

Proceedings of The 17th International and National Conference on Engineering Education

Hosted by The Council of Engineering Deans of Thailand
and Faculty of Engineering, Mahidol University

20-22 June 2019
Avani Huahin Resort, Thailand

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานผ่านสหกิจศึกษา กรณีศึกษาการออกแบบและสร้าง
เครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์ควบคุมด้วยพีแอลซี

Project-Based Learning via Cooperative Education: a Case Study of a Design and
Construction of Radiator Leak Testing Machine Controlled by PLC

ยงยุทธ นาราชฎี^{1*} และวิภาวัลย์ นาคทรัพย์²

Yongyuth Naras^{1*} and Wipavan Narksarp²

^{1*,2}ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

E-Mail: yongyuth.nar@siam.edu^{1*}, and wipavan.nar@siam.edu²

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานผ่านสหกิจศึกษาของมหาวิทยาลัยสยาม กรณีศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์ควบคุมด้วยพีแอลซี เครื่องทดสอบนี้ได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความผิดพลาดของคนในการตรวจสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์ในสายการผลิตของบริษัท ซีเอช โอโตพาร์ท จำกัด โดยส่วนแรกเป็นนำเสนอระบบการดำเนินงานสหกิจศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามโดยสรุป จากนั้นเป็นการนำเสนอในรายละเอียดของเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำที่ได้สร้างขึ้นนี้ เครื่องทดสอบนี้ถูกออกแบบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบแห้ง การทดสอบทำได้โดยการใช้อากาศที่มีแรงดันผ่านหม้อน้ำที่ปิดผนึก อากาศที่มีแรงดันในหม้อน้ำจะถูกวัดและแสดงผล ถ้าความดันเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในหม้อน้ำ นั่นหมายความว่าหม้อน้ำไม่มีการรั่วซึม แต่ถ้าความดันลดลงอย่างฉับพลันนั้นหมายความว่าหม้อน้ำมีการรั่วซึมแล้วหม้อน้ำนั้นก็จะถูกส่งกลับไปทำการแก้ไข ขั้นตอนเริ่มต้นด้วยการออกแบบโครงสร้างทางกลของเครื่องก่อนการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตถูกออกแบบและติดตั้ง จากนั้นชุดคำสั่งของ PLC จะถูกโปรแกรมผลการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: สหกิจศึกษา, เรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน, เครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำ, พีแอลซี

Abstract

This paper presents a project-based learning via Siam University cooperative education with focus on a case study of a design and construction of a radiator leak testing machine controlled by PLC. The machine was designed and constructed to solve a problem caused by human error in checking the leak of the radiator in a production line of CH Autopart Company Limited. Firstly, the cooperative education system of department of electrical engineering, faculty of engineering, Siam University is proposed concisely. Thereafter, the details of the radiator leak testing machine are proposed. The machine was designed using dry testing method. The test is accomplished by applying a pressurized air through the enclosed radiator, the pressurized air in the radiator is measured and monitored. It is noted that if the pressure increases uniformly in the radiator, that means the radiator does not leak. But if the pressure suddenly drops that means the radiator has a leak, then it will be

returned to be fixed. The procedure started from the design of mechanical construction of the machine. The interfacing between PLC and input/output devices was designed and installed. Then, the PLC instruction set were programmed. The test results of the prototype can be satisfactory.

Keywords: Cooperative Education, Project-Based Learning, Radiator Leak Testing Machine, PLC

