีคุณภาพมากที่สุด ค่าเฉลี่ยอยู่
ที่ 4.93 ซึ่งในด้านโปรแกรมนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นให้คะแนนสูงสุด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.65
สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มทดลองย่อย มีระดับพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.41
โดยมีระดับพึงพอใจสูงสุดอยู่ 2 หัวข้อ คือ ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน และมีความทันสมัย
แปลกใหม่ไปจากการเรียนปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 5.00 จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมนี้ มีความเหมาะสมใน
การนำไปใช้ในการจัดการฝึกอบรมได้

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวม ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดทดลอง ชุดประลอง ชุดการ
สอน แต่ละผู้วิจัยที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ และจะนำมาประยุกต์ปรับใช้กับชุดทดลอง
ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว อย่างเหมาะสมและให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับ
งานวิจัย

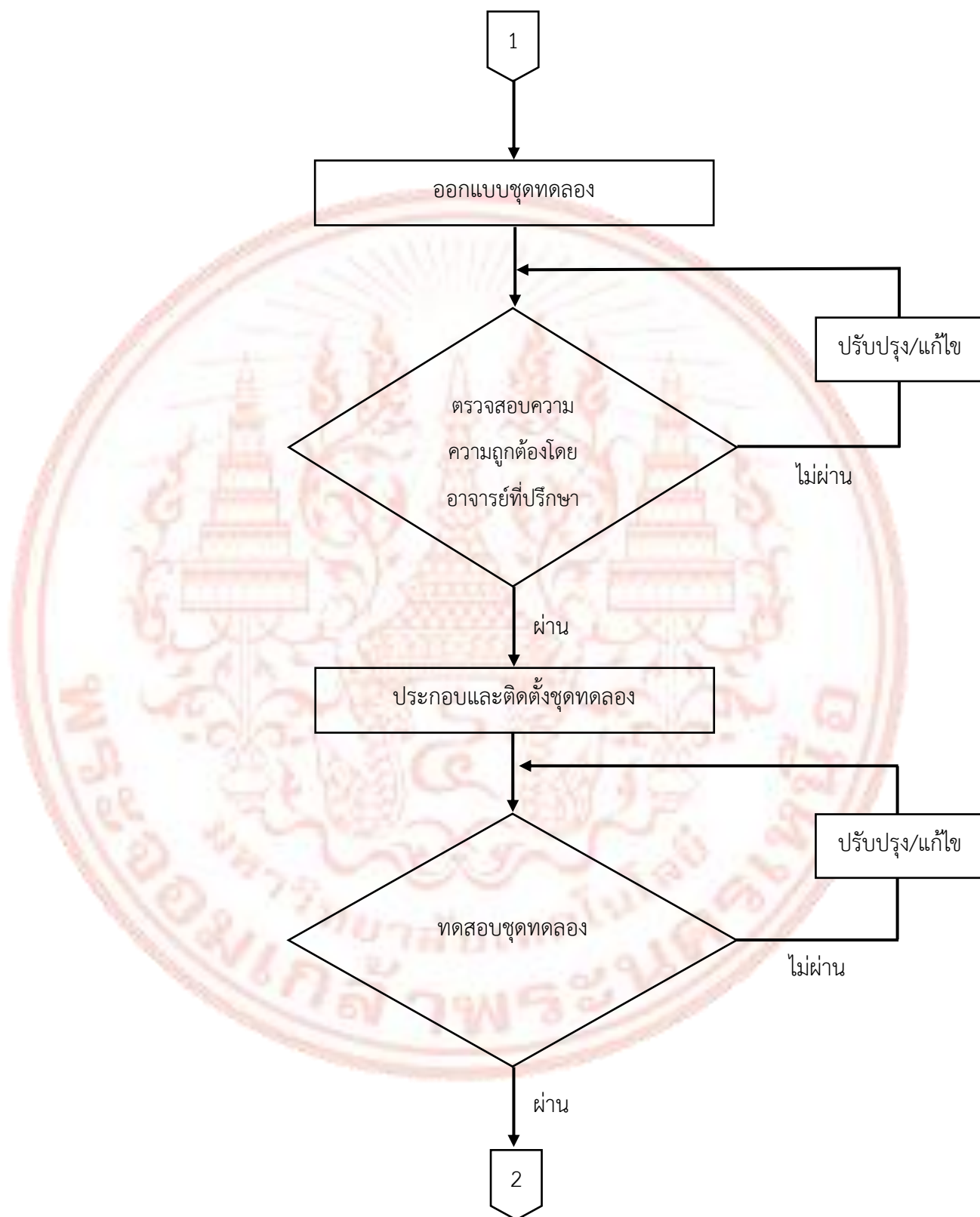
บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

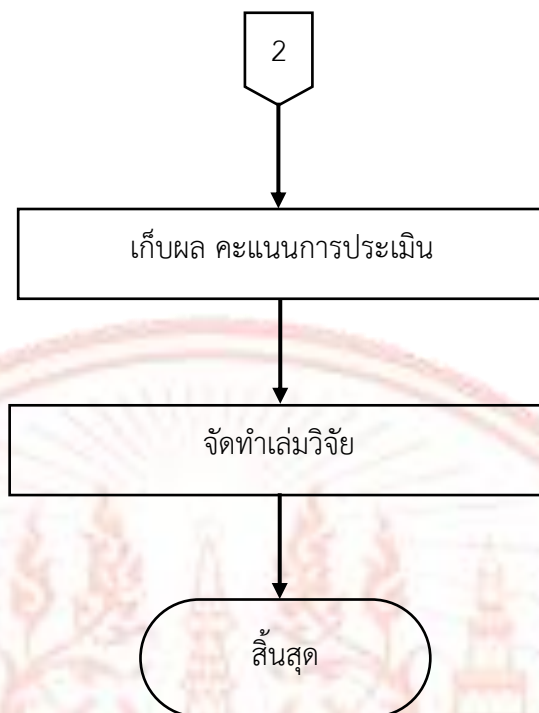
การดำเนินงานของการค้นคว้าอิสระ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์-บอร์ดเดี่ยว ผู้วิจัยได้วางแผน สร้างขั้นตอน เพื่อให้มีแนวทางการปฏิบัติ และขั้นตอนการสร้างที่ถูกต้อง การดำเนินงานของการค้นคว้าอิสระมีขั้นตอนการทำงาน และลำดับการดำเนินการดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน



ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน



ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการค้นคว้าอิสระ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว เป็นการรวมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม บอร์ดควบคุม และอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เข้าไว้ด้วยกันในเครื่องเดียว ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาและออกแบบชุดทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การศึกษาคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว (Single Board Computer)

คอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว คือ คอมพิวเตอร์ที่รวมอุปกรณ์ทุกส่วนการทำงานไว้ในแผงวงจรเดียว เช่น หน่วยประมวลผลกลาง (CPU), หน่วยความจำหลัก (RAM), ช่องเชื่อมต่ออินพุตเอาต์พุต และพอร์ตสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก โดยจุดเด่นของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว มีขนาดเล็กกะทัดรัด ใช้พลังงานน้อย ลดความร้อน ทำให้ประหยัดพลังงาน และมีราคาถูกกว่าคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป แต่ยังคงมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการทำงานที่หลากหลาย

คอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในรูปแบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล การติดตั้งและใช้งานโปรแกรมที่ต้องการภายในระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวได้ สร้างระบบควบคุมอัตโนมัติขนาดเล็ก และโครงงานประดิษฐ์ที่ต้องการการประมวลผล เป็นต้น แต่ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวนั้น คือความเร็วในการประมวลผลที่อยู่ในช่วง 1.5-2 GHz และหน่วยความจำ(RAM) โดยทั่วไปมีประมาณ 4 GB อีกทั้งไม่สามารถเพิ่มฮาร์ดแวร์ภายในได้ (แต่ใน

ปัจจุบันมีหน่วยความจำ(RAM) ให้เลือก ถึง 8 GB) รวมถึงพอร์ตการเชื่อมต่อที่มักรองรับเพียง MiniHDMI ทำให้ต้องใช้หัวแปลงเพิ่มเติม หากต้องการเชื่อมต่อกับพอร์ตแสดงผลแบบอื่น ซึ่งในการทำชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวครั้งนี้ เลือกใช้ Raspberry Pi 5 เป็นคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวของชุดทดลอง



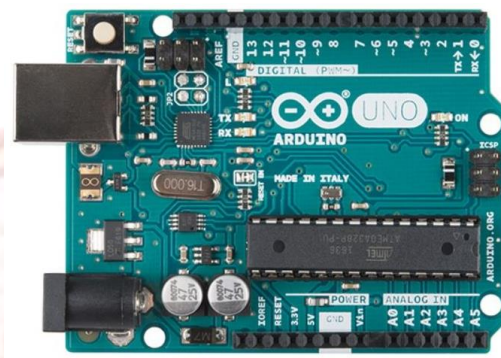
ภาพที่ 3-2 การประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว Raspberry Pi 5
ที่มา <https://m.media-amazon.com/images/I/71G2DDC3-nL.jpg>

Raspberry Pi 5 มีข้อดีคือประสิทธิภาพการประมวลผลที่สูงขึ้น ทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลและทำงานโปรแกรมต่าง ๆ ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีพอร์ตการเชื่อมต่อที่หลากหลายทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เหมาะสำหรับการพัฒนาโครงการ IoT หุ่นยนต์ หรือระบบอัตโนมัติต่างๆ Raspberry Pi 5 จึงเป็นคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวที่ทรงพลังและยืดหยุ่น และจุดสำคัญในการตัดสินใจเลือกคือ มีราคาที่ถูกกว่าเมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว NVIDIA Jetson Nano

3.1.2 การศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ศึกษาสถาปัตยกรรมและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นต่าง ๆ เช่น Arduino UNO R3, Arduino Nano, Arduino Mega, ESP32 เป็นต้น โดยวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของแต่ละรุ่น เพื่อนำมาเปรียบเทียบและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของโครงการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ จึงเลือก Arduino UNO R3 เพราะได้รับความนิยมมากที่สุดในหมู่นักพัฒนาและผู้สนใจ มีตัวอย่าง

มากมายจากผู้ใช้ในปัจจุบัน เข้าใจง่ายและเป็นมิตรต่อผู้ใช้งานใหม่ เมื่อได้รับความนิยมนและมีผู้ใช้งานจำนวนมากจึงมีอุปกรณ์และเซ็นเซอร์มากมายให้เลือกใช้งานกับ Arduino UNO R3



ภาพที่ 3-3 ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino UNO R3

ที่มา <https://www.arduitronics.com/product/65>

3.2 ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้ และใบงาน ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้ เพื่อจัดทำใบงานนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาและอ้างอิงจากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ คำอธิบายรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 20105 - 2015 ดังภาพที่ 3-4

20105-2005	ไมโครคอนโทรลเลอร์ Microcontroller	1-4-3
อ้างอิงมาตรฐาน มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน หลักสูตรการฝึกอบรมระดับฝีมือ รหัสหลักสูตร 0920084190205 การประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัวในโรงงานอุตสาหกรรม ระดับ 1		
ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา เขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบและทดสอบวงจรต่าง ๆ ที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์		
จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้ 1. ผู้และเข้าใจโครงสร้าง หลักการทำงาน ชุดคำสั่งและการเขียนโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ 2. มีทักษะการใช้ชุดคำสั่ง และการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ 3. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ มีกึ๋นใฝ่ในการค้นคว้าเพิ่มเติม ปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ คำนึงถึงความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ และรักษาภาพแวดล้อม ความถูกต้องและปลอดภัย 4. สามารถประกอบและทดสอบวงจรที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์		
สมรรถนะรายวิชา 1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 2. เขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ 3. ประกอบและทดสอบวงจรที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 4. ประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์		
คำอธิบายรายวิชา ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ในส่วนประกอบต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ อินพุต-เอาต์พุตต่าง ๆ และวงจรเชื่อมต่อ ชุดคำสั่งและการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ การเขียนโปรแกรม ประกอบ ทดสอบการทำงานของวงจรที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์		

ภาพที่ 3-4 คำอธิบายรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อออกแบบหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้ เพื่อจัดทำใบงาน สำเร็จแล้วได้ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และได้แก้ไขตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยจึงสรุปเป็นเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน 7 ใบงาน ดังต่อไปนี้

ใบงานที่ 1 เรื่อง แนะนำโครงสร้างชุดทดลองและการแสดงผลด้วย LED บน Arduino UNO R3

- Blink LED on board

ใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ LED

- LED 1 หลอด
- LED 2 หลอด
- LED 5 หลอด
- 7-Segment

ใบงานที่ 3 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสวิตช์

- Active HIGH
- Active LOW

ใบงานที่ 4 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลด้วยจอแสดงผล

- Serial Monitor
- LCD 16x2
- LCD , OLED

ใบงานที่ 5 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสัญญาณ Analog

- Pulse Width Modulation (PWM) ควบคุม LED
- ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แสดงผลทาง Serial Monitor
- ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ควบคุมการทำงานของ LED
- Pulse Width Modulation (PWM) ควบคุม DC Motor

ใบงานที่ 6 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับ

- Infrared , PIR
- Ultrasonic
- DHT 22

ใบงานที่ 7 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์

- Servo
- Stepper Motor

3.3 สร้างเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน

ผู้วิจัยได้สร้างเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน 7 ใบงาน โดยประกอบไปด้วย จุดประสงค์ เครื่องมือ ขั้นตอนในการปฏิบัติ ตัวอย่างการต่อวงจร โปรแกรมคำสั่งภาษาซี ลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติงานนั้นๆ และการสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างการต่อวงจรในใบงานที่ 2

4. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม LED 1 หลอด ดังต่อไปนี้

```
const int led1 = 7;
void setup() {
  pinMode(led1, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(led1, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led1, LOW);
  delay(1000);
}
```

ภาพที่ 3-6 ตัวอย่างโปรแกรมคำสั่งในใบงานที่ 2

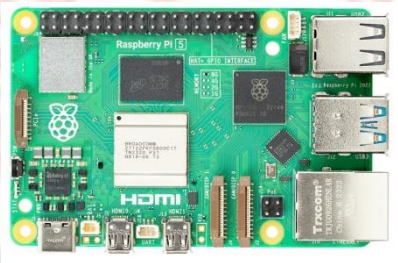
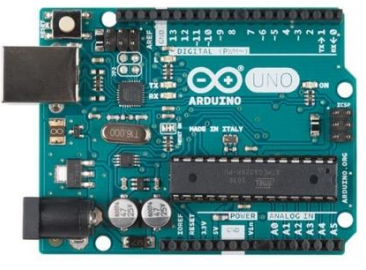
3.4 สร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว

ในการสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ประกอบไปด้วย

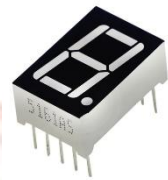
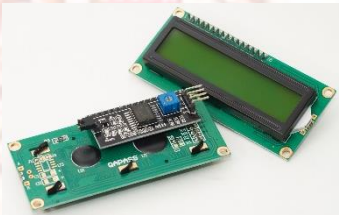
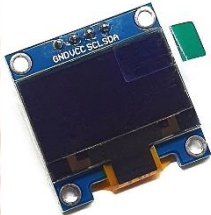
3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง

หลังจากสร้างเอกสารสำหรับการปฏิบัติงานแล้ว ทำการเลือกอุปกรณ์ที่กำหนดในงาน เพื่อทำการออกแบบวงจร schematic diagram โดยออกแบบด้วยโปรแกรม EasyEDA เตรียมอุปกรณ์เพื่อนำมาใช้งานในชุดทดลองต่อไป มีรายชื่ออุปกรณ์ดังตารางที่ 3-1

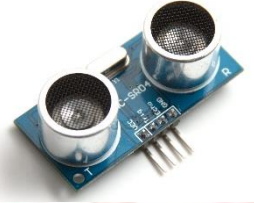
ตารางที่ 3-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง

รายชื่ออุปกรณ์	ภาพอุปกรณ์
Raspberry Pi 5	
Arduino UNO R3	
LED	
สวิตช์กดติดปล่อยดับ	

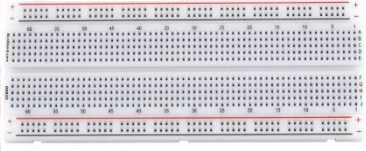
ตารางที่ 3-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง (ต่อ)

รายชื่ออุปกรณ์	ภาพอุปกรณ์
7-Segment	
ตัวต้านทานปรับค่าได้	
จอ LCD 16x2 I2C	
จอ LCD TFT	
จอ OLED	
DC Motor	

ตารางที่ 3-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง (ต่อ)

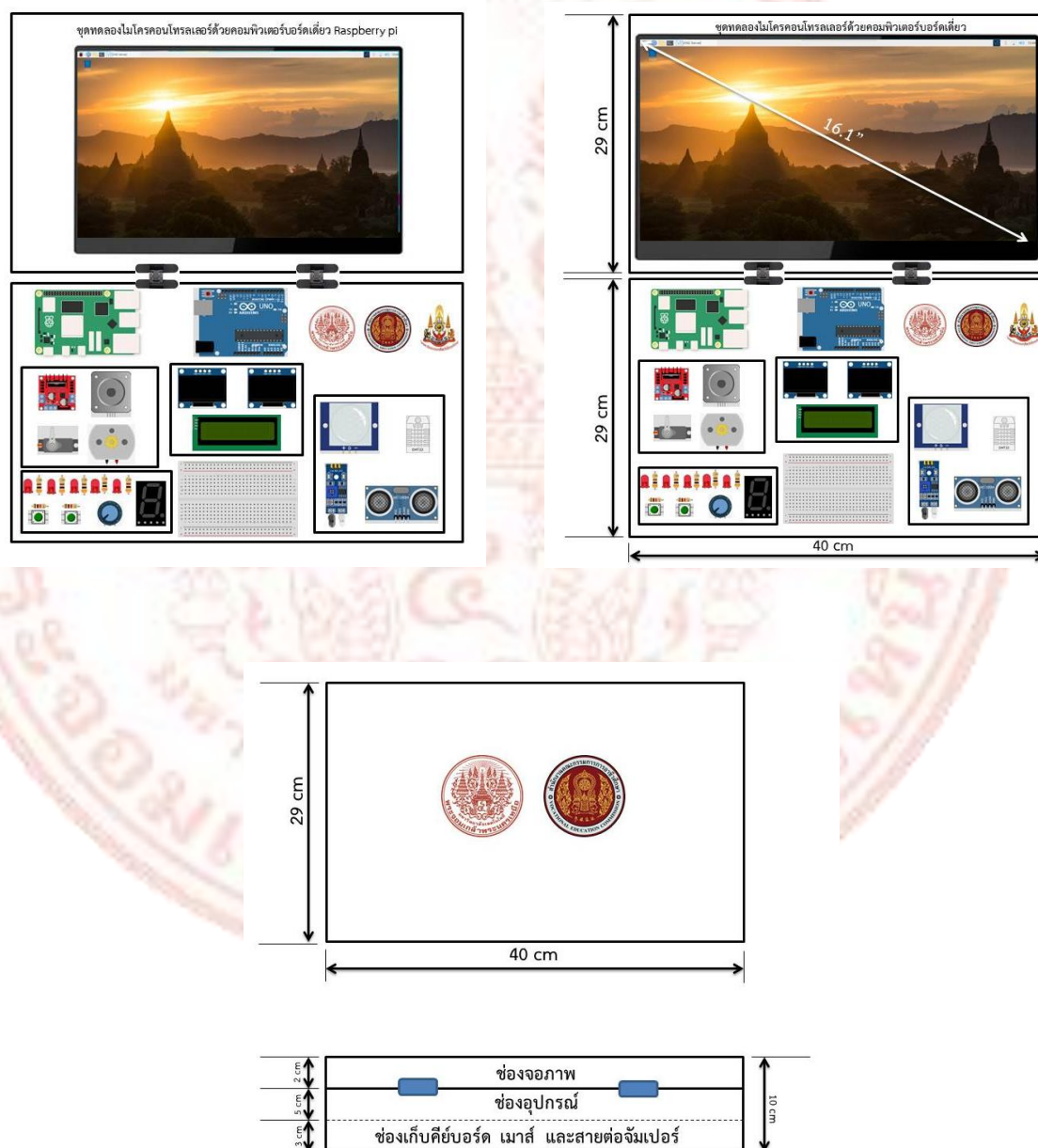
รายชื่ออุปกรณ์	ภาพอุปกรณ์
Drive Motor Module	
Infrared sensor	
PIR sensor	
Ultrasonic sensor	
DHT 22	
Servo	

ตารางที่ 3-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลอง (ต่อ)

รายชื่ออุปกรณ์	ภาพอุปกรณ์
Stepper Motor	
Drive Stepper Motor Module	
2 Relay Module	
Proximity sensor	
breadboard	

3.4.2 ออกแบบชุดทดลอง

ได้นำภาพของอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้งานในชุดทดลองไปทำแบบร่างโครงสร้างด้วยโปรแกรม Power Point เพื่อเป็นต้นแบบของชุดทดลอง และแบบร่างเพื่อนำไปเขียนวงจรใน EasyEDA และอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ตรวจสอบความเหมาะสมของชิ้นงาน ความสวยงาม และความถูกต้อง ดังภาพที่ 3-7

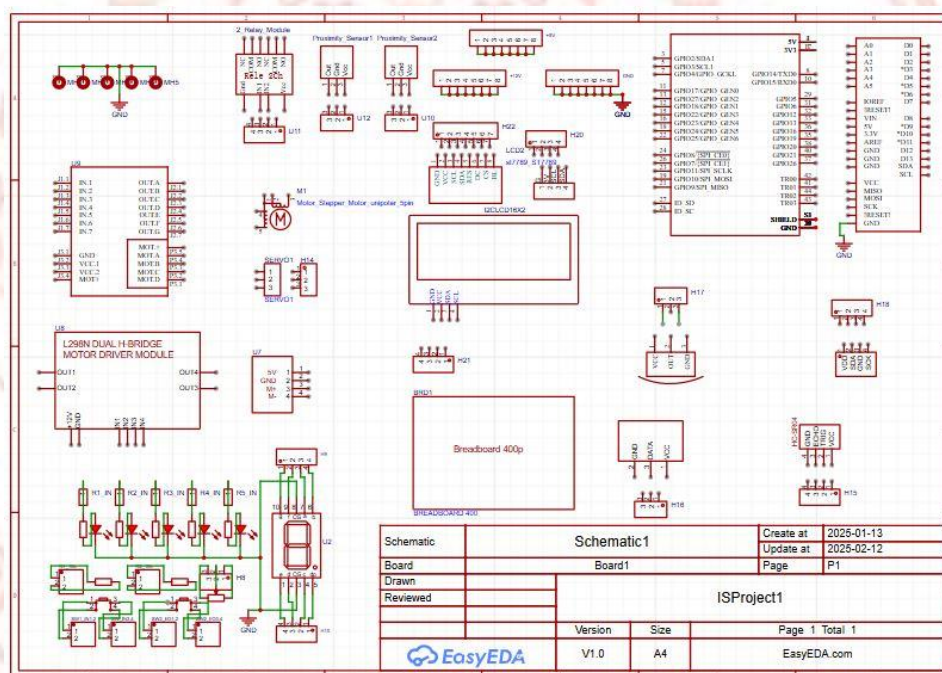


ภาพที่ 3-7 แบบร่างชุดทดลอง

3.4.3 ออกแบบวงจรและแผ่น PCB (Printed Circuit Board)

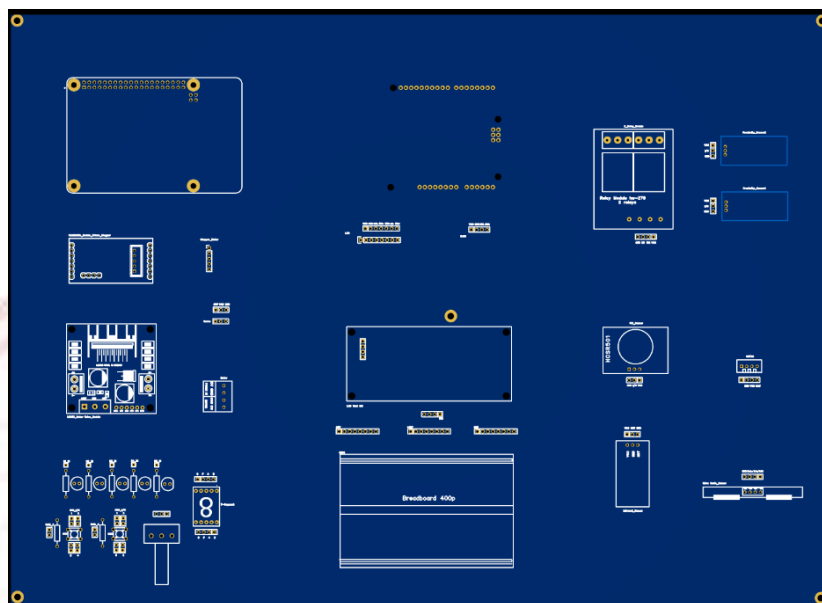
การออกแบบวงจรและแผ่น PCB เป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาและสร้างชุดทดลอง เพื่อสร้างต้นแบบวงจรที่สามารถใช้งานได้จริง ขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การวางแผนและออกแบบทั้งในส่วนของวงจรไฟฟ้า Schematic Diagram โดยออกแบบด้วยโปรแกรม EasyEDA และสร้างแผ่น PCB โดยจะวางอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับขนาดของแผ่น PCB

การออกแบบวงจรจะสร้างแผนผังวงจรไฟฟ้า Schematic Diagram เพื่อกำหนดการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ ขั้นตอนนี้ต้องคำนึงถึงความถูกต้องของอุปกรณ์ที่เลือกใช้และการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3-8



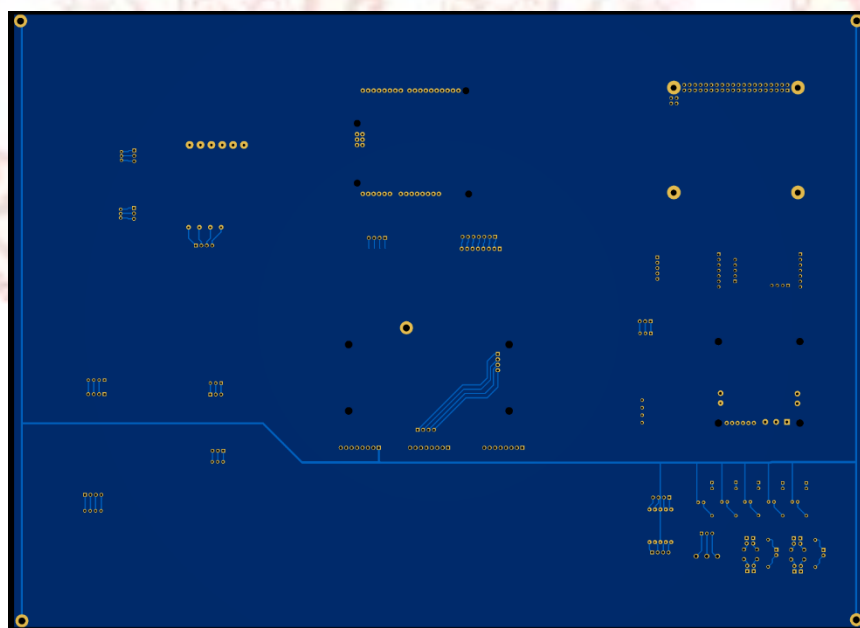
ภาพที่ 3-8 วงจร Schematic Diagram ของชุดทดลอง

เมื่อได้แผนผังวงจรที่สมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการออกแบบแผ่น PCB ซึ่งออกแบบโดยโปรแกรม EasyEDA ในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นลำดับแรก คือการตั้งขนาด Board outline เพื่อเป็นการกำหนดขนาดของแผ่น PCB เมื่อกำหนดขนาดตามที่ต้องการใช้งานแล้ว จัดวางอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันให้อยู่ใกล้กัน เพื่อลดความยาวของลายวงจร จัดเรียงอุปกรณ์ให้มีความสมดุลกับแผ่น PCB เพื่อความสะดวกในการบัดกรีและการบำรุงรักษา ดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 จัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ บนแผ่น PCB

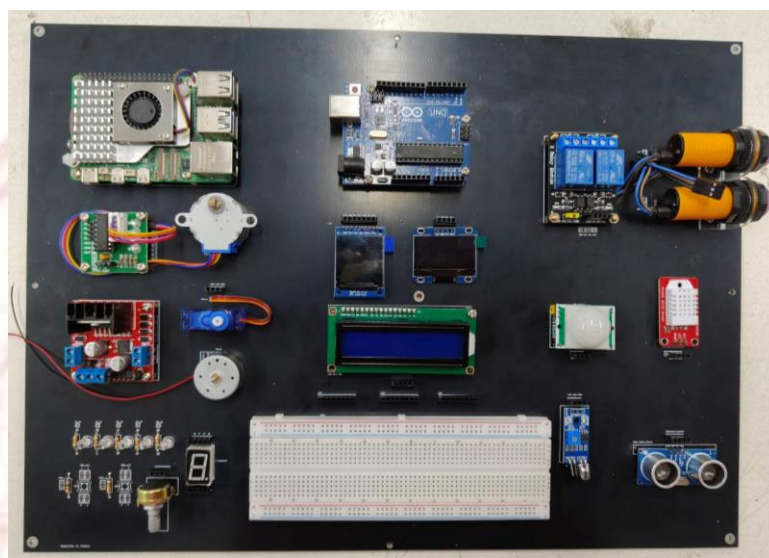
จากนั้นทำการลากลายวงจร (Routing) ใช้ลายทองแดงที่มีความกว้างที่เหมาะสม ตรวจสอบและปรับปรุง (Design Rule Check - DRC) ตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบผ่านระบบ DRC เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดก่อนการผลิตจริง จากนั้น Export ออกมาเป็นไฟล์ Gerber เพื่อทำการสั่งทำแผ่น PCB ต่อไป ดังภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 ลากลายทองแดงอุปกรณ์ต่าง ๆ บนแผ่น PCB

