

ชุดฝึกปฏิบัติการราคาประหยัดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับการเรียนการสอนอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Budget Microcontroller Laboratory Kit for IoTs Education

กาญจนา ศีลาวราเวทย์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

skanchan@engr.tu.ac.th

ตะวัน ภูริต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

tawan.phu@siam.edu

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการที่เอส2 ราคาข่อมเยา เน้นให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติการตามบทเรียนจากง่ายไปยากเหมาะ สำหรับการเรียนการสอนทางด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยใช้ หน่วยประมวลผล อีเอสพี32 และอุปกรณ์ทั่วไปประกอบด้วยอุปกรณ์ อินพุต เช่น ปุ่มกด เซนเซอร์อุณหภูมิความชื้นของอากาศ ผู้เรียนสามารถ ฝึกฝนการจัดการอินพุตและเอาต์พุตด้วยซอฟต์แวร์และด้วยกลไกการ อินเทอร์เน็ต ชุดฝึกที่เอส2 มีการเชื่อมโยงกับวงจรอ่านค่ากระแสไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้กับการเรียนพื้นฐานวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ นักศึกษาสามารถต่อยอดประยุกต์สร้าง โครงการงานจากชุดฝึกที่เอส2 นี้ได้

คำสำคัญ: ชุดฝึกปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี32 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง วิศวกรรมศาสตร์

Abstract

This article presents the idea on development of budget microcontroller laboratory kit, called TS2, for learning the internet of things. An experimental set is designed for students to practice based on lessons from easy to difficult. TS2 use ESP32 processor as microcontroller. The general equipment consists of input devices such as buttons, temperature sensors, air humidity, input management. they can be used either software polling or interrupt service routine mechanisms. Additionally, the TS2 is also providing the current measuring of AC motor for studying the basic motor control. Consequently, students are able to develop theirs project from the TS2 set as well.

Keywords: Microcontroller Laboratory Kit, ESP32, IoT, Engineering Education

1. บทนำ

วิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวข้องกับการเรียนวิศวกรรมในปัจจุบันซึ่งมีความรู้ใหม่ที่ต้องเรียนจำนวนมากเนื่องจากเทคโนโลยีเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว ผู้เรียนนอกจากจะต้องติดตามความรู้ให้ทันแล้ว ยังต้องเชื่อมโยงภาคทฤษฎีไปสู่ภาคปฏิบัติให้สามารถประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งต้องอาศัยการฝึกฝนกับเครื่องมือหรือชุดทดลอง ดังนั้นในงานบทความนี้จึงมุ่งออกแบบชุดทดลองเพื่อนำไปใช้ในฝึกปฏิบัติการอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งของนักศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์

แนวคิดเรื่องการเรียนรู้การสอนวิชา โครงสร้างและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ [1] โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปแบบพกพาได้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติและทำโครงการโดยไม่ขึ้นอยู่กับสถานที่และเวลา มีการต่อยอดให้ผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการในวิชาเรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานได้สะดวกรวดเร็วขึ้น ต่อมาผู้เสนอแนวคิดศึกษาด้านเทคโนโลยีทางด้านไมโครโพรเซสเซอร์ [2] โดยเรียนรู้ผ่านการทดสอบทุกความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์ราคาถูก ได้แก่ การทำงานของ I/O Port การสื่อสารข้อมูลอนุกรม การแปลงอนาล็อกเป็นดิจิทัล การแปลงดิจิทัลเป็นอนาล็อก การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง สเต็ปมอเตอร์ จอแสดงผล 2 บรรทัด และตัวตรวจวัดอุณหภูมิ อย่างไรก็ตามทั้ง [1][2] ยังไม่ครอบคลุมการสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทำให้ไม่สามารถทดลองหรือทดสอบการแลกเปลี่ยนสื่อสารข้อมูลระหว่างกันตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ มีด้วยกันหลายตระกูลมีผู้เสนอการเปรียบเทียบไมโครคอนโทรลเลอร์ [3] เทียบกับ ESP32 จำนวน 3 รุ่น ที่ได้รับความนิยมได้แก่ ESP8266, CC32, และ XBee จากการเปรียบเทียบพบว่า ESP32 มีราคาถูกในขณะที่มีจำนวน I/O สูงกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวอื่น ๆ สามารถสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตไร้สายและบลูทูธได้ในขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวอื่นไม่มี มีหน่วยความจำมากกว่า มีความเร็วสูง

