การพัฒนาชุดฝึกทักษะการชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกบนไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านโปรแกรมจำลอง

รุ่งอรุณ พรเจริญ[1*] และนิคม ดิษฐคลี[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอการพัฒนาชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกบนไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านโปรแกรมจำลองที่มีการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกจำนวน5การทดลองได้แก่ 1) การส่งค่าสู่อุปกรณ์ภายนอก 2) การรับค่าสัญญาณจากภายนอก 3) การรับค่าสัญญาณอนาล็อก 4) การประยุกต์ใช้สัญญาณพัลส์วิดมอดูเลตชันและ 5) การอ่านค่าสัญญาณหน่วยวัดความเฉื่อยซึ่งชุดฝึกทักษะประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อคือโปรแกรมแลปวิวที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเข้าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อีกทั้งยังแสดงผลการทำงานผ่านโปรแกรมจำลองผลการทดสอบพบว่าชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกทั้ง 5 การทดลองสามารถทำงานเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และแสดงผลผ่านโปรแกรมจำลองได้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ขั้นพื้นฐานตลอดจนหลักการเขียนโปรแกรมจำลองที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ มากยิ่งขึ้นและเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: อุปกรณ์ภายนอก ไมโครคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมจำลอง

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร +66846807894 อีเมล; rungaroon.s@rmutp.ac.th

 10.14416/c.fte.2021.07.004

The Development of Skills Training Kit for Interconnection with External Device on Microcontroller via Simulator Program

Rungaroon Pornchraoen [1*] and Nikom Distaklu[2]

Abstract

This research presents the development of skills training kit for interconnection with external device on microcontroller via a simulator program. There were 5 experiments including 1) the output external device 2) the input signal of external 3) the input of signal analog 4) applied used the pulse signal modulation and 5) inertial measurement unit signal reading. This skills training kit consists of a microcontroller board that is used to interface with a computer and the software used to connect is the LabVIEW program that is used to write programs to the microcontroller board. It also shows the results of work via simulator program. The results showed that the skills training kit can theoretically connect to the computer and display via simulator program. It allows learners to understand the basic microcontroller external device communication. As well as the principles of programming simulators for controlling various devices can help learners to understand. It can be used as an effective instructional tool for teaching and learning.

Keywords: External Devices, Microcontroller, Simulator Program

[1] Department of Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

[2] Department of Computer Engineering, Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