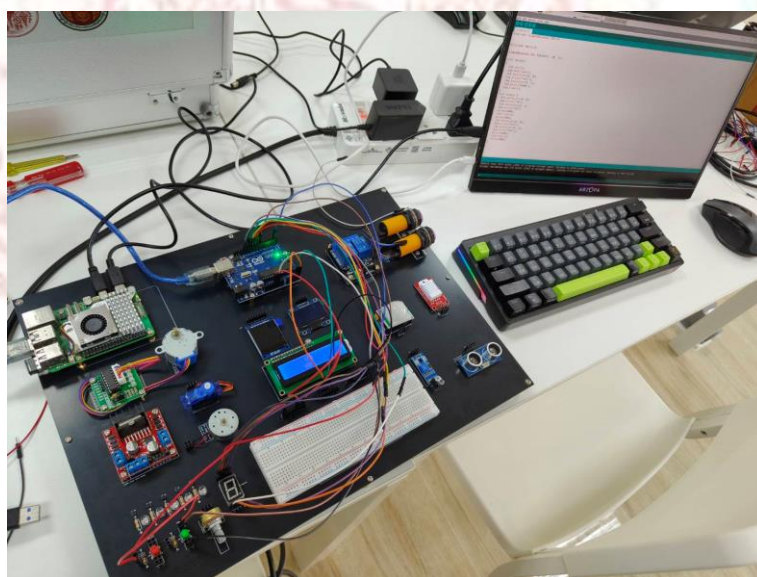
3.4.4 ลงอุปกรณ์บนแผ่น PCB

ทำการลงอุปกรณ์จริง บัดกรีและแก้ไขบางจุดที่บกพร่อง เช่น รูที่จะลงขาของอุปกรณ์นั้น เล็กเกินไป ทำการใช้แท่นสว่านเจาะรู เพื่อให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผ่น PCB ได้ ดังภาพที่ 3-11



ภาพที่ 3-11 แผ่น PCB ที่ติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว

และทดสอบอุปกรณ์ก่อนที่จะประกอบกล่องของชุดทดลอง จะทดสอบทุกอุปกรณ์ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ดังภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 ทดสอบอุปกรณ์บนชุดทดลอง

3.4.5 ออกแบบสั่งกล่องชุดทดลอง

ติดต่อร้านผลิตกล่องชุดทดลอง โดยส่งข้อมูลของชุดทดลอง ประกอบด้วย ขนาดของแผ่น PCB ขนาดของจอภาพ ความกว้าง ความสูง ในแบบร่างให้ทางร้านผู้ผลิต ดังภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 ติดต่อร้านสั่งผลิตกล่องของชุดทดลอง

3.4.6 ติดตั้งและประกอบชุดทดลอง

ทำการติดตั้งจอ แผ่น PCB ที่ติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ภาคว่าจ่ายไฟ ระบบความปลอดภัยให้พร้อมใช้งาน และแก้ไขจุดที่บกพร่อง ของชุดทดลอง ดังภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 ประกอบชุดทดลอง

3.5 สถิติที่ใช้งานวิจัย

3.5.1 แบบประเมิน

แบบประเมินความเหมาะสมของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองโดยถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน ซึ่งแบบประเมินมีทั้งหมด 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ ตอนที่ 2 แบบประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ในตอนที่ 2 นี้มีทั้งหมด 2 ด้าน คือ ด้านเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน ด้านชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยได้ประเมินความเหมาะสมของชุดทดลองซึ่งลักษณะของแบบประเมิน เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

โดยกำหนดค่าความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

คะแนนระดับ 5	หมายถึง	มากที่สุด
คะแนนระดับ 4	หมายถึง	มาก
คะแนนระดับ 3	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนระดับ 2	หมายถึง	น้อย
คะแนนระดับ 1	หมายถึง	น้อยที่สุด

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้ กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายซึ่งการให้ความหมาย ของค่าเฉลี่ยเป็นช่วงคะแนนและเป็นรายชื่อ ดังนี้

คะแนนระดับ 5	ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51–5.00	หมายถึง	มากที่สุด
คะแนนระดับ 4	ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51–4.50	หมายถึง	มาก
คะแนนระดับ 3	ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51–3.50	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนระดับ 2	ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51–2.50	หมายถึง	น้อย
คะแนนระดับ 1	ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00–1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

3.5.2 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

3.5.2.1 การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูล

3.5.2.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - \bar{x})}{n-1}}$$

โดยที่ S.D. คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X คือ จำนวนของข้อมูล
 $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
 n คือ จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากขั้นตอนการดำเนินงานการค้นคว้าอิสระ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว ที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 กระบวนการสุดท้ายเป็นผลการดำเนินงานจากการพัฒนาชุดทดลองนั้น เพื่อให้เป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดไว้ การดำเนินงานของการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้สามารถแบ่งผลการดำเนินงานได้ ดังนี้

4.1 ผลการดำเนินงานด้านชุดทดลอง

4.2 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

4.1 ผลการดำเนินงานด้านชุดทดลอง

ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว มีผลการดำเนินงาน 2 ส่วน ได้แก่

4.1.1 ชุดทดลอง

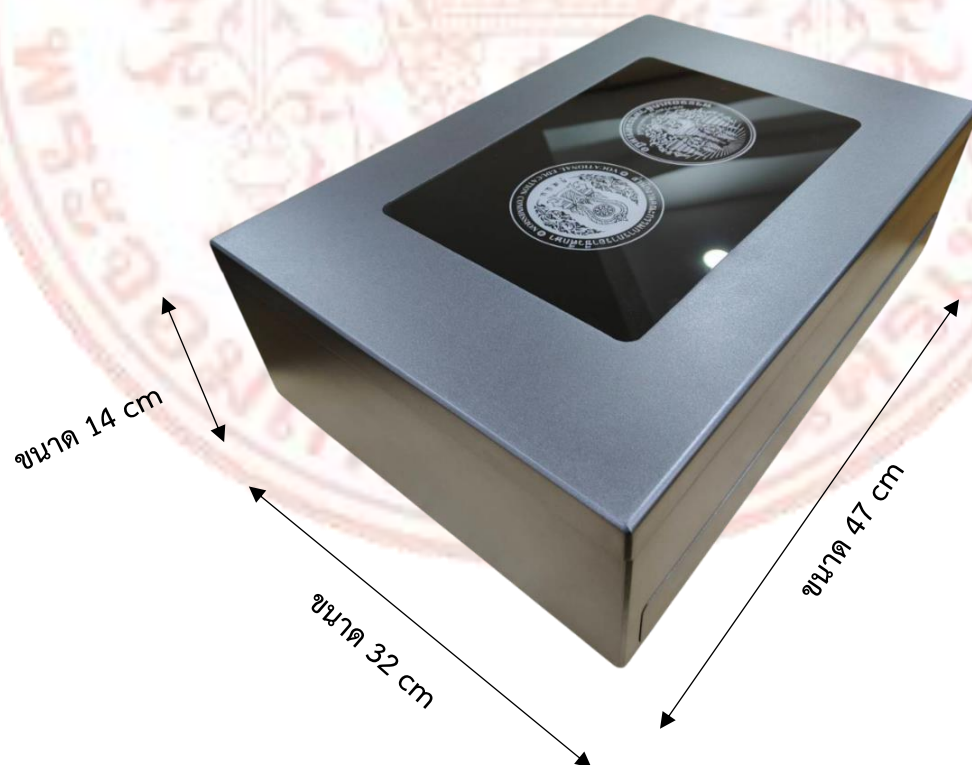
จากการดำเนินงานออกแบบ ติดตั้งคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด อุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ รวมอยู่ในบอร์ดเดี่ยวเรียบร้อยแล้วนั้น จึงขอเสนอผลการดำเนินงานด้านชุดฝึกซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



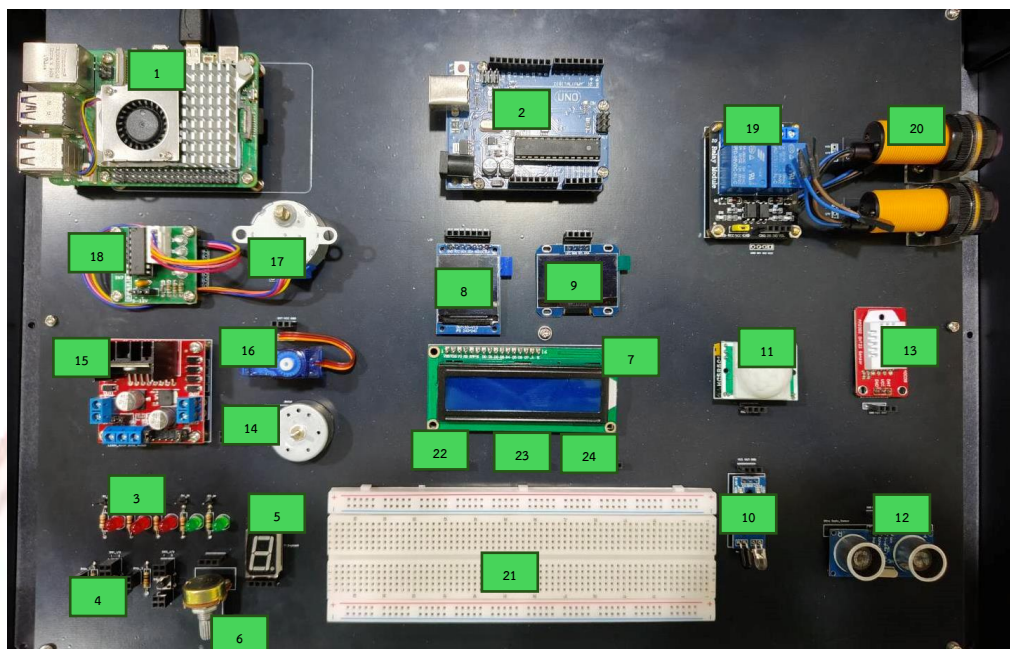
ภาพที่ 4-1 กล่องชุดทดลองเปิดฝาพร้อมใช้งาน



ภาพที่ 4-2 กล่องชุดทดลองปิดอุปกรณ์เป็นพิมพ์และเมาส์



ภาพที่ 4-3 ขนาดของชุดทดลอง



ภาพที่ 4-4 รายละเอียดส่วนต่างๆ ของชุดทดลอง

ตารางที่ 4-1 ตำแหน่งและรายละเอียดอุปกรณ์บนชุดทดลอง

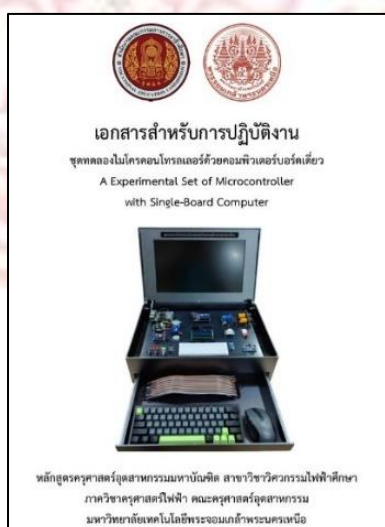
หมายเลข	รายการ
1	Raspberry Pi 5
2	Arduino UNO R3
3	LED
4	สวิตช์กดติดปล่อยดับ
5	7-Segment
6	ตัวต้านทานปรับค่าได้
7	จอ LCD 16x2 I2C
8	จอ LCD TFT
9	จอ OLED
10	Infrared sensor
11	PIR sensor
12	Ultrasonic sensor
13	DHT 22
14	DC Motor
15	Drive Motor Module
16	Servo

ตารางที่ 4-1 ตำแหน่งและรายละเอียดอุปกรณ์บนชุดทดลอง (ต่อ)

หมายเลข	รายการ
17	Stepper Motor
18	Drive Stepper Motor Module
19	2 Relay Module
20	Proximity sensor
21	breadboard
22	VCC +5 V
23	VCC +12 V
24	GND

4.1.2 เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน 7 ใบงาน จำนวนทั้งหมด 80 หน้า ดังนี้

- 1) ใบงานที่ 1 เรื่อง แนะนำโครงสร้างชุดทดลองและการแสดงผลด้วย LED บน Arduino UNO R3 จำนวน 2 หน้า
- 2) ใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ LED จำนวน 17 หน้า
- 3) ใบงานที่ 3 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสวิตช์ จำนวน 25 หน้า
- 4) ใบงานที่ 4 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลด้วยจอแสดงผล จำนวน 12 หน้า
- 5) ใบงานที่ 5 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสัญญาณ Analog จำนวน 7 หน้า
- 6) ใบงานที่ 6 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับ จำนวน 13 หน้า
- 7) ใบงานที่ 7 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ จำนวน 4 หน้า



ภาพที่ 4-5 ปกเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน

4.1.3 ไฟล์นำเสนอ

ไฟล์เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน ออกแบบและจัดทำเอกสารด้วยโปรแกรม PowerPoint โดยไฟล์นำเสนอประกอบไปด้วย 7 ไฟล์ ดังนี้

- 1) ไฟล์นำเสนอที่ 1 เรื่อง แนะนำโครงสร้างชุดทดลองและการแสดงผลด้วย LED บน Arduino UNO R3
- 2) ไฟล์นำเสนอที่ 2 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ LED
- 3) ไฟล์นำเสนอที่ 3 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสวิทช์
- 4) ไฟล์นำเสนอที่ 4 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลด้วยจอแสดงผล
- 5) ไฟล์นำเสนอที่ 5 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมสัญญาณ Analog
- 6) ไฟล์นำเสนอที่ 6 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับ
- 7) ไฟล์นำเสนอที่ 7 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์

4.2 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว มีรายการประเมินทั้งหมด 17 ข้อ ผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินชุดทดลอง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว			
1. ใบงานมีวัตถุประสงค์ที่ครอบคลุมต่อการใช้งานในปัจจุบัน	4.57	0.53	มากที่สุด
2. ใบงานมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.86	0.38	มากที่สุด
3. ใบงานมีเนื้อหาที่ถูกต้อง	4.86	0.38	มากที่สุด
4. ใบงานมีภาพตัวอย่างการต่อวงจร ที่สวยงาม น่าสนใจ และถูกต้อง	4.71	0.49	มากที่สุด
5. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน	4.43	0.53	มาก
6. ใบงานมีอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.57	0.53	มากที่สุด
7. ใบงานมีคำอธิบายตัวอย่าง ที่เข้าใจง่าย และเหมาะสม	4.71	0.49	มากที่สุด
8. ข้อความสั่งตัวอย่างสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	4.86	0.38	มากที่สุด
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว			
9. ชุดทดลองมีระบบความปลอดภัยในการใช้งาน	4.71	0.49	มากที่สุด
10. ชุดทดลองมีขนาดหน้าจอดีที่เหมาะสมต่อการเขียนโปรแกรม	4.86	0.38	มากที่สุด
11. ชุดทดลองมีอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ที่หลากหลาย	4.71	0.49	มากที่สุด
12. ชุดทดลองมีระบบภาคจ่ายไฟที่เพียงพอต่อการใช้งาน	4.71	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินชุดทดลอง (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
13. ชุดทดลองกะทัดรัด เคลื่อนย้ายสะดวก	4.57	0.53	มากที่สุด
14. ชุดทดลองใช้งานได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน	4.57	0.53	มากที่สุด
15. ชุดทดลองลดเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ จากวิธีการทั่วไป	4.86	0.38	มากที่สุด
16. อุปกรณ์และเซ็นเซอร์มีสัญลักษณ์บอกตำแหน่ง ชื่อของขา ต่างๆ	4.57	0.53	มากที่สุด
17. ชุดทดลองสามารถนำไปทดลองและประยุกต์ใช้งานได้จริง	4.86	0.38	มากที่สุด
รวม	4.71		มากที่สุด