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 12 "การพัฒนานวัตกรรมเพื่อก้าวสู่สังคมอัจฉริยะ 4.0" 26 - 27 พฤษภาคม 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย

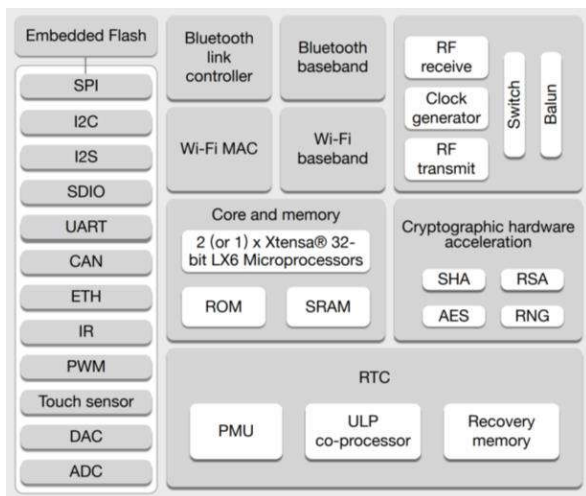
กว่าแต่ราคาถูกเป็นรอง ESP8266 ซึ่งเป็นรุ่นก่อนหน้าเพียงเล็กน้อย งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ ESP32 เป็นหน่วยประมวลผลสำหรับชุดฝึกปฏิบัติการ

วิธีการเรียนเพื่อสร้างต้นแบบระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง [4] เริ่มต้นจาก (1) ศึกษาการจัดการอินพุตและเอาต์พุต (Actuators) เช่น ตัวบวม ตัวชุดอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งก็คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้น (2) ศึกษาการสื่อสารข้อมูลของตัวตรวจจับสัญญาณและเอาต์พุตแบบต่าง ๆ ผ่านอินเทอร์เน็ตจากชุด ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังเกตเวย์ (Gateway) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางหรือทางผ่านในการรวบรวมและกระจายข้อมูลระหว่างเครือข่ายภายในกับภายนอก โดยจะ (3) พัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เพื่อทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ พัฒนาเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงข้อมูลผ่านเว็บไซต์ ใช้สมาร์ตโฟนหรือพีซีในการตรวจสอบสถานะของการทำงานของระบบ ศึกษาการทำงานของโครงข่าย (Network) และศึกษาการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายซึ่งปัจจุบันนิยมใช้ระบบคลาวด์ (4) ศึกษาการสร้างชุดคำสั่งจากระบบคลาวด์เพื่อไปสั่งงานเอาต์พุตบนอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์ จากนั้นตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเอาต์พุต (5) ให้ผู้เรียนสรุปแนวคิดและความเข้าใจในแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการเรียนการสอนของบทความนี้ ทั้ง 5 ขั้นตอน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างหน่วยประมวลผล ESP32

หน่วยประมวลผล ESP32 [5] ประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล ตัวหน่วยประมวลผล ESP32 มีทั้งแบบแกนเดี่ยว (Single Core) และแกนคู่ (Dual Core) โดยชุดฝึกปฏิบัติการนี้เลือกใช้หน่วยประมวลผลแบบแกนคู่ เพื่อตอบสนองการเรียนการสอนเรื่องการจัดการงานแบบมัลติทาสกิ้งบนมัลติโพรเซสเซอร์



รูปที่ 1 โมดูลภายในหน่วยประมวลผลเอสพี 32

ภายในหน่วยประมวลผลประกอบด้วยชุดโมดูลอินเทอร์เน็ตเฟส 12 ชนิด ได้แก่ SPI, I²C, I²S, SDIO, UART, CAN, ETH, PWM, DAC, ADC, และ Touch Sensor นอกจากนี้ยังมีโมดูลทำหน้าที่สื่อสารข้อมูล ได้แก่ โมดูลบลูทูธและ โมดูลอินเทอร์เน็ตไร้สายในตัว อีกทั้งยังมีวงจรเข้ารหัสและถอดรหัส เช่น RSA, RNG, AES, และ SHA ซึ่งช่วยให้การเข้ารหัสหรือถอดรหัสข้อมูลทำได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ถือเป็นข้อดีเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งาน