[*] Author Contact, Tel: +66846807894 e-Mail; rungaroon.s@rmutp.ac.th

 10.14416/c.fte.2021.07.004

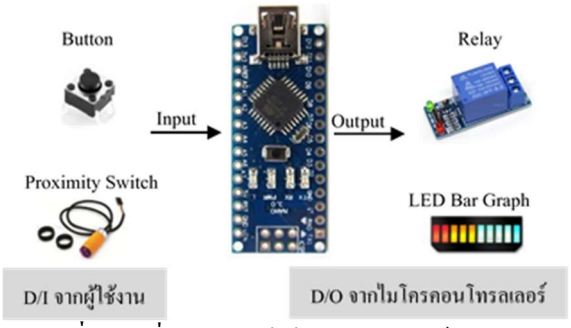
1. บทนำ

ความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นแบบก้าวกระโดดที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงสู่อุตสาหกรรม 4.0และการปรับเปลี่ยนประเทศไทย 4.0 ที่มุ่งเน้นให้ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและแหล่งการเรียนรู้ที่ไร้ขีดจำกัด สามารถพัฒนาองค์ความรู้และสร้างปัญญาที่เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ มีการนำเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้น[1]ความรู้ทางเทคโนโลยีด้านไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหัวข้อหนึ่งที่มีการจัดการเรียนการสอนทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความเกี่ยวเนื่องกันและถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานระบบควบคุมและระบบสมองกลฝังตัวซึ่งเป็นส่วนสำคัญของยุคอุตสาหกรรม 4.0 ดังนั้นการเรียนการสอนยุคปัจจุบันควรเน้นการเชื่อมต่อทั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อให้เกิดการนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง จากการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจำนวน 45 คนพบว่ายังไม่มีความชำนาญทางด้านโครงสร้างภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สำเร็จรูปที่นำมาต่อร่วมใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์จึงทำให้ประสบปัญหาในการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกเป็นสาเหตุทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาทางฮาร์ดแวร์ที่นำมาเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อีกทั้งส่งผลให้อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดความเสียหายถึงแม้ราคาไม่สูงเหมือนสมัยที่ผ่านมาแต่เสียเป็นจำนวนมากบางชิ้นมีการติดตั้งอุปกรณ์เกินกว่าใช้งานในการเรียนทำให้มีราคาสูงขึ้นเป็นผลให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกเหล่ามีนี้ค่าใช้จ่ายโดยรวมที่สูงและต้องจัดซื้อเป็นจำนวนมากด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงพัฒนาชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกบนไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านโปรแกรมจำลองเพื่อฝึกทักษะการเชื่อมต่อโดยทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้โปรแกรมที่มีชื่อว่าแลปวิว(LabVIEW)ที่มีการโปรแกรมในลักษณะGUI(GraphicUserInterface)ติดต่อผ่านบอร์ดชุดฝึกทักษะภายใต้ส่วนขยายเพิ่มเติมของโปรแกรมLabVIEWที่เรียกว่าLINX(LabVIEWInterfaceforX)[2]อีกทั้งยังเป็นการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมLabVIEWใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆตลอดจนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอุปกรณ์การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ขั้นพื้นฐานอันเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก

การใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการเชื่อมต่อจากอุปกรณ์ภายนอกหรือผู้ใช้งานนั้นต้องมีการรับสัญญาณสั่งงานจากขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่กำหนดไว้ ซึ่งขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์มีลักษณะที่ เรียกว่าพอร์ตเอนกประสงค์ (GPIO : General Purpose Input/output) ใช้ในการอ่านและเขียนข้อมูลเป็นแบบดิจิทัล หรือข้อมูลเชิงตรรกะ โดยสามารถกำหนดโหมดให้เป็น Input หรือ Output ได้ [3]



รูปที่ 1 การเชื่อมต่อจากผู้ใช้งานและอุปกรณ์ภายนอก

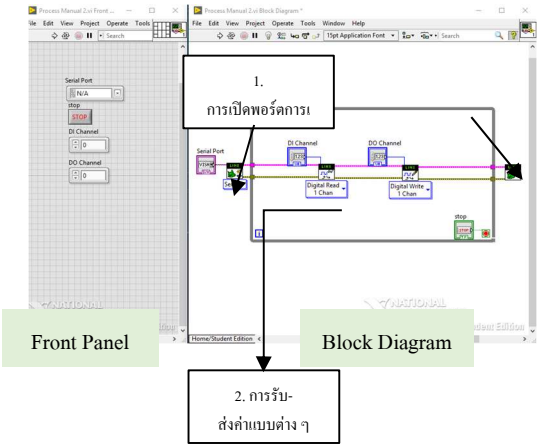
การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้โดยใช้ Input/output (I/O) โดยInputมีหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอกเพื่อประมวลผลหรือเก็บไว้ที่หน่วยความจำและOutputมีหน้าที่ส่งข้อมูลออกสู่ภายนอกซึ่งข้อมูลนั้นมาจากการประมวลผลหรือหน่วยความจำ โดยตรง Digital I/O การรับส่งสัญญาณมี 2 สถานะ ได้แก่ สถานะ Logic LOW แทนด้วยเลข 0 และสถานะ Logic HIGH แทนด้วยเลข 1 เช่น Digital Output นำไปใช้ควบคุมการเปิด-

 10.14416/c.fte.2021.07.004

ปิดอุปกรณ์จำพวก Relay หรือหลอดไฟ LED ว่าจะเปิดหรือปิด ขณะที่ Digital Input ใช้อ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ เช่น สวิตช์หรือปุ่มกดว่าอยู่ในสถานะเปิดหรือปิดเป็นต้น[4]วงจรการเชื่อมต่ออินพุตแบบมี2แบบคือวงจรอินพุตแบบPullUpจะมีตัวต้านทานPullUpซึ่งต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟจะถูกเชื่อมกับจุดอ่านค่าสถานะอัตโนมัติภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ขณะที่ตัวต้านทานPullDownจะไม่ถูกเชื่อมต่อเพื่อรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ในสถานะHIGHหรือ“1”ตลอดเวลาและเมื่อกดสวิตช์จะทำให้สถานะเป็นLOWหรือ“0”เรียกว่าActiveLowเพราะเมื่อมีการทำงาน(สวิตช์ถูกกด)ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าเป็นLOWวงจรแบบPullUpเป็นที่นิยมมากกว่าเพราะทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีวงจรอินพุตแบบ Pull-Down จะมี ตัวต้านทาน Pull-Downซึ่งต่ออยู่กับGroundจะถูกเชื่อมกับจุดอ่านค่าสถานะโดยอัตโนมัติภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ขณะที่ตัวต้านทาน Pull-Upจะไม่ถูกเชื่อมต่อเพื่อรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ในสถานะLOWหรือ“0”ตลอดเวลาและเมื่อกดสวิตช์จะทำให้สถานะเป็น HIGH หรือ “1”เรียกว่า ActiveHigh เพราะเมื่อมีการทำงาน(สวิตช์ถูกกด)ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าเป็น HIGH I/O