จากตารางที่ 4-4 ผลการประเมินรวมของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน พบว่า ผลประเมินชุดทดลองอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$) โดยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อวิเคราะห์พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อที่ 2 ใบบางมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ข้อที่ 3 ใบบางมีเนื้อหาที่ถูกต้อง ข้อที่ 8 โค้ดคำสั่งตัวอย่างสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง ข้อที่ 10 ชุดทดลองมีขนาดหน้าจอดีเหมาะสมต่อการเขียนโปรแกรม ข้อที่ 15 ชุดทดลองลดเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ จากวิธีการทั่วไป ข้อที่ 17 ชุดทดลองสามารถนำไปทดลองและประยุกต์ใช้งานได้จริง อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.38) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือ ข้อที่ 5 ใบบางมีเนื้อหาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.53)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การค้นคว้าอิสระนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว 2) เพื่อประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ผู้วิจัยได้ดำเนินการค้นคว้าอิสระ พัฒนาและสร้างชุดทดลอง ประกอบด้วย ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน 7 ใบงาน และไฟล์นำเสนอด้วยโปรแกรม Power Point หลังจากนั้นได้ดำเนินการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน ตรวจสอบและประเมินชุดทดลอง เพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง การประเมินชุดทดลองของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน มีผลการประเมินดังนี้ ผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุดเช่นกัน ($\bar{X} = 4.71$) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน มีจุดเด่นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นตรงกัน ได้แก่ ใบงานมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนและครอบคลุมต่อการใช้งานปัจจุบัน เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีความถูกต้อง และมีภาพประกอบที่ชัดเจน น่าสนใจ ช่วยเสริมความเข้าใจในการต่อวงจรได้ดี นอกจากนี้ ใบงานยังมีตัวอย่างโค้ดคำสั่งที่เข้าใจง่ายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง อย่างไรก็ตาม ข้อที่ได้คะแนนน้อยสุด คือ ข้อที่ 5 ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน ซึ่งแม้จะยังอยู่ในระดับ มาก แต่แสดงให้เห็นว่า อาจมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาเนื้อหาเพิ่มเติม เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว โดยมีข้อดีเด่นชัด ในเรื่องของความปลอดภัยในการใช้งาน ขนาดหน้าจอดีที่เหมาะสม อุปกรณ์และเซ็นเซอร์ที่หลากหลาย ระบบจ่ายไฟที่เพียงพอ ขนาดกะทัดรัด เคลื่อนย้ายสะดวก และลดเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ อุปกรณ์ยังมีสัญลักษณ์บอกตำแหน่งและชื่อขา ทำให้สะดวกต่อการใช้งานจริง

แม้ว่าผลการประเมินชุดทดลอง จะอยู่ในระดับ มากที่สุด แต่ยังมีข้อสังเกตบางประการ เช่น เนื้อหาในใบงานบางส่วนอาจยังไม่กระตุ้นการเรียนรู้ได้มากพอ จึงควรพัฒนาเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติให้มากขึ้น รวมถึงการออกแบบกิจกรรมให้ผู้ใช้งานชุดทดลอง ได้ออกแบบวงจร เขียนโปรแกรม และสร้างระบบด้วยตนเอง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ กระตุ้นความอยากรู้ และเกิดความท้าทายในการเรียนรู้

สรุปได้ว่าทั้งเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน และชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ มีประสิทธิภาพในการใช้งานจริง และสามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้ดี อย่างไรก็ตาม ควรพัฒนาเนื้อหาและใบงานบางจุดเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิผลทางการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากที่ได้พัฒนาและสร้าง ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

- 1) ในการใช้งานชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ขนาดของตัวหนังสือบนแผ่น PCB มีขนาดเล็ก
- 2) ขั้นตอน และลำดับการปฏิบัติ ในเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน ยังมีบางใบงานที่ไม่ละเอียด ซึ่งอาจทำให้ผู้ปฏิบัติหรือผู้ทดลองสับสนและไม่เข้าใจ
- 3) เนื่องจากตัวชุดทดลองได้ใช้บอร์ด Raspberry Pi5 ในการประมวลผลซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณมาก ดังนั้นในการนำชุดทดลองไปใช้งาน ควรเลือกใช้สายไฟเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟที่ได้มาตรฐาน มีกระแสไฟฟ้าที่เพียงพอต่อการใช้งาน

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

- 1) การพัฒนาชุดทดลองในครั้งต่อไป ควรศึกษาอุปกรณ์ในโปรแกรม EasyEDA ให้ละเอียดในการออกแบบและเลือก Foot print ในขั้นตอนเขียนวงจร Schematic Diagram และสร้างแผ่น PCB เพื่อป้องกันความผิดพลาด ให้สัญลักษณ์อุปกรณ์บนแผ่น PCB มีขนาดที่ตรงกัน กับขนาดของอุปกรณ์จริง
- 2) การพัฒนาชุดทดลองในครั้งต่อไป ควรสร้างแผ่น PCB ทดลองจริงก่อน เช่น สร้างแผ่น PCB ด้วยตนเอง หรือติดต่อร้านที่รับผลิต PCB ภายในประเทศ และทดลองลงอุปกรณ์จริงก่อนที่จะสั่งผลิตแผ่น PCB จากต่างประเทศ เพราะหากเกิดข้อผิดพลาดแล้วจะแก้ไขปัญหาที่ยากลำบาก
- 3) ควรพัฒนาสื่อนำเสนอเอกสารการปฏิบัติ ให้มีความหลากหลาย เช่น ภาพการต่อวงจร Schematic Diagram ภาพการต่อวงจรด้วยอุปกรณ์จริง เป็นต้น

บรรณานุกรม

บุญเจตน์ แจ่มจันทร์. ชุดทดลองปัญหาประดิษฐ์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวและภาษาไพธอน.

สารนิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2564.

กิตติศักดิ์ โคมน้อย. ชุดทดสอบและวิเคราะห์ทางกายภาพสำหรับโรคอปฟิสิกซ์อินโทรมผ่าน
แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ. สารนิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2563

สุภาวดี ธรรมดี. พัฒนาลือการเรียนรู้บอร์ด Kidbright ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน
บ้านอ่าวปอ. สารนิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2564

ศิริวรรณ คำภักดี. การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ
มัลติมีเดีย เรื่อง โปรแกรมภาษาซี. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549

ข้อมูลออนไลน์

คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว (Single Board Computer) ทางเลือกที่คุ้มค่า. https://www.nsm.or.th/nsm/index.php/th/node/4254?utm_source=chatgpt.com

ภาษาคอมพิวเตอร์. http://www.sr.ac.th/sr_com/page_310.html

บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4. <https://www.yupparaj.ac.th/thanphisit/index.html>

Single-Board Computer คืออะไร ? รู้จักคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวกัน ว่าเทพยังไง?

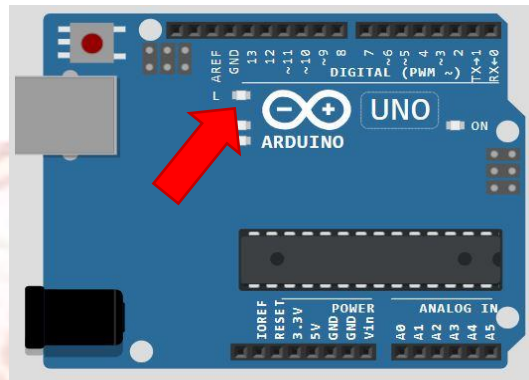
<https://tips.thaiware.com/2541.html>

ภาคผนวก ก
เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน
ตัวอย่าง ใบงานที่ 1 - 4



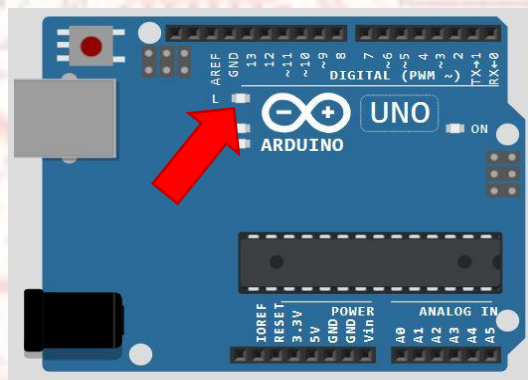
	ใบงานที่ 1 เรื่อง LED on Arduino Board
	ชื่อ - สกุล..... รหัสประจำตัว..... ระดับชั้น..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
จุดประสงค์ 1. ใช้งานโปรแกรม Arduino IDE ได้ 2. ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมภาษาซีได้ 3. เขียนโปรแกรมให้ LED on Arduino Board ทำงานได้ เครื่องมือและอุปกรณ์ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว ขั้นตอนการปฏิบัติ ใบงานที่ 1 เรื่อง LED on Arduino Board 1. เปิดชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวให้พร้อมทำงาน 2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE 3. เขียนโปรแกรมต่อไปนี้ <pre>void setup() { pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); delay(1000); digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); delay(1000); }</pre> 4. คลิก  Verify บนแถบเมนู 5. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้ Done compiling. Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving 6. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload	

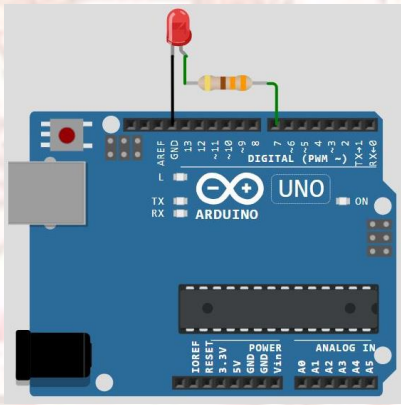
7. สังเกตที่ LED on Arduino Board แล้วสรุปผลการทดลอง



8. หากแก้ไขโปรแกรมโดยปรับที่บรรทัด delay(1000); เป็น delay(500);

9. สังเกตที่ LED on Arduino Board แล้วสรุปผลการทดลอง



	ใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ LED
	ชื่อ - สกุล..... รหัสประจำตัว..... ระดับชั้น..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
จุดประสงค์ 1. ใช้งานโปรแกรม Arduino IDE ได้ 2. ต่อวงจร LED กับ Arduino board ได้ 3. ต่อวงจร 7-Segment กับ Arduino board ได้ 3. เขียนโปรแกรมให้ LED ทำงานได้ 4. เขียนโปรแกรมให้ 7-Segment ทำงานได้ 5. ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมภาษาซีได้ เครื่องมือและอุปกรณ์ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ขั้นตอนการปฏิบัติ ใบงานที่ 2 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ LED 1. เปิดชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวให้พร้อมทำงาน 2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE 3. ต่อวงจร LED 1 หลอด กับ Arduino Board ดังนี้  4. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม LED 1 หลอด ดังต่อไปนี้ <pre> const int led1 = 7; void setup() { pinMode(led1, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(led1, HIGH); delay(1000); digitalWrite(led1, LOW); </pre>	

```
delay(1000);
```

```
}
```



5. คลิก Verify บนแถบเมนู

6. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

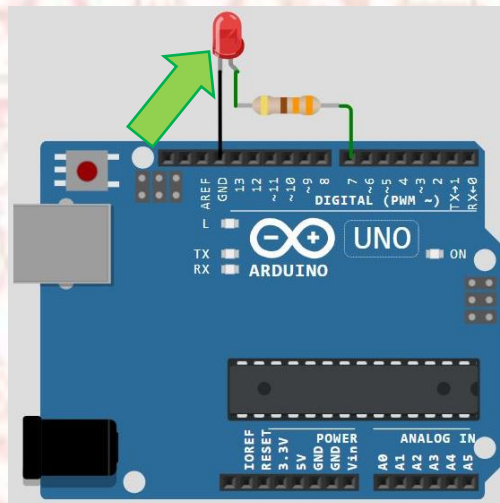
Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving



7. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก Upload

8. สังเกตที่ LED แล้วสรุปผลการทดลอง

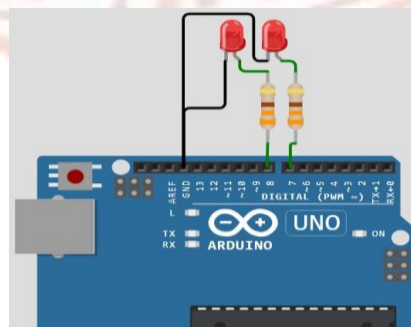


.....

.....

.....

9. ต่อวงจร LED 2 หลอด กับ Arduino Board ตามภาพดังนี้



10. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม LED 2 หลอด ดังต่อไปนี้

```
const int led1 = 7;
const int led2 = 8;

void setup() {
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(led1, HIGH);
  digitalWrite(led2, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led1, LOW);
  digitalWrite(led2, LOW);
  delay(1000);
}
```

11. คลิก  Verify บนแถบเมนู

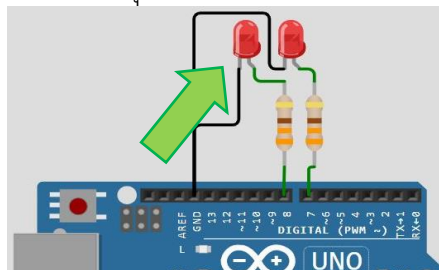
12. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

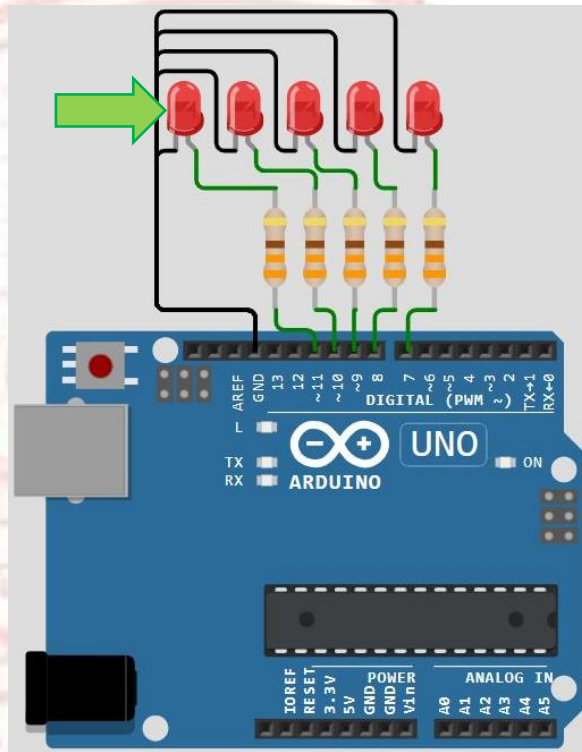
Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

13. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

14. สังเกตที่ LED ทั้ง 2 หลอด แล้วสรุปผลการทดลอง



15. ต่อวงจร LED 5 หลอด กับ Arduino Board ตามภาพดังนี้



16. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม LED 5 หลอด ดังต่อไปนี้

```
const int led1 = 7;
const int led2 = 8;
const int led3 = 9;
const int led4 = 10;
const int led5 = 11;

void setup() {
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  pinMode(led4, OUTPUT);
  pinMode(led5, OUTPUT);
}
```

```

void loop() {
  digitalWrite(led1, HIGH);
  digitalWrite(led2, HIGH);
  digitalWrite(led3, HIGH);
  digitalWrite(led4, HIGH);
  digitalWrite(led5, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led1, LOW);
  digitalWrite(led2, LOW);
  digitalWrite(led3, LOW);
  digitalWrite(led4, LOW);
  digitalWrite(led5, LOW);
  delay(1000);
}

```

17. คลิก  Verify บนแถบเมนู

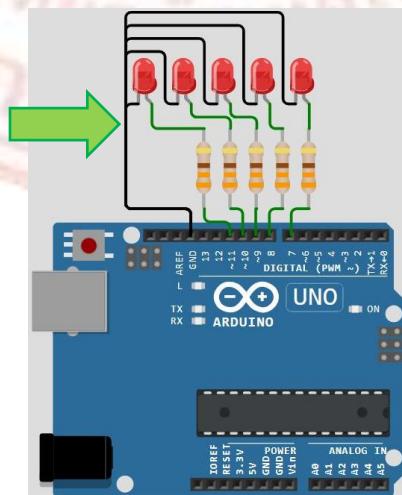
18. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

19. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

20. สังเกตที่ LED ทั้ง 5 หลอด แล้วสรุปผลการทดลอง



.....
.....
.....

21. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม LED 5 หลอด ดังต่อไปนี้

```
const int led1 = 7;  
const int led2 = 8;  
const int led3 = 9;  
const int led4 = 10;  
const int led5 = 11;
```

```
void setup() {  
  pinMode(led1, OUTPUT);  
  pinMode(led2, OUTPUT);  
  pinMode(led3, OUTPUT);  
  pinMode(led4, OUTPUT);  
  pinMode(led5, OUTPUT);  
}
```

```
void loop() {  
  digitalWrite(led1, LOW);  
  digitalWrite(led2, LOW);  
  digitalWrite(led3, LOW);  
  digitalWrite(led4, LOW);  
  digitalWrite(led5, LOW);  
  delay(500);  
  digitalWrite(led1, HIGH);  
  digitalWrite(led2, LOW);  
  digitalWrite(led3, LOW);  
  digitalWrite(led4, LOW);  
  digitalWrite(led5, LOW);  
  delay(500);  
  digitalWrite(led1, HIGH);  
  digitalWrite(led2, HIGH);  
  digitalWrite(led3, LOW);
```

```

digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
delay(500);
digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
delay(500);
digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, HIGH);
digitalWrite(led5, LOW);
delay(500);
digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, HIGH);
digitalWrite(led5, HIGH);
delay(500);
}

```

22. คลิก  Verify บนแถบเมนู

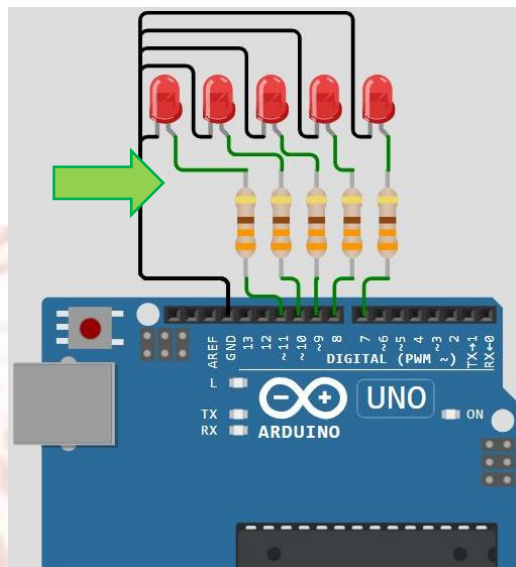
23. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

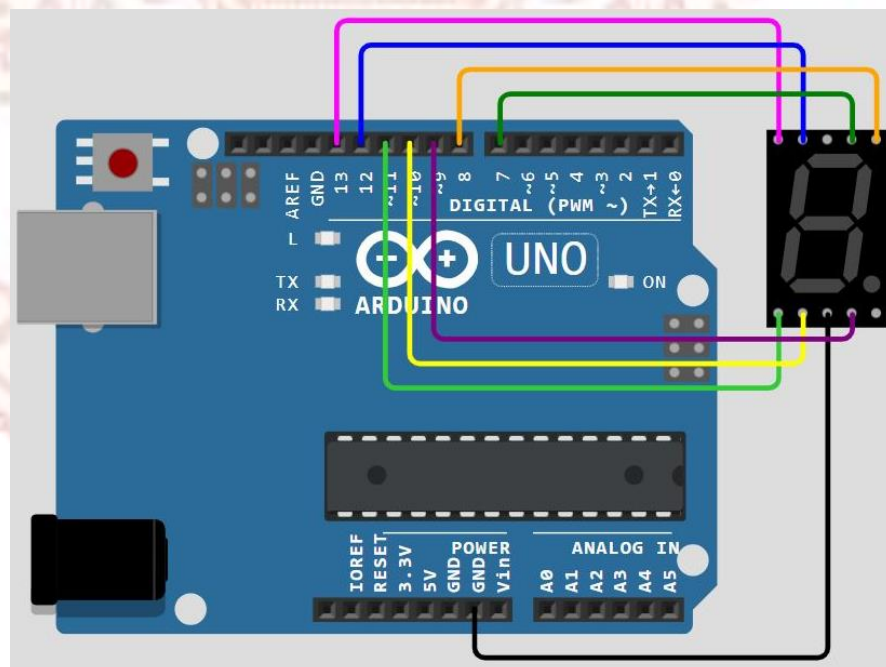
Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

24. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

25. สังเกตที่ LED ทั้ง 5 หลอด แล้วสรุปผลการทดลอง



26. ต่อวงจร 7-Segment กับ Arduino Board ตามภาพดังนี้



27. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม 7-Segment ดังต่อไปนี้

```
const int a = 7;
const int b = 8;
```

```
const int c = 9;
const int d = 10;
const int e = 11;
const int f = 12;
const int g = 13;
void setup() {
  pinMode(a, OUTPUT);
  pinMode(b, OUTPUT);
  pinMode(c, OUTPUT);
  pinMode(d, OUTPUT);
  pinMode(e, OUTPUT);
  pinMode(f, OUTPUT);
  pinMode(g, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(a, HIGH);
  digitalWrite(b, HIGH);
  digitalWrite(c, HIGH);
  digitalWrite(d, HIGH);
  digitalWrite(e, HIGH);
  digitalWrite(f, HIGH);
  digitalWrite(g, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(a, LOW);
  digitalWrite(b, LOW);
  digitalWrite(c, LOW);
  digitalWrite(d, LOW);
  digitalWrite(e, LOW);
  digitalWrite(f, LOW);
  digitalWrite(g, LOW);
  delay(1000);
}
```



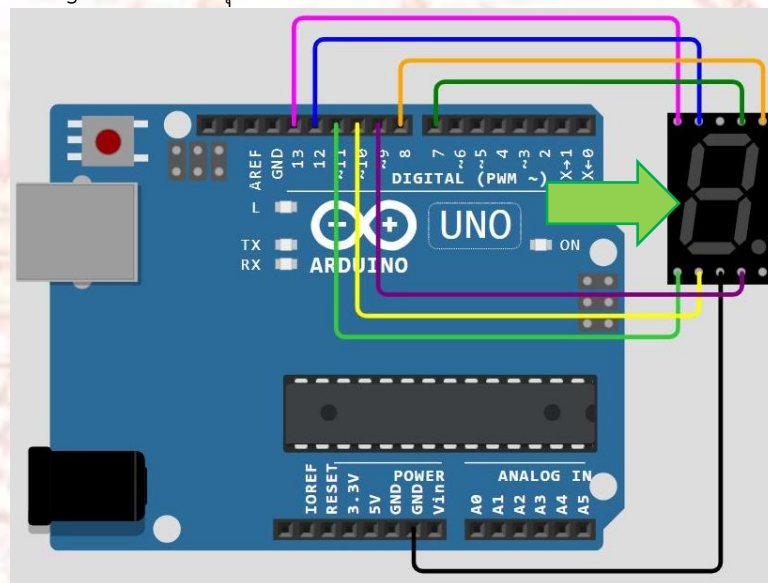
29. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

30. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

31. สังเกตที่ 7-Segment แล้วสรุปผลการทดลอง



32. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม 7-Segment ดังต่อไปนี้

```
const int a = 7;
const int b = 8;
const int c = 9;
const int d = 10;
const int e = 11;
const int f = 12;
const int g = 13;
void setup() {
  pinMode(a, OUTPUT);
  pinMode(b, OUTPUT);
```

```
pinMode(c, OUTPUT);
pinMode(d, OUTPUT);
pinMode(e, OUTPUT);
pinMode(f, OUTPUT);
pinMode(g, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(a, HIGH); // 0
  digitalWrite(b, HIGH);
  digitalWrite(c, HIGH);
  digitalWrite(d, HIGH);
  digitalWrite(e, HIGH);
  digitalWrite(f, HIGH);
  digitalWrite(g, LOW);
  delay(500);
  digitalWrite(a, LOW);
  digitalWrite(b, LOW);
  digitalWrite(c, LOW);
  digitalWrite(d, LOW);
  digitalWrite(e, LOW);
  digitalWrite(f, LOW);
  digitalWrite(g, LOW);
  delay(50);
  digitalWrite(a, LOW); // 1
  digitalWrite(b, HIGH);
  digitalWrite(c, HIGH);
  digitalWrite(d, LOW);
  digitalWrite(e, LOW);
  digitalWrite(f, LOW);
  digitalWrite(g, LOW);
  delay(500);
  digitalWrite(a, LOW);
  digitalWrite(b, LOW);
  digitalWrite(c, LOW);
  digitalWrite(d, LOW);
```



```
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);  
delay(50);  
digitalWrite(a, HIGH); // 2  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, LOW);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, HIGH);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite(a, LOW);  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, LOW);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);  
delay(50);  
digitalWrite(a, HIGH); // 3  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite(a, LOW);  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, LOW);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);
```

```
delay(50);  
digitalWrite(a, LOW); // 4  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, HIGH);  
digitalWrite(g, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite(a, LOW);  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, LOW);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);  
delay(50);  
digitalWrite(a, HIGH); // 5  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, HIGH);  
digitalWrite(g, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite(a, LOW);  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, LOW);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);  
delay(50);  
digitalWrite(a, HIGH); // 6  
digitalWrite(b, LOW);
```

```
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, HIGH);  
digitalWrite(f, HIGH);  
digitalWrite(g, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite(a, LOW);  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, LOW);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);  
delay(50);  
digitalWrite(a, HIGH); // 7  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);  
delay(500);  
digitalWrite(a, LOW);  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, LOW);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);  
delay(50);  
digitalWrite(a, HIGH); // 8  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, HIGH);
```

```

digitalWrite(f, HIGH);
digitalWrite(g, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(a, LOW);
digitalWrite(b, LOW);
digitalWrite(c, LOW);
digitalWrite(d, LOW);
digitalWrite(e, LOW);
digitalWrite(f, LOW);
digitalWrite(g, LOW);
delay(50);
digitalWrite(a, HIGH); // 9
digitalWrite(b, HIGH);
digitalWrite(c, HIGH);
digitalWrite(d, HIGH);
digitalWrite(e, LOW);
digitalWrite(f, HIGH);
digitalWrite(g, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(a, LOW);
digitalWrite(b, LOW);
digitalWrite(c, LOW);
digitalWrite(d, LOW);
digitalWrite(e, LOW);
digitalWrite(f, LOW);
digitalWrite(g, LOW);
delay(50);
}

```

33. คลิก  Verify บนแถบเมนู

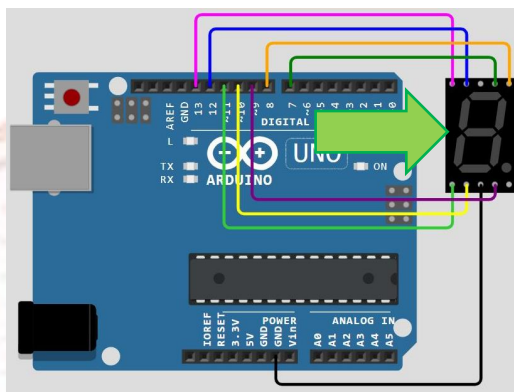
34. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

35. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

36. สังเกตที่ 7-Segment แล้วสรุปผลการทดลอง





ใบงานที่ 3 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสวิตช์

ชื่อ - สกุล..... รหัสประจำตัว.....

ระดับชั้น..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....

จุดประสงค์

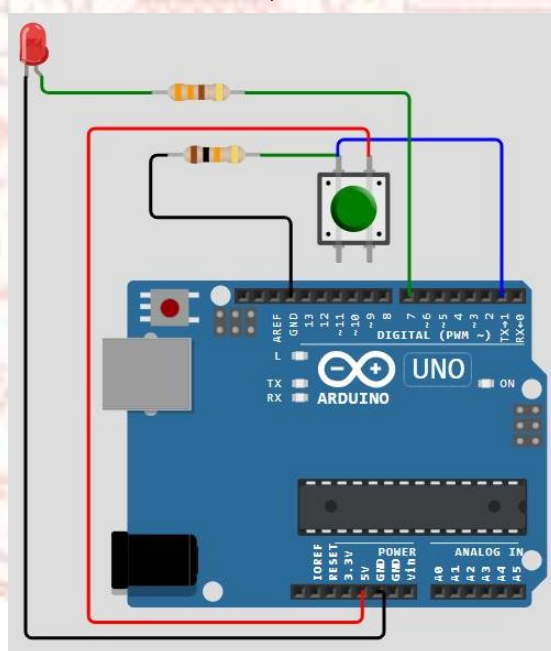
1. ใช้งานโปรแกรม Arduino IDE ได้
2. ต่อวงจร Switch กับ Arduino board ได้
3. เขียนโปรแกรมให้ Switch ควบคุม LED ทำงานได้
4. ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมภาษาซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว

ขั้นตอนการปฏิบัติ ใบงานที่ 3 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสวิตช์

1. เปิดชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวให้พร้อมทำงาน
2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE
3. ต่อวงจรสวิตช์แบบ Active HIGH เพื่อควบคุม LED 1 หลอด ดังนี้



4. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active HIGH เพื่อควบคุม LED 1 หลอด ดังต่อไปนี้

```
const int sw = 1;
const int led = 7;
```

```
void setup() {
  pinMode(sw, INPUT);
```

```

pinMode(led, OUTPUT);
}
void loop() {
  if(digitalRead(sw) == HIGH){
    digitalWrite(led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led, LOW);
  }
}