บทสรุปงานวิจัย

บทนำ

สหกิจศึกษาเป็นระบบการศึกษาที่จัดให้มีการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาลับกับการไปหาประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติงานจริง ณ สถานประกอบการอย่างมีระบบ ด้วยความร่วมมือจากสถานประกอบการและทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เป็นระบบการศึกษาที่ผสมผสานการเรียนกับการปฏิบัติงาน [1] โดยมีเป้าประสงค์หลักคือ การพัฒนาบัณฑิตผ่านประสบการณ์การทำงานจริงในสถานประกอบการ ตามมาตรฐานวิชาการและวิชาชีพ รวมทั้งตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน ถือเป็นส่วนสำคัญในการเตรียมบัณฑิตให้พร้อมเข้าสู่ระบบการทำงานได้ทันทีหลังจากสำเร็จการศึกษา การที่นักศึกษาได้มีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติงานจริงทำให้ได้รับประสบการณ์โดยตรงจากสถานประกอบการ ก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะด้านต่างๆ แก่นักศึกษา การได้ลงมือปฏิบัติงานจริง ทำให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ที่ไม่สามารถหาได้ในห้องเรียน ทั้งยังเป็นการสร้างเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจกับเหตุการณ์ที่พบเจอและฝึกการสังเกต จึงเป็นโอกาสที่นักศึกษาจะค้นพบศักยภาพที่แท้จริงและความต้องการด้านงานอาชีพชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้กระบวนการสหกิจศึกษายังทำให้เกิดการประสานงานอย่างใกล้ชิดระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการ ส่งผลให้สถานศึกษาสามารถปรับปรุงพัฒนาหลักสูตรให้มีความทันสมัยตลอดเวลาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ

จากหลักการของสหกิจศึกษาดังกล่าวที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์จริงจากการปฏิบัติงานจริงในตำแหน่งพนักงาน (ชั่วคราว) หรือได้มีโอกาสทำโครงการเพื่อแก้ปัญหาให้กับสถานประกอบการ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ซึ่งมีพันธกิจหลักในการผลิตบัณฑิตด้านวิศวกรรมไฟฟ้าให้มีคุณภาพตรงกับความต้องการของสถานประกอบการ ผู้ใช้บัณฑิตในทุกๆ ด้าน ได้เล็งเห็นประโยชน์และความสำคัญของสหกิจศึกษา ซึ่งมีงานวิจัย [4, 5] สรุปไว้ว่า นักศึกษาที่ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเกิดการพัฒนาด้านหลายด้าน เช่น ทักษะในการทำงาน การทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่น การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี การมีบุคลิกภาพที่ดี มีทักษะในการติดต่อสื่อสาร มีความกระตือรือร้นในการทำงานมากขึ้น ดังนั้นภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าจึงได้ออกแบบหลักสูตรให้มีระบบการเรียนการสอนในลักษณะสหกิจศึกษามาอย่างต่อเนื่อง และนอกจากนักศึกษาได้รับการพัฒนาโดยตรงจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาแล้วยังสามารถใช้ข้อมูลจากสถานประกอบการนำมาปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตร ปรับปรุงการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการด้วย

กระบวนการดำเนินการสหกิจศึกษา

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้กำหนดไว้ในแผนการเรียนของหลักสูตรปรับปรุงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันให้นักศึกษาชั้นปีที่ 3 ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในภาคฤดูร้อน การกำหนดแผนการเรียนไว้ในชั้นปีที่ 3 ดังกล่าวเกิดจากการวิเคราะห์ถึงข้อดี ข้อเสียระหว่างการกำหนดไว้ในแผนการเรียนชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ซึ่งการกำหนดให้นักศึกษาออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในชั้นปีที่ 3 มีข้อดีคือการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการทำให้นักศึกษาได้รู้ถึงโจทย์ปัญหาทางวิศวกรรมในสถานประกอบการก่อนแล้วนำโจทย์เหล่านั้นกลับมายังมหาวิทยาลัยเพื่อศึกษาหาวิธีแก้ปัญหาเหล่านั้น โดยอาศัยความรู้ในรายวิชาต่างๆ ที่ต้องกลับมาเรียนในชั้นปีสุดท้าย หรือนำโจทย์ปัญหาเหล่านั้นกลับมาเป็นหัวข้อโครงการที่สามารถนำไปแก้ปัญหของงานทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าได้จริง แต่มีข้อเสียคือสถานประกอบการไม่สามารถรับนักศึกษาเข้าทำงาน