2.2 โปรแกรม LabVIEW

โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic UserInterface) โดยสมบูรณ์คือไม่จำเป็นต้องเขียนโค๊ดหรือคำสั่งใดๆและที่สำคัญลักษณะภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้จะเรียกว่าเป็นภาษารูปภาพหรือเรียกอีกอย่างว่าภาษาG (GraphicalLanguage) ซึ่งแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดเช่น ภาษา C ภาษา Basic หรือภาษา Fortran ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมด [2] โปรแกรมมีหน้าต่างการทำงานอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนการออกแบบ หน้าตาของ โปรแกรมเรียกว่า FrontPanelและส่วนที่ทำการเขียนโปรแกรมเรียกว่า BlockDiagram ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 หน้าต่างของโปรแกรม LabVIEW

โปรแกรมLabVIEWมีส่วนเสริมที่ใช้ร่วมพัฒนาการเขียนโปรแกรมที่เรียกว่าLINXเป็นส่วนที่ช่วยในการเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่ายและเร็วขึ้น [5] [6] [7] [8] การเขียนโปรแกรมLabVIEWด้วยLINXpackage สำหรับ การควบคุมหรือ ส่งค่าของอุปกรณ์ตรวจวัดโดยผ่านทางบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งออกการทำงานเป็น3ส่วนดังรูปที่2ได้แก่1)การเปิดพอร์ตการเชื่อมต่อ 2) การรับส่งค่า แบบต่าง ๆ และเงื่อนไขแบบวนลูป และ 3) การปิดพอร์ต การเชื่อมต่อ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Tafakur(2020)[6]ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกพื้นฐานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมยานยนต์เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมยานยนต์และเข้าใจการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ผลการพัฒนาพบว่าผู้เรียนรู้จักอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้นและสามารถต่อใช้งานอุปกรณ์ต่างๆภายในบอร์ดที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้เรียน เข้าใจมากขึ้น

เจนจิราหวังหลี(2560)[7]ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติโปรแกรมภาษาซีบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์เรื่องโครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนวิธีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งผลการพัฒนาทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้นสามารถนำชุดฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนเพิ่มเติมจากการ

10.14416/c.fte.2021.07.004

สอนเนื้อหาในทฤษฎีเน้นการปฏิบัติและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้ผู้เรียนทดลองเขียนโปรแกรมเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิดการฝึกทักษะการแสวงหาความรู้และการฝึกปฏิบัติจริงด้วยตนเอง

กิตติศักดิ์อังคะนาวิน(2561)[8]ได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองของการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมหุ่นยนต์วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์และอินเตอร์เฟสผลการศึกษาพบว่าชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนในวิชาไมโครโปรเซสเซอร์และอินเตอร์เฟสได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกทั้งยังใช้ปรับปรุงและพัฒนาสื่อสำหรับการเรียนการสอนให้ทันสมัยมีความสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบันตลอดจนสามารถกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา

3.การออกแบบชุดฝึกทักษะ

การออกแบบชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกบนไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านโปรแกรมจำลองทำการออกแบบการเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุต จำนวน 5 การทดลอง ดังนี้