```



5. คลิก Verify บนแถบเมนู

6. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving



7. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก Upload

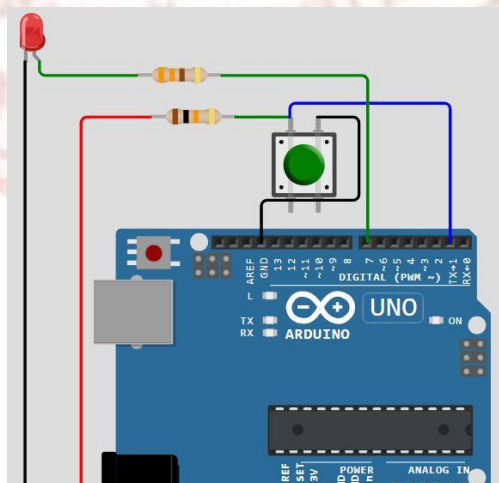
8. สังเกตที่ LED เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

9. ต่อวงจรสวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 1 หลอด ดังนี้



10. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 1 หลอด ดังต่อไปนี้

```
const int sw = 1;
const int led = 7;

void setup() {
  pinMode(sw, INPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
}

void loop() {
  if(digitalRead(sw) == LOW){
    digitalWrite(led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led, LOW);
  }
}
```

11. คลิก  Verify บนแถบเมนู

12. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

13. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

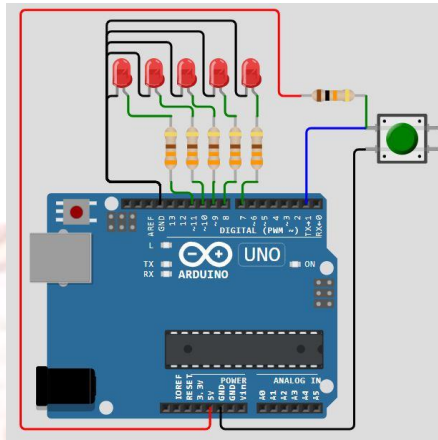
14. สังเกตที่ LED เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

15. ต่อวงจรสวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 5 หลอด ดังนี้



16. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 5 หลอด ดังต่อไปนี้

```
const int sw = 1;
const int led1 = 7;
const int led2 = 8;
const int led3 = 9;
const int led4 = 10;
const int led5 = 11;

void setup() {
  pinMode(sw, INPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  pinMode(led4, OUTPUT);
  pinMode(led5, OUTPUT);
}

void loop() {
  if(digitalRead(sw) == LOW){
    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led3, HIGH);
    digitalWrite(led4, HIGH);
    digitalWrite(led5, HIGH);
  }
}
```

```

else{
    digitalWrite(led1, LOW);
    digitalWrite(led2, LOW);
    digitalWrite(led3, LOW);
    digitalWrite(led4, LOW);
    digitalWrite(led5, LOW);
}
}

```

17. คลิก  Verify บนแถบเมนู

18. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

19. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

20. สังเกตที่ LED 5 หลอด เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

21. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 5 หลอด ดังต่อไปนี้

```

const int sw = 1;
const int led1 = 7;
const int led2 = 8;
const int led3 = 9;
const int led4 = 10;
const int led5 = 11;
void setup() {
    pinMode(sw, INPUT);
    pinMode(led1, OUTPUT);
    pinMode(led2, OUTPUT);
    pinMode(led3, OUTPUT);
    pinMode(led4, OUTPUT);
}

```

```
pinMode(led5, OUTPUT);
}

void loop() {
  if(digitalRead(sw) == LOW){
    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, LOW);
    digitalWrite(led3, LOW);
    digitalWrite(led4, LOW);
    digitalWrite(led5, LOW);
    delay(500);

    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led3, LOW);
    digitalWrite(led4, LOW);
    digitalWrite(led5, LOW);
    delay(500);

    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led3, HIGH);
    digitalWrite(led4, LOW);
    digitalWrite(led5, LOW);
    delay(500);

    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led3, HIGH);
    digitalWrite(led4, HIGH);
    digitalWrite(led5, LOW);
    delay(500);

    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led3, HIGH);
    digitalWrite(led4, HIGH);
    digitalWrite(led5, HIGH);
```

```

    delay(500);
  }
  else{
    digitalWrite(led1, LOW);
    digitalWrite(led2, LOW);
    digitalWrite(led3, LOW);
    digitalWrite(led4, LOW);
    digitalWrite(led5, LOW);
  }
}

```

22. คลิก  Verify บนแถบเมนู

23. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

24. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

25. สังเกตที่ LED 5 หลอด เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

26. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 5 หลอด ดังต่อไปนี้

```

const int sw = 1;
const int led1 = 7;
const int led2 = 8;
const int led3 = 9;
const int led4 = 10;
const int led5 = 11;

```

```

void setup() {
  pinMode(sw, INPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);

```



```
pinMode(led2, OUTPUT);  
pinMode(led3, OUTPUT);  
pinMode(led4, OUTPUT);  
pinMode(led5, OUTPUT);  
}
```

```
void loop() {  
  if(digitalRead(sw) == LOW){  
    digitalWrite(led1, HIGH);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(500);
```

```
    digitalWrite(led1, HIGH);  
    digitalWrite(led2, HIGH);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(500);  
    digitalWrite(led1, HIGH);  
    digitalWrite(led2, HIGH);  
    digitalWrite(led3, HIGH);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(500);  
    digitalWrite(led1, HIGH);  
    digitalWrite(led2, HIGH);  
    digitalWrite(led3, HIGH);  
    digitalWrite(led4, HIGH);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(500);  
    digitalWrite(led1, HIGH);  
    digitalWrite(led2, HIGH);
```

```

digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, HIGH);
digitalWrite(led5, HIGH);
delay(500);
}
else{
digitalWrite(led1, LOW);
digitalWrite(led2, LOW);
digitalWrite(led3, LOW);
digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
}
}

```

27. คลิก  Verify บนแถบเมนู

28. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

29. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

30. สังเกตที่ LED 5 หลอด เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

31. เขียนโปรแกรมคำสั่ง for ให้สวิตช์แบบ Active LOW ควบคุม LED 5 หลอด ดังต่อไปนี้

```

const int sw = 1;
const int led1 = 7;
const int led2 = 8;
const int led3 = 9;
const int led4 = 10;
const int led5 = 11;
int i = 0;

```

```
void setup() {  
    pinMode(sw, INPUT);  
    pinMode(led1, OUTPUT);  
    pinMode(led2, OUTPUT);  
    pinMode(led3, OUTPUT);  
    pinMode(led4, OUTPUT);  
    pinMode(led5, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
    if(digitalRead(sw) == LOW){  
        for (int i = 1; i <= 6; i++){  
            if(i == 1){  
                digitalWrite(led1, HIGH);  
                digitalWrite(led2, LOW);  
                digitalWrite(led3, LOW);  
                digitalWrite(led4, LOW);  
                digitalWrite(led5, LOW);  
                delay(500);  
                digitalWrite(led1, LOW);  
                digitalWrite(led2, LOW);  
                digitalWrite(led3, LOW);  
                digitalWrite(led4, LOW);  
                digitalWrite(led5, LOW);  
                delay(500);  
            }  
            if(i == 2){  
                digitalWrite(led1, LOW);  
                digitalWrite(led2, HIGH);  
                digitalWrite(led3, LOW);  
                digitalWrite(led4, LOW);  
                digitalWrite(led5, LOW);  
                delay(500);  
                digitalWrite(led1, LOW);  
            }  
        }  
    }  
}
```

```
digitalWrite(led2, LOW);  
digitalWrite(led3, LOW);  
digitalWrite(led4, LOW);  
digitalWrite(led5, LOW);  
delay(500);  
}  
if(i == 3){  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, HIGH);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(500);  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(500);  
}  
if(i == 4){  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, HIGH);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(500);  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(500);  
}  
if(i == 5){
```



```
digitalWrite(led1, LOW);  
digitalWrite(led2, LOW);  
digitalWrite(led3, LOW);  
digitalWrite(led4, LOW);  
digitalWrite(led5, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite(led1, LOW);  
digitalWrite(led2, LOW);  
digitalWrite(led3, LOW);  
digitalWrite(led4, LOW);  
digitalWrite(led5, LOW);  
delay(500);  
}  
if(i == 6){  
    digitalWrite(led1, HIGH);  
    digitalWrite(led2, HIGH);  
    digitalWrite(led3, HIGH);  
    digitalWrite(led4, HIGH);  
    digitalWrite(led5, HIGH);  
    delay(200);  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    delay(200);  
    digitalWrite(led1, HIGH);  
    digitalWrite(led2, HIGH);  
    digitalWrite(led3, HIGH);  
    digitalWrite(led4, HIGH);  
    digitalWrite(led5, HIGH);  
    delay(200);  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, LOW);
```

```

digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
delay(200);
digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, HIGH);
digitalWrite(led5, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(led1, LOW);
digitalWrite(led2, LOW);
digitalWrite(led3, LOW);
digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
delay(200);
}
}
return 1;
}
else{
digitalWrite(led1, LOW);
digitalWrite(led2, LOW);
digitalWrite(led3, LOW);
digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
}
}

```

32. คลิก  Verify บนแถบเมนู

33. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

34. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

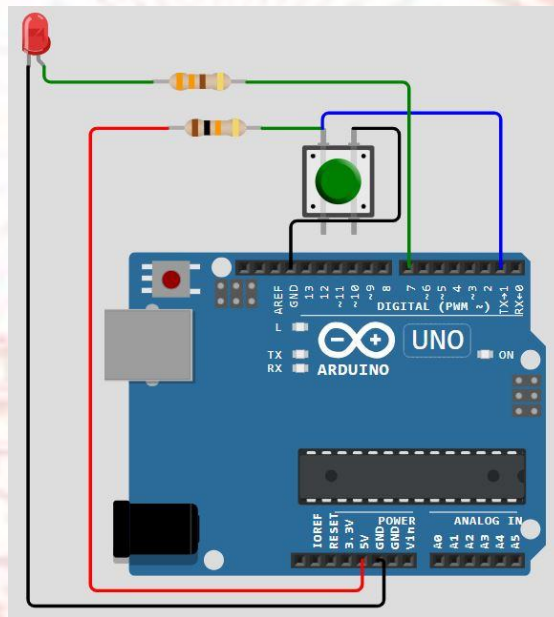
35. สังเกตที่ LED 5 หลอด เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

36. ต่อยางจรสวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 1 หลอด ดังนี้



37. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 1 หลอด ในรูปแบบ Toggle ดังต่อไปนี้

```
const int sw = 1;
const int led = 7;
int led_st = LOW;
int sw_st = 0;
int last_sw_st = 0;

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(sw, INPUT);
}

void loop() {
  sw_st = digitalRead(sw);
  if(last_sw_st == HIGH && sw_st == LOW){
```

```

    led_st = !led_st;
    digitalWrite(led, led_st);
  }
  last_sw_st = sw_st;
  delay(50);
}

```



38. คลิก Verify บนแถบเมนู

39. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving



40. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก Upload

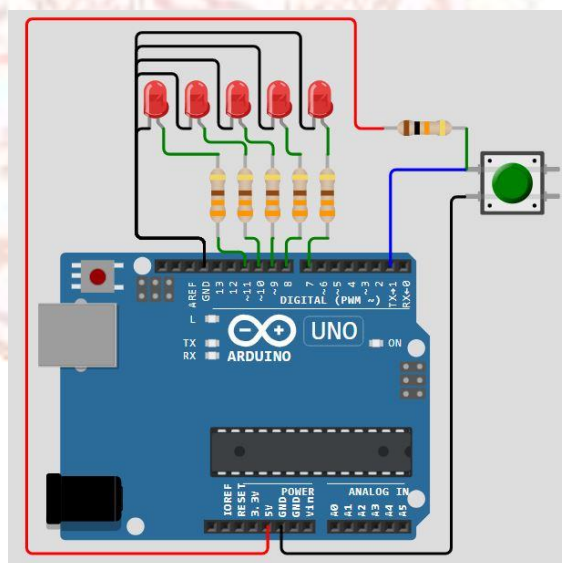
41. สังเกตที่ LED เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

42. ต่อวงจรสวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 5 หลอด ดังนี้



43. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 5 หลอด ในรูปแบบ Toggle ดังต่อไปนี้


```

const int sw = 1;
const int led1 = 7;
const int led2 = 8;
const int led3 = 9;
const int led4 = 10;
const int led5 = 11;
int led_st = LOW;
int sw_st = 0;
int last_sw_st = 0;

void setup() {
  pinMode(sw, INPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  pinMode(led4, OUTPUT);
  pinMode(led5, OUTPUT);
}

void loop() {
  sw_st = digitalRead(sw);
  if(last_sw_st == HIGH && sw_st == LOW){
    led_st = !led_st;
    digitalWrite(led1, led_st);
    digitalWrite(led2, led_st);
    digitalWrite(led3, led_st);
    digitalWrite(led4, led_st);
    digitalWrite(led5, led_st);
  }
  last_sw_st = sw_st;
  delay(50);
}

```

44.  Verify บนแถบเมนู

45. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving



46. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก Upload

47. สังเกตที่ LED 5 หลอด เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

48. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม LED 5 หลอด ในรูปแบบ switch case ดังต่อไปนี้

```
const int sw = 1;
const int led1 = 7;
const int led2 = 8;
const int led3 = 9;
const int led4 = 10;
const int led5 = 11;
int ledpattern = 0;
int numpatterns = 5;

void setup() {
  pinMode(sw, INPUT);
  for(int i=0; i<6; i++){
    pinMode(led1, OUTPUT);
    pinMode(led2, OUTPUT);
    pinMode(led3, OUTPUT);
    pinMode(led4, OUTPUT);
    pinMode(led5, OUTPUT);
  }
}

void loop() {
  if(digitalRead(sw) == LOW){
```

```
delay(200);  
ledpattern = (ledpattern+1) % numpatterns;  
  
switch(ledpattern){  
  case 0:  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, HIGH);  
    break;  
  case 1:  
    digitalWrite(led1, HIGH);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    break;  
  case 2:  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, HIGH);  
    digitalWrite(led3, LOW);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    break;  
  case 3:  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(led3, HIGH);  
    digitalWrite(led4, LOW);  
    digitalWrite(led5, LOW);  
    break;  
  case 4:  
    digitalWrite(led1, LOW);  
    digitalWrite(led2, LOW);
```

```

digitalWrite(led3, LOW);
digitalWrite(led4, HIGH);
digitalWrite(led5, LOW);
break;
}
}
}

```



49. คลิก Verify บนแถบเมนู

50. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving



51. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก Upload

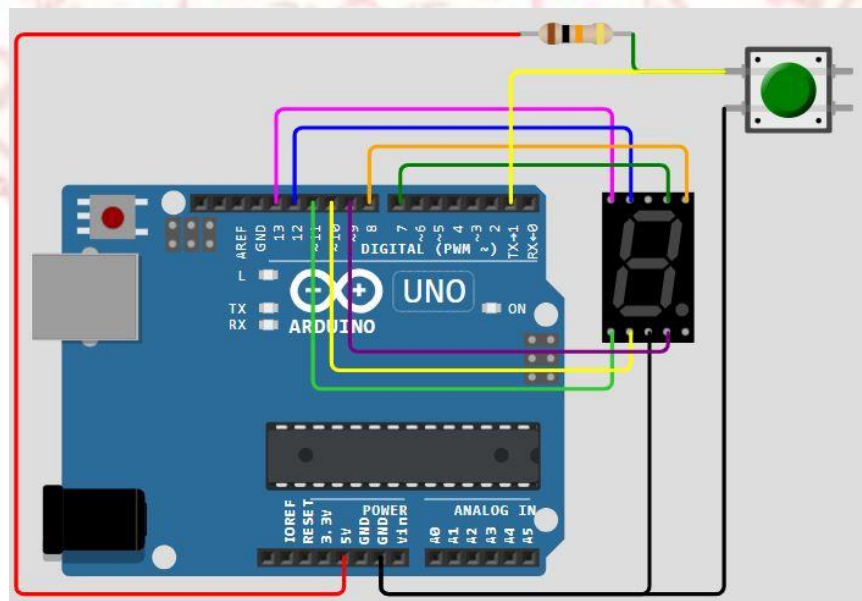
52. สังเกตที่ LED 5 หลอด เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