2.2 โมดูลเอสดีการ์ด

โมดูลเอสดีการ์ด (Micro SD Card Interface Module) [6] เป็นโมดูล สำหรับบันทึกข้อมูลลงบนไมโครเอสดีการ์ด มีอินเตอร์เฟสแบบ SPI ใช้งานง่ายมีไลบรารีสำเร็จรูปให้พร้อมใช้งาน มีวงจรแรงดัน 3.3V ในตัวบอร์ด สามารถใช้ไฟได้ในช่วง 4.5V - 5.5V

2.3 บัส I²C และบัส SPI

การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก เช่น บัส I²C (Inter Integrate Circuit) [7] สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์หลายตัวด้วยสัญญาณ 2 เส้น คือ SCL (Serial Clock Line) ใช้สำหรับส่งความถี่สัญญาณนาฬิกาเพื่อกำกับจังหวะการทำงานที่จะรับหรือส่งข้อมูล และ SDA (Serial Data Line) การสื่อสารในระบบบัสชนิดนี้จะต้องมีการระบุหมายเลขของอุปกรณ์ปลายทางที่จะสื่อสาร ซึ่งอุปกรณ์ปลายทางมักจะมีกำหนดตำแหน่งด้วยการใช้ลวดจัมเปอร์ในการเลือกตำแหน่งเพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันของตำแหน่งอุปกรณ์ในระบบ ระบบบัสยอมให้มีการสลับการทำงานระหว่าง Master และ Slave ได้ การรับส่งข้อมูลจะเป็นแบบผลัดกันรับผลัดกันส่งไม่สามารถรับส่งพร้อมกันได้ จึงทำงานได้ช้ากว่าเมื่อเทียบกับบัส SPI ในชุดฝึกปฏิบัติการนี้ใช้บัส I²C เชื่อมต่อกับจอแสดงผล LCD และโมดูล RTC

บัส SPI (Serial Peripheral Interface) [8] ใช้สายสัญญาณ 4 เส้น ได้แก่ Master Out Slave In (MOSI), Master In Slave Out (MISO) เป็นการส่งสัญญาณแบบมีทิศทาง, สายสัญญาณ Serial Clock Line (SCL) เป็นสัญญาณนาฬิกากำกับการทำงานจาก Master และสาย Slave Select (SS) การระบุตำแหน่งปลายทางจะใช้สายสัญญาณ SS แยกกัน การมีอุปกรณ์ Slave เพิ่มจำเป็นต้องเพิ่มสาย SS เพื่อแยกการควบคุม แต่บัสนี้สามารถมี Master ได้เพียง Master เดียวเท่านั้น ไม่สามารถสลับหน้าที่การทำงานได้ การรับส่งข้อมูลระหว่าง Master และ Slave สามารถรับส่งได้พร้อมกัน ใน TS นี้ใช้ SPI เชื่อมต่อกับโมดูล SD Card

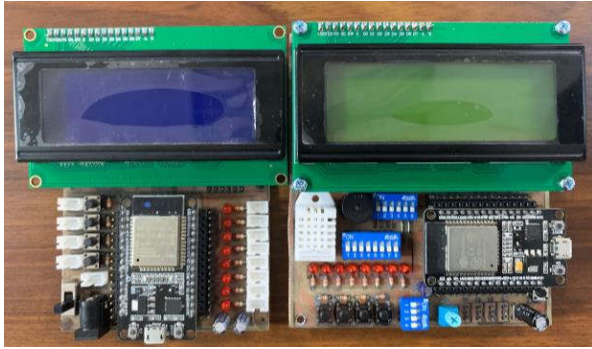
3. การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการ

ชุดฝึกปฏิบัติการแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ ได้แก่ ส่วนอินพุตและเอาต์พุต และส่วนสื่อสาร ในการฝึกปฏิบัติการมักพบปัญหาจากการที่ผู้เรียนมีระดับทักษะที่แตกต่างกัน กรณีที่ไม่มีพื้นฐานทางด้านวงจรไฟฟ้าจะส่งผลให้การต่อวงจรด้วยตนเองอาจใช้เวลานานจนมีเวลาเหลือไม่เพียงพอต่อการฝึกฝนทักษะการเขียนโปรแกรม ดังนั้นในการ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 12 "การพัฒนานวัตกรรมเพื่อก้าวสู่สังคมอัจฉริยะ 4.0" 26 - 27 พฤษภาคม 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย

ออกแบบชุดปฏิบัติการนี้จึงได้มีแนวคิดออกแบบวงจรเป็นวงจรสำเร็จ เพื่อให้ผู้เรียนไม่ต้องเสียเวลาในการเชื่อมต่อวงจรพื้นฐานต่าง ๆ อาทิ ปุ่มกด หลอดแสดงผล จอภาพแสดงผล ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 TS รุ่นที่ 1 และ TS รุ่นที่ 2

โดยชุดฝึกปฏิบัติการชุดแรกทีออกแบบและพัฒนาขึ้นมีชื่อเรียกว่า TS รุ่นที่ 1 มีเป้าหมายให้ผู้เรียนเกิดทักษะและความเข้าใจหลักการทำงานพื้นฐาน ชุดอินเทอร์เฟซประกอบด้วย ปุ่มกด 4 ปุ่ม หลอดแอลอีดี 8 ดวง จอแสดงผล LCD ขนาด 16x2 ผ่านบัส I²C และออกแบบให้มีพอร์ตเชื่อมต่อเพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับเซนเซอร์ต่าง ๆ จากภายนอกได้ เช่น เซนเซอร์ฝุ่น เซนเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิ เซนเซอร์แสง เป็นต้น เนื่องจากการออกแบบเป็นชุดสำเร็จติดตั้งด้วยตัวหาคผู้เรียนต้องการใช้ขาพอร์ตที่ถูกใช้งานแล้วจะไม่สามารถใช้งานได้ และการเบิกจ่ายอุปกรณ์ เช่น เซนเซอร์ต่าง ๆ เพิ่มเติมในทุกครั้งที่มีการเรียนและตรวจเช็คทุกครั้งเมื่อนำส่งคืนทำให้เป็นภาระกับผู้ดูแล ดังนั้นในรุ่นที่ 2 จึงได้เพิ่มสวิตช์ตัดต่อวงจร เพิ่มเซนเซอร์ต่าง ๆ ติดตั้งไว้ในชุดทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซนเซอร์วัดข้อมูลกระแสไฟฟ้า ACS758

บทความนี้นำเสนอชุดฝึกปฏิบัติการ TS รุ่นที่ 2 มีเป้าหมายเพื่อนำเสนอการเรียนรู้อินเทอร์เน็ทของสรรพสิ่งตั้งแต่ระดับเริ่มต้น ไปจนถึงระดับการควบคุมและวิเคราะห์ความคิดปกติของมอเตอร์ TS รุ่นที่ 2 ใช้หน่วยประมวลผล ESP32 ชนิดแกนคู่ มีโมดูลการทำงานที่ติดตั้งไว้แล้ว ดังนี้

- โมดูลหน้าจอแอลซีดี (LCD) ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด
- โมดูลปุ่มกด (Switch) 4 ปุ่ม
- โมดูลหลอดแสดงผลแอลอีดี (LED) 8 ดวง
- โมดูลเซนเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิ (DHT22)
- โมดูลเซนเซอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้า (ACS758)
- โมดูลนาฬิกา (RTC)
- โมดูลอ่านและบันทึกข้อมูลลงเอสดีการ์ด (SDCARD)
- โมดูลลำโพงขนาดเล็ก (Buzzer)

3.1 ภาคอินพุต

ออกแบบให้มีปุ่มกดจำนวน 4 ปุ่ม โดยมีสวิตช์ไฟฟ้าแบบแมนนวล (Dip Switch) ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรปุ่มกดทั้ง 4 นี้จากการเชื่อมต่อกับขา ESP32 เมื่อไม่ต้องการใช้งาน หากผู้เรียนมีความจำเป็นหรือต้องการ

เชื่อมต่อวงจรอื่นใดโดยไม่ต้องการใช้วงจรในส่วนที่ได้เตรียมไว้ให้ก็สามารถทำได้ด้วยการตั้งค่าของสวิตช์ไฟฟ้าแบบแมนนวล วงจรที่เตรียมไว้ให้ก็จะถูกปลดออกจากขาพอร์ต ทำให้ผู้เรียนสามารถต่อวงจรอื่นเข้ากับขาพอร์ตได้ตามต้องการ