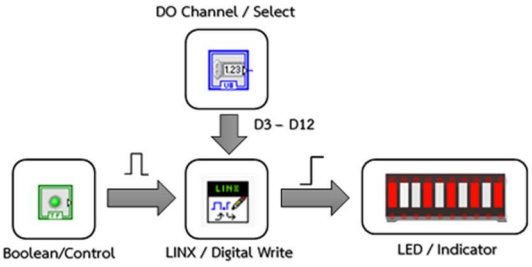
1.การส่งค่าสู่อุปกรณ์ภายนอกเป็นการสัญญาณจากBooleanที่เป็นControlจะถูกส่งมายังตัวเขียนสัญญาณดิจิตอลLINX/DigitalWriteการเขียนสัญญาณเพื่อส่งออกไปสู่อุปกรณ์ภายนอกนั้นถูกกำหนดให้ส่งออกไปทางขาสัญญาณ D3 – D12 ที่ถูกต่ออยู่กับ LED Bar ทั้ง 10 ดวงผ่านโดยการกำหนดการส่งออกจากจาก DO Channel ดังรูปที่ 3

2.การรับค่าสัญญาณจากภายนอกเป็นสัญญาณจากสวิตช์ที่อยู่บนบอร์ดทดลองจะถูกอ่านค่าสัญญาณจาก LINX /DigitalReadการกำหนดช่องทางการอ่านค่าสัญญาณที่ถูกส่งเข้ามาจากสวิตช์นั้นถูกกำหนดโดยDIChannelสามารถกำหนดการช่องการอ่านค่าสัญญาณที่ถูกส่งเข้ามาได้ ตั้งแต่ D2 – D13จากนั้นค่าสัญญาณที่อ่านได้จากถูกส่งไปยังLINX/Digital Writeเพื่อส่งค่าสัญญาณไปสู่LEDBarที่ต่ออยู่กับขาสัญญาณD2 D13เพราะฉะนั้นการกำหนดสัญญาณนี้ไม่สามารถกำหนดให้ช่องการอ่านค่าสัญญาณอินพุตจากสวิตช์มีค่าตรงกับช่องส่งค่าสัญญาณที่ส่งสัญญาณออกสู่อุปกรณ์ภายนอกได้ดังรูปที่ 4

3.การรับค่าสัญญาณอนาล็อกและดิจิทัลเป็นสัญญาณแรงดันจากตัวต้านทานปรับค่าได้ถูกอ่านค่าจากLINX/AnalogReadการกำหนดช่องสัญญาณในการอ่านค่าถูกกำหนดจากAnalogChannelถูกกำหนดให้จากช่องสัญญาณA0สัญญาณที่อ่านถูกนำไปคูณค่าทางคณิตศาสตร์เพื่อทำการปรับค่าสำหรับการแสดงผลทาง Waveform Chart Meter และ Thermometer ดังรูปที่ 5

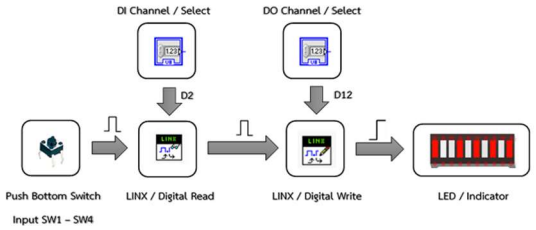
4.การประยุกต์ใช้สัญญาณพัลส์วิดมอดูเลตชันเป็นสัญญาณแรงดันจากตัวต้านทานปรับค่าได้ถูกอ่านค่าจากLINX/AnalogReadสัญญาณส่วนหนึ่งจะถูกนำไปแสดงผลที่ Meter โดยตรงสัญญาณอีกส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปยังNumericเพื่อทำการหารค่าสัญญาณที่จะป้อนเข้าสู่LINX/SetDutyเนื่องจากสัญญาณควบคุมของLINX/SetDutyนั้นมีค่าที่ใช้ในการควบคุมเท่ากับ0-1จึงเป็นต้องหารค่าสัญญาณอินพุตที่มีขนาด0-5ด้วยค่าคงที่5เพื่อให้ได้สัญญาณควบคุมอยู่ในช่วงที่กำหนดดังรูปที่6

5.การอ่านค่าสัญญาณหน่วยIMUเป็นการทำงานการอ่านค่าสัญญาณหน่วยIMUเป็นสัญญาณจากเซ็นเซอร์หน่วยIMU MPU6050จะถูกส่งออกมาในรูปแบบของข้อมูลทางดิจิตอลผ่านทางระบบบัสแบบI2Cค่าข้อมูลที่ส่งออกมาจากถูกส่งไปยังLINX/MPUเพื่อทำการแยกค่าสัญญาณออกมาเพื่อแสดงผลผ่านทาง Waveform Chat 2 ค่า ได้แก่ ค่าวัดความเร่งเชิงเส้น Accelerometer และความเร็วเชิงมุม Gyroscope ดังรูปที่ 7