53. ต่อวงจรสวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม 7-Segment ดังนี้



54. เขียนโปรแกรมให้สวิตช์แบบ Active LOW เพื่อควบคุม 7-Segment ในรูปแบบ switch case ดังต่อไปนี้

```
const int sw = 1;
const int a = 7;
const int b = 8;
const int c = 9;
const int d = 10;
const int e = 11;
const int f = 12;
const int g = 13;
int ledpattern = 0;
int numpatterns = 10;

void setup() {
  pinMode(sw, INPUT);
  for(int i = 0; i<1; i++){
    pinMode(a, OUTPUT);
    pinMode(b, OUTPUT);
    pinMode(c, OUTPUT);
    pinMode(d, OUTPUT);
    pinMode(e, OUTPUT);
    pinMode(f, OUTPUT);
    pinMode(g, OUTPUT);
  }
}

void loop() {
  if(digitalRead(sw) == LOW){
    delay(200);
    ledpattern = (ledpattern+1) % numpatterns;

    switch(ledpattern){
      case 0:
        digitalWrite(a, HIGH); //9
        digitalWrite(b, HIGH);
```

```
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, HIGH);  
digitalWrite(g, HIGH);  
break;  
case 1:  
digitalWrite(a, HIGH); //0  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, HIGH);  
digitalWrite(f, HIGH);  
digitalWrite(g, LOW);  
break;  
case 2:  
digitalWrite(a, LOW); //1  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, LOW);  
break;  
case 3:  
digitalWrite(a, HIGH); //2  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, LOW);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, HIGH);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, HIGH);  
break;  
case 4:  
digitalWrite(a, HIGH); //3
```

```
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, LOW);  
digitalWrite(g, HIGH);  
break;  
case 5:  
digitalWrite(a, LOW); //4  
digitalWrite(b, HIGH);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, LOW);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, HIGH);  
digitalWrite(g, HIGH);  
break;  
case 6:  
digitalWrite(a, HIGH); //5  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, LOW);  
digitalWrite(f, HIGH);  
digitalWrite(g, HIGH);  
break;  
case 7:  
digitalWrite(a, HIGH); //6  
digitalWrite(b, LOW);  
digitalWrite(c, HIGH);  
digitalWrite(d, HIGH);  
digitalWrite(e, HIGH);  
digitalWrite(f, HIGH);  
digitalWrite(g, HIGH);  
break;  
case 8:
```

```

digitalWrite(a, HIGH); //7
digitalWrite(b, HIGH);
digitalWrite(c, HIGH);
digitalWrite(d, LOW);
digitalWrite(e, LOW);
digitalWrite(f, LOW);
digitalWrite(g, LOW);
break;
case 9:
digitalWrite(a, HIGH); //8
digitalWrite(b, HIGH);
digitalWrite(c, HIGH);
digitalWrite(d, HIGH);
digitalWrite(e, HIGH);
digitalWrite(f, HIGH);
digitalWrite(g, HIGH);
break;
}
}
}

```

55. คลิก  Verify บนแถบเมนู

56. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum
Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

57. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

58. สังเกตที่ LED 5 หลอด เมื่อกดสวิตช์ แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

	ใบงานที่ 4 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลด้วยจอแสดงผล
	ชื่อ - สกุล..... รหัสประจำตัว..... ระดับชั้น..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
จุดประสงค์ 1. ใช้งานโปรแกรม Arduino IDE ได้ 2. เขียนโปรแกรมให้ Serial Monitor แสดงผลได้ 3. เรียกใช้งาน Serial Monitor ของโปรแกรม Arduino IDE ได้ 4. ต่อวงจร LCD 16x2 I2C กับ Arduino board ได้ 5. เขียนโปรแกรมให้ LCD 16x2 I2C ทำงานได้ 6. ต่อวงจร LCD TFT กับ Arduino board ได้ 7. เขียนโปรแกรมให้ LCD TFT ทำงานได้ 8. ต่อวงจร OLED กับ Arduino board ได้ 9. เขียนโปรแกรมให้ OLED ทำงานได้ 10. ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมภาษาซีได้ เครื่องมือและอุปกรณ์ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว ขั้นตอนการปฏิบัติ ใบงานที่ 4 เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลด้วยจอแสดงผล 1. เปิดชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียวให้พร้อมทำงาน 2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE 3. เขียนโปรแกรมใช้งาน Serial Monitor ดังต่อไปนี้ <pre> void setup() { Serial.begin(9600); Serial.println("System Ready"); delay(2000); } void loop() { Serial.println("go"); delay(200); } </pre> 4. คลิก  Verify บนแถบเมนู	

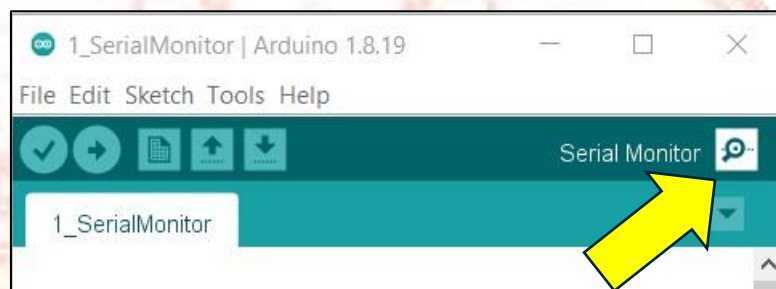
5. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

6. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

7. คลิก Serial Monitor ของโปรแกรม Arduino IDE



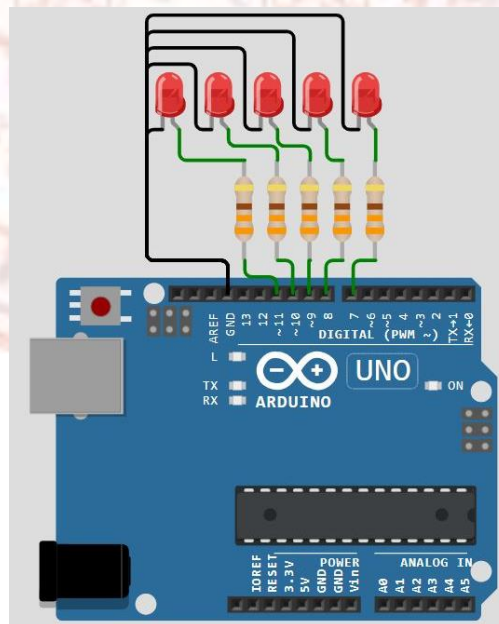
8. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

9. ต่อวงจร LED 5 หลอด ดังนี้



10. เขียนโปรแกรมให้ LED 5 หลอดทำงาน และแสดงผลผ่าน Serial Monitor ดังต่อไปนี้

```
int led1 = 7;
int led2 = 8;
int led3 = 9;
int led4 = 10;
int led5 = 11;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(led4,OUTPUT);
  pinMode(led5,OUTPUT);
  Serial.println("LED System Monitor");
  delay(3000);
}

void loop() {
  digitalWrite(led1, LOW);
  digitalWrite(led2, LOW);
  digitalWrite(led3, LOW);
  digitalWrite(led4, LOW);
  digitalWrite(led5, LOW);
  Serial.println("ON : -");
  delay(1000);
  digitalWrite(led1, HIGH);
  digitalWrite(led2, LOW);
  digitalWrite(led3, LOW);
  digitalWrite(led4, LOW);
  digitalWrite(led5, LOW);
  Serial.println("ON : LED1");
  delay(1000);
  digitalWrite(led1, HIGH);
  digitalWrite(led2, HIGH);
```

```

digitalWrite(led3, LOW);
digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
Serial.println("ON : LED1,LED2");
delay(1000);
digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
Serial.println("ON : LED1,LED2,LED3");
delay(1000);
digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, HIGH);
digitalWrite(led5, LOW);
Serial.println("ON : LED1,LED,2,LED3,LED4");
delay(1000);
digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, HIGH);
digitalWrite(led5, HIGH);
Serial.println("ON : All LED");
delay(1000);
}

```

11. คลิก  Verify บนแถบเมนู

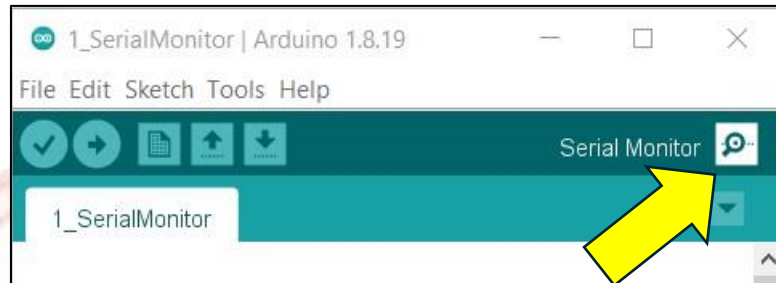
12. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

13. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

14. คลิก Serial Monitor ของโปรแกรม Arduino IDE



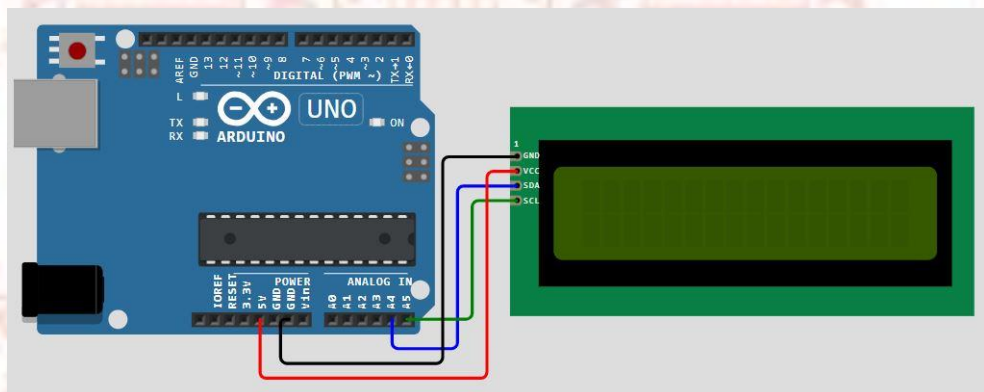
15. สังเกต LED 5 หลอด และจอ Serial Monitor แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

16. ต่อวงจรจอ LCD 16x2 I2C ดังนี้



17. ติดตั้ง Library ของจอ LCD 16x2 I2C

18. เขียนโปรแกรมให้จอ LCD 16x2 I2C แสดงผลดังต่อไปนี้

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

```
void setup(){
```

```
  lcd.init();
```

```
  lcd.backlight();
```

```
  lcd.setCursor(6, 0);
```

```
  lcd.print("Test");
```

```
  lcd.setCursor(5, 1);
```

```

    lcd.print("SYSTEM");
}
void loop() {

}

```

19. คลิก  Verify บนแถบเมนู

20. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

21. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

22. สังเกตจอ LCD 16x2 I2C แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

23. เขียนโปรแกรมให้จอ LCD 16x2 I2C แสดงผลดังต่อไปนี้

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void setup(){
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(6, 0);
    lcd.print("Test");
    lcd.setCursor(5, 1);
    lcd.print("SYSTEM");
    delay(2000);
    lcd.clear();
}

```

```
void loop() {
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("MARK");
  lcd.setCursor(12, 1);
  lcd.print("COOL");
}
```

24. คลิก  Verify บนแถบเมนู

25. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

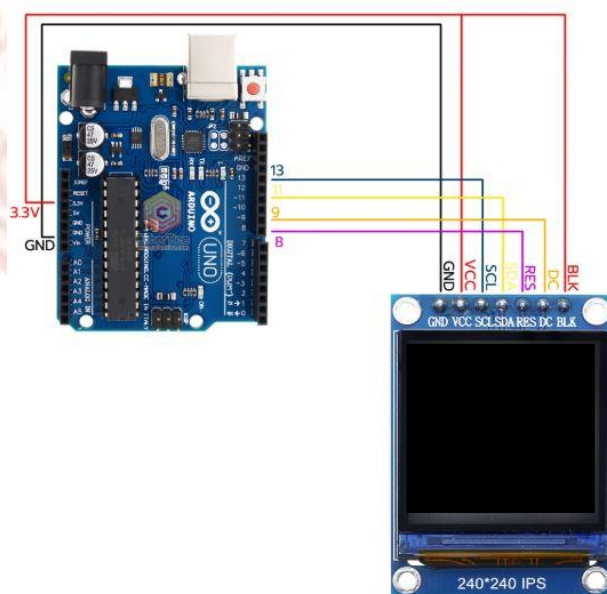
Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

26. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก  Upload

27. สังเกตจอ LCD 16x2 I2C แล้วสรุปผลการทดลอง

28. ต่อยางจจอ LCD TFT ดังนี้



29. ติดตั้ง Library ของจอ LCD TFT รุ่น ST7789

30. เขียนโปรแกรมให้จอ LCD TFT แสดงผลดังต่อไปนี้

```
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_ST7789.h>
#include <SPI.h>

#define TFT_CS 10
#define TFT_DC 9
#define TFT_RST 8

Adafruit_ST7789 tft = Adafruit_ST7789(TFT_CS, TFT_DC, TFT_RST);

void setup() {
  tft.init(240, 240);
  tft.fillScreen(ST77XX_BLACK);
  tft.setTextColor(ST77XX_YELLOW);
  tft.setTextSize(2);
  tft.setCursor(20, 50);
  tft.println("Hello, L!");
  tft.setCursor(20, 100);
  tft.setTextColor(ST77XX_CYAN);
  tft.println("ST7789 Ready!");
  delay(2000);
  tft.fillScreen(ST77XX_RED);
  tft.setCursor(20, 50);
  tft.setTextColor(ST77XX_WHITE);
  tft.println("New Background!");
  delay(2000);
}

void loop() {
  // ข้อความกระพริบ
  tft.setCursor(20, 150);
  tft.setTextColor(ST77XX_GREEN);
```



```

tft.println("Blinking Text!");
delay(500);
tft.setCursor(20, 150);
tft.setTextColor(ST77XX_BLACK);
tft.println("Blinking Text!");

delay(500);
}

```



31. คลิก Verify บนแถบเมนู

32. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

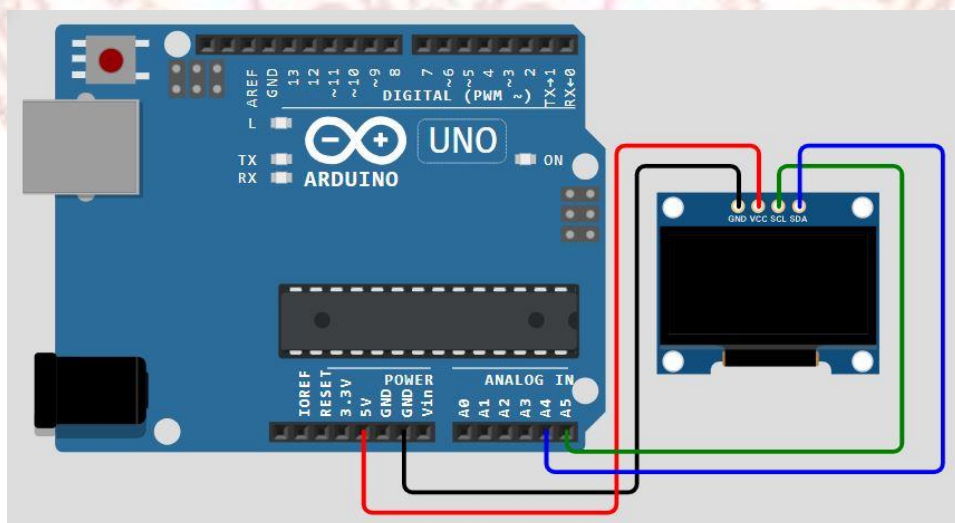
Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving



33. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก Upload

34. สังเกตจอ LCD TFT แล้วสรุปผลการทดลอง

35. ต่อวงจรจอ OLED รุ่น SSD1306 ดังนี้



36. ติดตั้ง Library ของจอ OLED รุ่น SSD1306

37. เขียนโปรแกรมให้จอ OLED รุ่น SSD1306 แสดงผลดังต่อไปนี้

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define OLED_RESET 4
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);

void setup() {
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3c);
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setCursor(0,0);
  display.println("TEST");
  display.setTextSize(2);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.println("OLED");
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.println("MARK TEST");
  display.display();
}

void loop() {
}
```

38. คลิก  Verify บนแถบเมนู

39. เมื่อโปรแกรมถูกต้องจะแสดงผลดังนี้

Done compiling.