3.2 ภาคเอาต์พุต

ออกแบบให้มีไฟแอลอีดี 8 ดวง หน้าจอแอลซีดีขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัดและลำโพงขนาดเล็ก (Buzzer) ผู้เรียนสามารถเรียกใช้งานผ่านพอร์ตที่กำหนดไว้ได้

3.3 ภาคสื่อสารข้อมูล

ในหน่วยประมวลผลอีเอสพี 32 มีโมดูลสายฟ้าและบลูทูธในตัว (WiFi/BLE SoC: System On Chip) รองรับสายฟ้าความถี่ 2.4 GHz จึงสามารถสื่อสารหรือส่งข้อมูลหากันแบบไร้สาย

ตารางที่ 1 ราคาอุปกรณ์ (บาท)

ลำดับ	ESP32s	DHT 22	LCD 20x4	DS 1307	SD Card Reader	ACS758
ร้าน1	141	110	115	35	43	120
ร้าน2	144	122	119	37	44	122
ร้าน3	148	123	120	46	45	140
ร้าน4	149	137	125	50	46	142
ร้าน5	151	139	126	51	47	144
ต่ำสุด	141	110	115	35	43	120
เฉลี่ย	146.6	126.2	121	43.8	45	133.6
สูงสุด	151	139	126	51	47	144

นอกจากนี้บนชุดฝึกปฏิบัติการมีการออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับโมดูลต่าง ๆ ผ่านบัส I²C และ I¹S โดยมีสวิตช์ไฟฟ้าหมายเลข 1 (ด้านบนสุด) เป็นตัวเลือกว่าจะเปิดใช้หรือไม่ และมีขาเชื่อมต่อ I²C อยู่ด้านข้าง สามารถเชื่อมต่อไปยังภายนอกผ่านขอกเก็ตด้านข้าง อุปกรณ์ที่ใช้ไม่รวม R L C ดังตารางที่ 1

ราคาอุปกรณ์เฉพาะโมดูลต่อชุดประมาณ 1,054 บาท อุปกรณ์อื่น ๆ 496 บาท ราคาโดยรวมทั้งชุด 1,550 บาท

4. การใช้ชุดฝึกปฏิบัติการในการเรียนการสอน

หัวข้อปฏิบัติการที่ใช้กับชุดฝึกปฏิบัติการนี้มี 15 เรื่อง จัดลำดับเนื้อหา ก่อนหลังเพื่อผู้เรียนศึกษาได้ง่าย ดังตารางที่ 2

บทความวิจัย

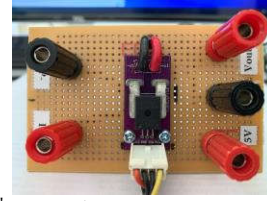
การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 12 "การพัฒนานวัตกรรมเพื่อก้าวสู่สังคมอัจฉริยะ 4.0" 26 - 27 พฤษภาคม 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย

ตารางที่ 2 รายชื่อหัวข้อปฏิบัติการ

ลำดับ	รายการ	อุปกรณ์เพิ่มเติม	เชื่อมต่อ สายไฟ
1	การควบคุม LED	-	-
2	การควบคุมจอแสดงผล LCD	-	-
3	การจัดการอินพุตปุ่มกด	-	-
4	การรับส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตอย่างง่าย	-	ต้องการ
5	การอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ	-	ต้องการ
6	การอ่านค่าวันเวลาปัจจุบัน	-	ต้องการ
7	การบันทึกข้อมูลลง SD CARD	SD CARD	ต้องการ
8	การวัดค่าฝุ่นละออง	เซนเซอร์ PM	ต้องการ
9	การอ่านค่า A/D	-	ต้องการ
10	การอ่านข้อมูลกระแสไฟฟ้า	อุปกรณ์ไฟฟ้า	ต้องการ
11	การเชื่อมต่อฐานข้อมูลภายนอก	DB Server	ต้องการ
12	การขับ DC Motor	DC Motor	ต้องการ
13	การขับ STEP Motor	STEP Motor	ต้องการ
14	การขับ AC Motor 3 Phase	AC Motor	ต้องการ
15	การควบคุมระดับน้ำ	สวิทช์ถูกลอย	ต้องการ