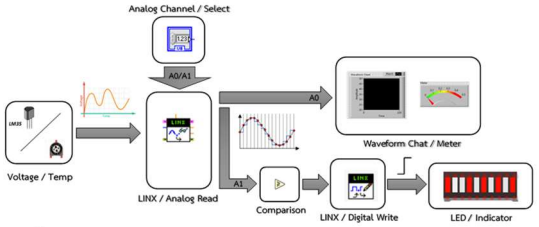


รูปที่ 3 การออกแบบการทำงานการส่งค่าสู่อุปกรณ์ภายนอก

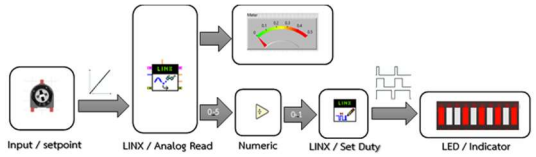
10.14416/c.fte.2021.07.004



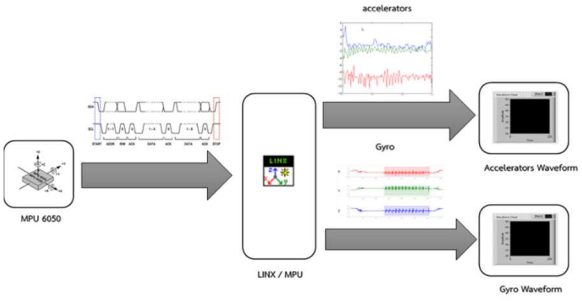
รูปที่ 4 การออกแบบการทำงานการรับค่าสัญญาณจากภายนอก



รูปที่5 การออกแบบการทำงานการรับค่าสัญญาณอนาล็อกและดิจิทัล



รูปที่6 การออกแบบการทำงานการประยุกต์ใช้สัญญาณพัลส์วิดมอดูเลตชัน

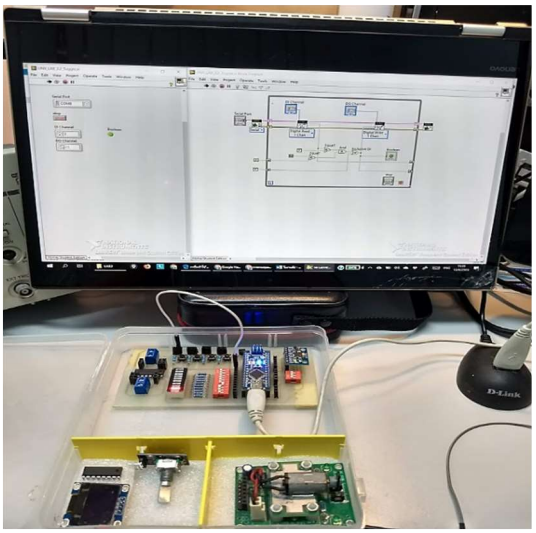


รูปที่ 7 การออกแบบการทำงานการอ่านค่าสัญญาณหน่วย IMU

4.ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกบนไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นในบทความนี้ขอยกตัวอย่างตัวอย่างการทดลองรับค่าสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกซึ่งเป็นการแสดงการทำงานในส่วนของชุดฝึกทักษะและส่วนของโปรแกรมจำลองเมื่อทำการเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุตร่วมกับชุดฝึกทักษะผ่านโปรแกรมจำลอง LabVIEW ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลการทดลองรับค่าสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกโดยใช้ชุดฝึกที่พัฒนาขึ้น

จากรูปที่8พบว่าผลการทดลองรับค่าสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกเป็นการเปรียบเทียบการทำงานของสวิตช์ตามทฤษฎีพีชคณิตบูลีน ซึ่งเมื่อทำให้สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับนั้น มีการทำงานเหมือน ToggleSwitch โดยที่จะทำงานตรวจจับสวิตช์ที่ทำงานแบบActiveHighเท่านั้นจะเห็นว่าสวิตช์ตัวที่สามและตัวที่สี่จะไม่การเปลี่ยนแปลงสถานะใด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการรับค่าสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอก

สวิตช์	สภาวะ LED ก่อนกดสวิตช์	สภาวะ LED หลังกดสวิตช์	สภาวะ LED หลังกดสวิตช์ครั้งที่2
ตัวที่ 1	off	on	off
ตัวที่ 2	off	on	off
ตัวที่ 3	off	off	off
ตัวที่ 4	off	off	off

10.14416/c.fte.2021.07.004

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญ

การหาคุณภาพชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกของไมโครคอนโทรเลอร์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน3ท่านที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(RatingScale)5ระดับตามรูปแบบของลิเคิร์ท (Likert's Scale) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกทักษะโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียด	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านชุดฝึกทักษะ	4.52	0.45	มากที่สุด
ด้านโปรแกรมจำลอง	4.27	0.51	มาก
ด้านเอกสารใบงาน	4.42	0.55	มาก
ภาพรวม	**4.40**	**0.50**	**มาก**

จากตารางที่2ผลการวิเคราะห์พบว่าภาพรวมชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.40, S.D. =0.50)เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่าด้านชุดฝึกทักษะมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.45) รองลงมาได้แก่ด้านเอกสารใบงาน(($\bar{X}$=4.42,S.D.=0.55)และด้านโปรแกรมจำลอง(($\bar{X}$=4.27,S.D.=0.51)มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครจำนวน 17 คนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดฝึกทักษะโดยกลุ่มตัวอย่าง

รายละเอียด	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านชุดฝึกทักษะ	4.59	0.53	มากที่สุด
ด้านโปรแกรมจำลอง	4.47	0.45	มาก
ด้านเอกสารใบงาน	4.32	0.64	มาก
ภาพรวม	**4.46**	**0.54**	**มาก**

จากตารางที่ 2 พบว่านักศึกษามีความเข้าใจอุปกรณ์การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ขั้นพื้นฐานเพิ่มขึ้นและผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่าภาพรวมหลังจากการใช้ชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.46,S.D.=0.50)เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่าด้านชุดฝึกทักษะมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.59, S.D. = 0.53) รองลงมาได้แก่ด้านโปรแกรมจำลอง ($\bar{X}$=4.47,S.D.=0.45) และด้านเอกสารใบงาน ($\bar{X}$= 4.32,S.D.=0.64) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้เป็นอย่างดี ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลอง

5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นผ่านโปรแกรมจำลองLabVIEWโดยผู้วิจัยได้นำชุดฝึกทักษะประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ประเมินจากความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกที่พัฒนาขึ้นจำนวน5การทดลอง

 10.14416/c.fte.2021.07.004

สามารถทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกกับคอมพิวเตอร์และแสดงผลผ่านโปรแกรมจำลองได้ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจหลักการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์อีกทั้งยังเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนให้ทันสมัยสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6],[7],[8]

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ในการทดลองครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] T. Roongsangiun, "Preparedness for the 4th renovation of Thai Labor," *Journal of Social Work ,* vol. 26, no. 2, pp. 172-204, 2018.

[2] A. Romputtal, LabVIEW for Hardware Controls, Bangkok: ID all digital print co.,Ltd., 2014.

[3] T. Phurak, Basics of Microcontroller, Saraburi: Saraburi Technical College, 2016.

[4] D. Pongphab, Microcontroller : Arduino, Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan), 2020.

[5] P. Saphet, "Using an Arduino Board with LabVIEW for a Mechanics Experiment Kit," *Thai Journal of Physics,* vol. 36, no. 2, pp. 55-61, 2019.

[6] S. M. S. a. F. R. W. Tafakur, "The Development of Training Kit For Basic Electronic Control on Automotive Field," *Journal of Physics: Conferece Series,* vol. 1, no. 012069, p. 1700, 2020.

[7] J. Wanglee, "The Development of C Programming Language on Windows Operating System Practice Sets on Data Structures and Algorithms," *electronic Journal of Open Distance Innovation Learning,* vol. 7, no. 2, pp. 80-90, 2060.

[8] K. Ungkanawin, "The Development of an Experimental Set and Finding Efficiency the Application Using Microcontroller Boards of the Controller Robots in Microprocessor and Interfacing," *Journal of Educational Innovation and Research,* vol. 3, no. 2, pp. 118-128, 2560.

 10.14416/c.fte.2021.07.004