Sketch uses 924 bytes (2%) of program storage space. Maximum Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving

40. เมื่อโปรแกรมถูกต้องแล้วคลิก



Upload

41. สังเกตจอ OLED รุ่น SSD1306 แล้วสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....



ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญ



ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองคั่นคว่ำอิสระ
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว

ที่	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน	ตำแหน่งปัจจุบัน
1.	นายเดชา กาญจวงษา	แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพหนองสูงศรี	ครูชำนาญการพิเศษ
2.	ดร.ชัยพัฒน์พงษ์ ภูสัจย์คำ	แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพกาฬสินธุ์	ครูชำนาญการพิเศษ
3.	นายวิระศักดิ์ วัตถุ	แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์	ครูชำนาญการพิเศษ
4.	นายพรเทพ จรรย์รัตน์ไพศาล	แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล	ครูชำนาญการ
5.	นายอธิเจตน์ ทิวะสิงห์	แผนกวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการอาชีพกาฬสินธุ์	ครูชำนาญการ
6.	นายไพโรบลย์ โพธิ์ไสย	แผนกวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์	ครูชำนาญการ
7.	นายกัมปนาท ทับล้อม	แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล	ครู

ภาคผนวก ค
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 7104.2/121



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

13 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายเดชา กาญจนวงษา

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพหนองจอกศรี

ด้วย นายชัยบุรณ์ บุญคล่อง รหัสประจำตัว 66-020258-5703-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดทดลอง
ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุด
ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ที่ อว 7104.2/122



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

13 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน ดร.ชัยพัฒน์พงษ์ ภูสัจย์คำ

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพกาฬสินธุ์

ด้วย นายชัยบูรณ์ บุญคล่อง รหัสประจำตัว 66-020258-5703-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ที่ อว 7104.2/123



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

13 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายวิระศักดิ์ วัฒน

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ด้วย นายชัยบุรณ์ บุญคล่อง รหัสประจำตัว 66-020258-5703-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดทดลอง
ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุด
ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ที่ อว 7104.2/124



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 บางซื่อ กทม. 10800

13 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายพรเทพ จรรย์รัตน์ไพศาล

ครูชำนาญการ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล

ด้วย นายชัยบุรณ์ บุญคล่อง รหัสประจำตัว 66-020258-5703-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ที่ อว 7104.2/125



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

13 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายอติเจตน์ ทิวะสิงห์

ครูชำนาญการ แผนกวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการอาชีพกาฬสินธุ์

ด้วย นายชัยบูรณ์ บุญคล่อง รหัสประจำตัว 66-020258-5703-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ที่ อว 7104.2/126



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

13 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายไพโรบลย์ โพธิ์ไสย

ครูชำนาญการ แผนกวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการอาชีพกาฬสินธุ์

ด้วย นายชัยบุรณ์ บุญคล่อง รหัสประจำตัว 66-020258-5703-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดทดลอง
ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุด
ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ที่ อว 7104.2/127



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

13 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายกัมปนาท หับล้อม

แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล

ด้วย นายชัยบุรณ์ บุญคลอง รหัสประจำตัว 66-020258-5703-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดทดลอง
ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุด
ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาคผนวก ง

แบบประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว



แบบประเมิน

ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว

แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้เข้าร่วม

ตอนที่ 2 แบบประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้เข้าร่วม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ และเติมข้อความให้สมบูรณ์

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้เข้าร่วม

1. วุฒิการศึกษา

☐

ปริญญาตรี

☐

ปริญญาโท

☐

ปริญญาเอก

2. ตำแหน่ง.....

3. วิทยฐานะ

☐

-

☐

ครูชำนาญการ

☐

ครูชำนาญการพิเศษ

☐

ครูเชี่ยวชาญ

☐

ครูเชี่ยวชาญพิเศษ

4. แผนกวิชา/สาขาวิชา.....

5. หน่วยงาน/วิทยาลัย.....

6. ประสบการณ์ในการทำงาน

☐

ต่ำกว่า 5 ปี

☐

5 - 10 ปี

☐

10 - 15 ปี

☐

มากกว่า 15 ปี

ตอนที่ 2 แบบประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว

เกณฑ์การให้คะแนน ในการประเมินความเหมาะสมของผู้เข้าร่วม

5	ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
4	ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	มาก
3	ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
2	ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	น้อย
1	ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน					
1. ใบงานมีวัตถุประสงค์ที่ครอบคลุมต่อการใช้งานในปัจจุบัน					
2. ใบงานมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
3. ใบงานมีเนื้อหาที่ถูกต้อง					
4. ใบงานมีภาพตัวอย่างการต่อวงจร ที่สวยงาม น่าสนใจ และถูกต้อง					
5. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน					
6. ใบงานมีอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย					
7. ใบงานมีคำศัพท์ตัวอย่าง ที่เข้าใจง่าย และเหมาะสม					
8. ได้คำศัพท์ตัวอย่างสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง					
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว					
9. ชุดทดลองมีระบบความปลอดภัยในการใช้งาน					
10. ชุดทดลองมีขนาดหน้าจอดีเหมาะสมต่อการเขียนโปรแกรม					
11. ชุดทดลองมีอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ที่หลากหลาย					
12. ชุดทดลองมีระบบภาคจ่ายไฟที่เพียงพอต่อการใช้งาน					
13. ชุดทดลองกะทัดรัด เคลื่อนย้ายสะดวก					
14. ชุดทดลองใช้งานได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน					
15. ชุดทดลองลดเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ จากวิธีการทั่วไป					
16. อุปกรณ์และเซ็นเซอร์มีสัญลักษณ์บอกตำแหน่ง ชัดเจน					
17. ชุดทดลองสามารถนำไปทดลองและประยุกต์ใช้งานได้จริง					
รวม					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก จ

สรุปคะแนนการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ



ตาราง ผลการประเมินชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยวรวม

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว			
1. ใบงานมีวัตถุประสงค์ที่ครอบคลุมต่อการใช้งานในปัจจุบัน	4.57	0.53	มากที่สุด
2. ใบงานมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.86	0.38	มากที่สุด
3. ใบงานมีเนื้อหาที่ถูกต้อง	4.86	0.38	มากที่สุด
4. ใบงานมีภาพตัวอย่างการต่อวงจร ที่สวยงาม น่าสนใจ และถูกต้อง	4.71	0.49	มากที่สุด
5. ใบงานมีเนื้อหาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน	4.43	0.53	มาก
6. ใบงานมีอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.57	0.53	มากที่สุด
7. ใบงานมีคำคำสั่งตัวอย่าง ที่เข้าใจง่าย และเหมาะสม	4.71	0.49	มากที่สุด
8. คำสั่งตัวอย่างสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง	4.86	0.38	มากที่สุด
ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์เดี่ยว			
9. ชุดทดลองมีระบบความปลอดภัยในการใช้งาน	4.71	0.49	มากที่สุด
10. ชุดทดลองมีขนาดหน้าจอที่เหมาะสมต่อการเขียนโปรแกรม	4.86	0.38	มากที่สุด
11. ชุดทดลองมีอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ที่หลากหลาย	4.71	0.49	มากที่สุด
12. ชุดทดลองมีระบบภาคจ่ายไฟที่เพียงพอต่อการใช้งาน	4.71	0.49	มากที่สุด
13. ชุดทดลองกะทัดรัด เคลื่อนย้ายสะดวก	4.57	0.53	มากที่สุด
14. ชุดทดลองใช้งานได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน	4.57	0.53	มากที่สุด
15. ชุดทดลองลดเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ จากวิธีการทั่วไป	4.86	0.38	มากที่สุด
16. อุปกรณ์และเซ็นเซอร์มีสัญลักษณ์บอกตำแหน่ง ชื่อของขาต่างๆ	4.57	0.53	มากที่สุด
17. ชุดทดลองสามารถนำไปทดลองและประยุกต์ใช้งานได้จริง	4.86	0.38	มากที่สุด
รวม	4.71		มากที่สุด

ภาคผนวก ฉ
ภาพการประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ





ภาพที่ ฉ-1 ประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ ฉ-2 ประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ ฉ-3 ประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ



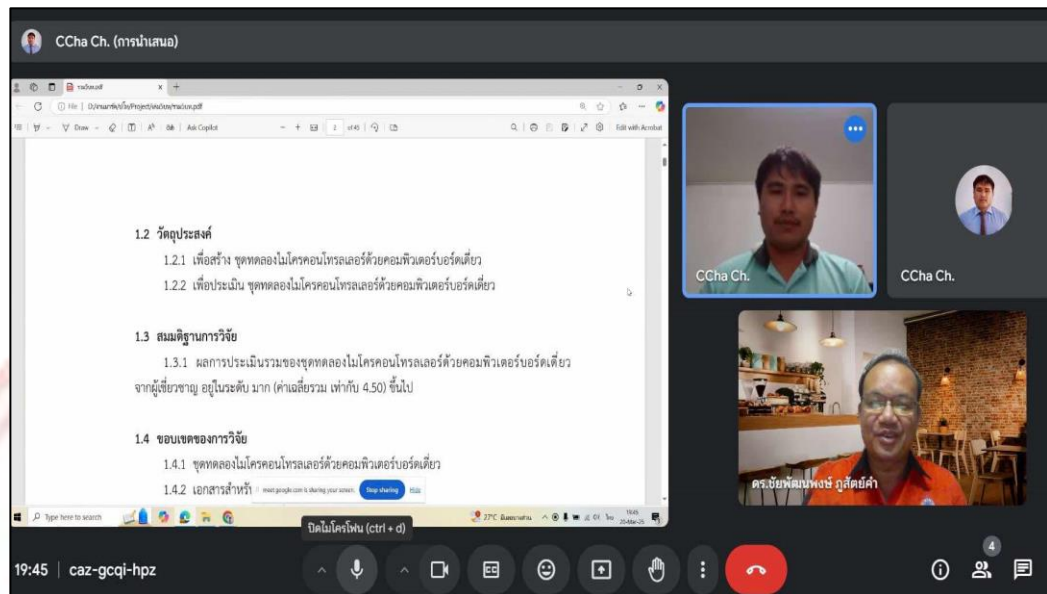
ภาพที่ ฉ-4 ประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ



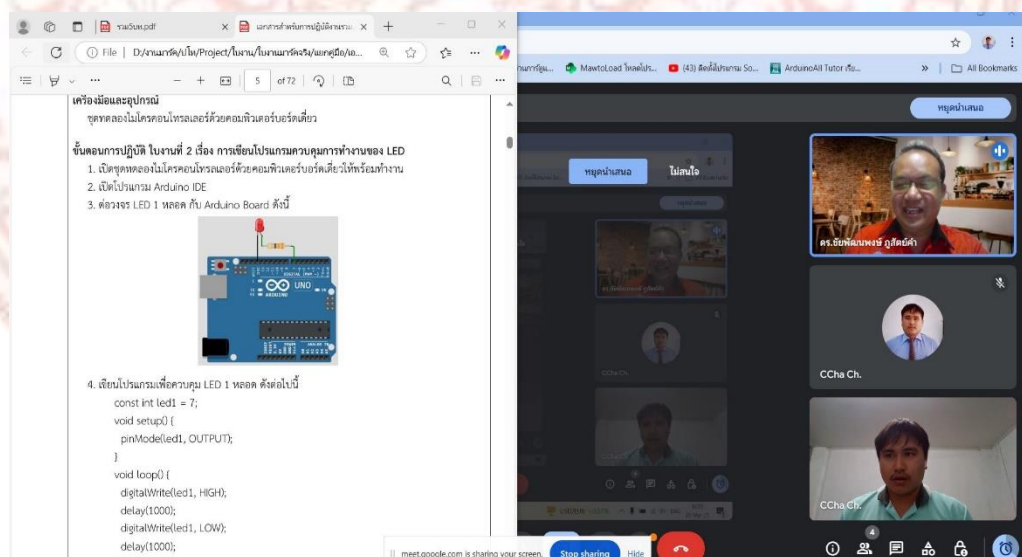
ภาพที่ ฉ-5 ประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ ฉ-6 ประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ จ-7 ประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ จ-8 ประเมินชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายชัยบุรณ์ บุญคล่อง
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว
 สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
 ประวัติ ประวัติส่วนตัว

เกิดวันอังคาร ที่ 29 กันยายน พ.ศ.2535 ปัจจุบันอายุ 32 ปี
 ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 92 หมู่ 17 บ้านเขวา ตำบลเขวา อำเภอเมือง
 จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000 โทร.063-7315744
 E-mail : gtomark001@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ปีพ.ศ.2560 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุ
 ศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และ
 โทรคมนาคม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขต
 ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

ปีพ.ศ.2556 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 ชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานระบบโทรคมนาคม
 จากวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

ปีพ.ศ.2554 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 (ปวช.) สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์
 จากวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

ปีพ.ศ.2551 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จาก
 โรงเรียนหลักเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

ประวัติการทำงาน

ปีพ.ศ.2565 – ปัจจุบัน ข้าราชการ ตำแหน่ง ครู แผนกวิชา
 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล จังหวัด
 ประจวบคีรีขันธ์

ปีพ.ศ.2564 – 2565 พนักงานราชการ(ครู) แผนกวิชาช่าง
 อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์

ปีพ.ศ.2561 – 2564 ครูพิเศษสอน แผนกวิชาช่าง
 อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์