โดยหัวข้อลำดับที่ 1-2 เป็นฝึกปฏิบัติจากภาคแสดงผลเพราะเป็นส่วนที่จะสามารถสังเกตผลลัพธ์ได้ง่าย ภาคแสดงผลจะประกอบด้วย การควบคุมหลอดแอลอีดีเป็นการฝึกฝนใช้คำสั่งส่งข้อมูลไปยังพอร์ต พร้อมกับฝึกการหน่วงเวลา การใช้วงวน เพื่อทำให้เกิดรูปแบบการแสดงผลตามที่ต้องการ จากนั้นฝึกการแสดงผลผ่านจอภาพแอลซีดีขนาด 20×4 เพื่อแสดงข้อมูลที่มีรายละเอียดมากขึ้น จากนั้นหัวข้อลำดับที่ 3 เป็นการทดลองภาคอินพุตเริ่มตั้งแต่การรับข้อมูลจากปุ่มกดอย่างง่าย ๆ ไปจนถึงการจัดการด้วยการจัดจังหวะการทำงานของหน่วยประมวลผลการฝึกจัดการงานที่มีความสำคัญสูงป้องกันให้ไม่ถูกเพิกเฉย หัวข้อลำดับที่ 4 เป็นการฝึกรับส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต เป็นการฝึกรับส่งข้อมูลจากไหนคนหนึ่ง ไปยังไหนคนที่กำหนดเพื่อฝึกให้สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่านอินเทอร์เน็ตซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการทำงานของแนวคิด อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การอ่านค่าเวลาปัจจุบันเป็นการอ่านข้อมูลจาก หน่วยเวลา (Realtime Clock: RTC) DS1307 ที่เชื่อมต่อกับ หน่วยประมวลผลไอเอสที 32 ผ่าน IC การบันทึกข้อมูลลงคือ SD CARD จะทำให้ผู้เรียนสามารถจัดเก็บข้อมูลไว้ภายในตัวเองถาวรได้ การวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ (Dust Sensor) เป็นการฝึกใช้เครื่องมือ วัดปริมาณความหนาแน่นของฝุ่นละอองในอากาศ การอ่านค่า A/D การอ่านข้อมูลกระแสไฟฟ้า การเชื่อมต่อฐานข้อมูลภายนอก การขับ DC Motor การขับ STEP Motor การขับ AC Motor 3 Phase การควบคุมระดับน้ำ โดยหัวข้อปฏิบัติการตั้งแต่ลำดับที่ 5 เป็นต้นไปจะมีเนื้อหาเสริมผู้เรียนให้ได้ ทบทวนและทำซ้ำด้วยประยุกต์ใช้การรับส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต หัวข้อปฏิบัติการเรื่องการอ่านกระแสไฟฟ้าจะใช้งานร่วมกับชุดเซนเซอร์ ACS758 ที่ใช้หลักการฮอลล์เอฟเฟกต์ (Hall Effect) แยกเป็นชุดเสริมไว้ภายนอกจากวงจรที่มีแรงไฟฟ้าสูงเพื่อความปลอดภัยของ

ผู้เรียน เชื่อมต่อเข้ากับชุดฝึก TS2 ในตำแหน่งพอร์ตที่กำหนดสูงสุดได้ถึง 4 จุด เพียงพอที่จะอ่านกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟส



รูปที่ 3 เซนเซอร์อ่านข้อมูลกระแสไฟฟ้า ACS758

การปฏิบัติการในแต่ละครั้งจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับเริ่มต้นด้วย (1) การใช้อินพุตเอาต์พุต การอ่านค่าและแสดงผลสถานะ ภายในชุด TS2 (2) การควบคุมหรือแสดงผลสถานะข้ามชุด TS2 โดยผู้เรียนจะได้ฝึกสร้างระบบประสานการทำงานระหว่างชุดฝึก TS2 ผ่าน โมดูลสื่อสารไร้สาย (Wireless Sensor Network) ทั้งการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายที่มีตัวกลาง (Wireless Access Point) ที่และไม่มีตัวกลางในลักษณะโครงข่ายเฉพาะกิจ (Ad hoc Network) (3) การส่งข้อมูลขึ้นระบบคลาวด์ด้วย TS2 ที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ (4) การส่งข้อมูลหรือคำสั่งทั้งไปและกลับจากเว็บเบราว์เซอร์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังระบบคลาวด์ แล้วส่งต่อจากระบบคลาวด์ไปยังชุด TS2 เพื่อสั่งการและนำข้อมูลสถานะที่ได้จากเซนเซอร์กลับมายังระบบคลาวด์เพื่อแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์บนโทรศัพท์มือถือ (5) ผู้เรียนสรุปกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้ฝึกปฏิบัติ สรุปประเด็นความรู้ที่ได้รับ

5. สรุป

ชุดฝึกปฏิบัติ TS รุ่นที่ 2 ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นเลือกใช้ อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในประเทศ เป็นนิยมจึงมีราคาไม่แพง เมื่อเทียบกับ ชุด ฝึก WiFi Enable PIC32 Microcontroller Board with Uno R3 Headers ที่มีราคา 2,276 บาท สามารถนำไปใช้ในการเรียน การสอน อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งระดับ พื้นฐาน มีบทเรียนให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติการจากเรื่องง่ายไปยาก หัวข้อปฏิบัติการเน้นลงมือปฏิบัติฝึกทำกระบวนการซ้ำ ๆ ช่วยผู้เรียนเกิดทักษะ สามารถเชื่อมโยงความรู้สู่การปฏิบัติ ฟังก์ชันของ Server มีโค้ดพื้นฐานให้ และเปิดโอกาสผู้เรียนสามารถประยุกต์เพิ่มเติมได้ และผู้ที่สนใจสามารถนำชุด TS2 ไปประยุกต์ใช้สร้างโครงงานต้นแบบได้

6. ข้อเสนอแนะ

ESP32 มีศักยภาพรองรับการเข้ารหัสและถอดรหัส ซึ่งจะสามารถแก้ไขจุดอ่อนด้านความปลอดภัยของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้ ดังนั้นในการเรียนการสอนวิชาการต่อไปจะเป็นการนำการเข้ารหัสและถอดรหัสมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน นอกจากนี้ ESP32 มีความสามารถในการเชื่อมต่อผ่าน CAN บัส สามารถนำชุดฝึกนี้ไปใช้กับปฏิบัติการด้านระบบสื่อสารข้อมูลในยานยนต์ที่ใช้ CAN บัสได้

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 12 "การพัฒนานวัตกรรมเพื่อก้าวสู่สังคมอัจฉริยะ 4.0" 26 - 27 พฤษภาคม 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอ.สุเทพ ทัพธวัช จัดทำ PCB และประกอบบอร์ด TS2

เอกสารอ้างอิง

D. Chai-Tien Lo, K. Qian, and L.Hong, "The Use of Low Cost Portable Microcontrollers in Teaching Undergraduate Computer Architecture and Organization", in Integrated STEM Education Conference, 2012.

Vali Kh. Abdrakhmanov, Niaz N. Bikbaev, and Renat B. Salikhov, "Development of Low-cost Electronic Training Boards Based on Universal Microcontroller", in 13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE), 2016, pp. 319-325.

A. Maier, A. Sharp, and Y. Vagapov, "Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things", in Internet Technologies and Applications (ITA) , 2017, pp. 143-148.

M. Ishihara, K. Akiyama, N. Ohe, and M. Inoue, "An Education Curriculum of IoT Prototype Construction System", in 6th Global Conference on Consumer Electronics, 2017.

"ESP32 Datasheet" [Online]. Available:

https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf [Accessed Jan. 6, 2020].

"Micro SD Card Interface Module" [Online]. Available:

<http://datalogger.pbworks.com/w/file/fetch/89507207/Datalogger%20-%20SD%20Memory%20Reader%20Datasheet.pdf> [Accessed Jan. 6, 2020].

"I2C" [Online]. Available: <https://i2c.info/> [Accessed Jan. 6, 2020].

"SPI" [Online]. Available:

https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface [Accessed Jan. 6, 2020].



กาญจนา ศิลาวราเวทย์ สำเร็จการศึกษา
คุณวุฒิปบัณฑิตสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สนใจระบบเครือข่ายที่กำหนดโดย
ซอฟต์แวร์ คลาวด์คอมพิวเตอร์ ความมั่นคง
คอมพิวเตอร์ ระบบสมองกลฝังตัว



ตะวัน ภูริต สำเร็จการศึกษาวិทยาสาตร
มหบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์
สนใจงานระบบสมองกลฝังตัว เอฟพีจีเอ
ระบบดิจิทัล หุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