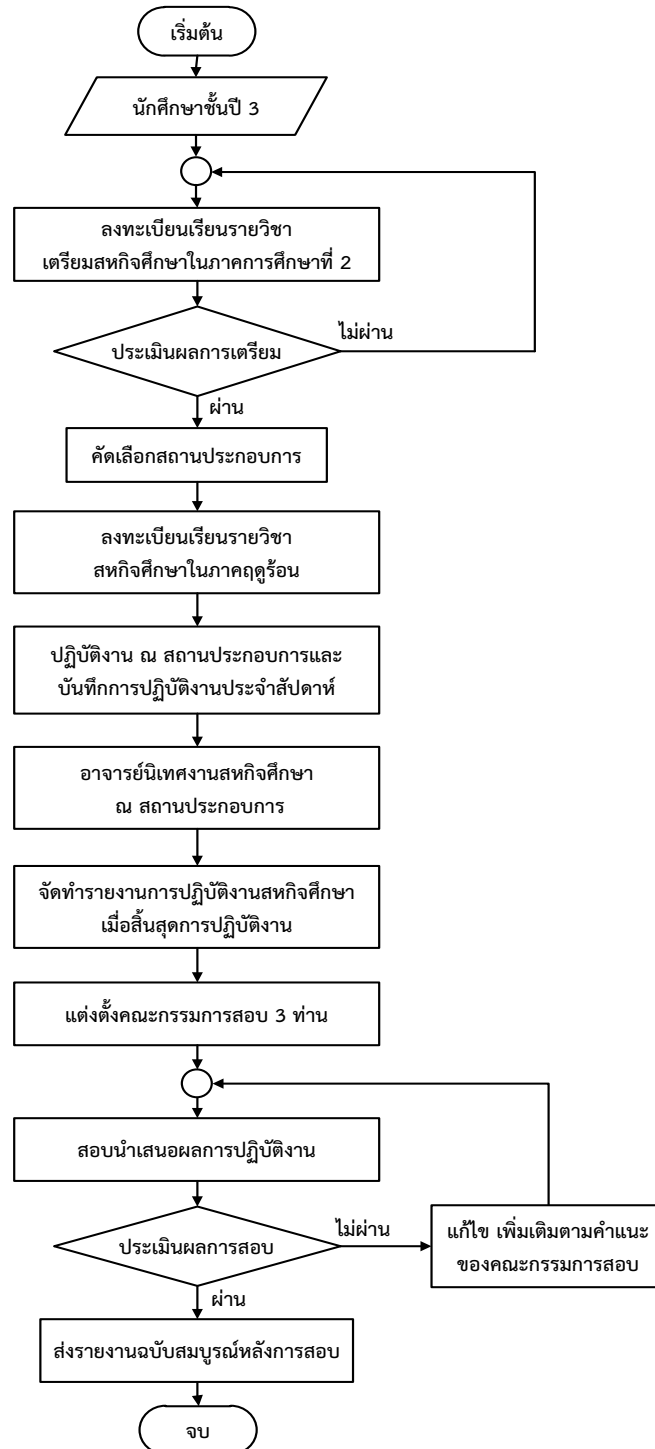
ประจำต่อเนื่องได้เลย เพราะฉะนั้นนักศึกษาต้องกลับมาเรียนต่ออีก 1 ปีการศึกษา และนักศึกษายังไม่มีความรู้ทางวิชาชีพวิศวกรรมที่ครบถ้วนในการปฏิบัติงาน ส่วนการกำหนดให้ออกปฏิบัติสหกิจศึกษาในภาคฤดูร้อนของชั้นปีที่ 4 ซึ่งเป็นแผนการเรียนของหลักสูตรที่ใช้มาก่อนการปรับปรุงหลักสูตร มีข้อดีคือนักศึกษาเรียนรายวิชาในหลักสูตรผ่านครบทั้งหมดแล้วคงเหลือรายวิชาสหกิจศึกษาเป็นรายวิชาสุดท้าย นักศึกษามีความรู้พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดีและสถานประกอบการสามารถรับนักศึกษาเข้าทำงานเป็นวิศวกรประจำต่อเนื่องได้เลยถ้าพอใจ แต่ก็มีข้อเสียคือหลังจากออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจะต้องผ่านกระบวนการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาซึ่งเทียบเท่ากับการทำปริญญาโท จากนั้นดำเนินการสอบประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งต้องใช้เวลาลงจากจบการปฏิบัติงานในภาคฤดูร้อน ส่งผลทำให้นักศึกษาสำเร็จการศึกษาล่าช้าออกไป ทำให้เสียโอกาสในการหางานทำ

เพื่อให้นักศึกษาสำเร็จการศึกษาในภาคการศึกษาที่ 2 ของชั้นปีที่ 4 จึงได้กำหนดให้นักศึกษาออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในภาคฤดูร้อนของชั้นปีที่ 3 โดยกำหนดให้เรียนรายวิชาเตรียมสหกิจศึกษาในภาคการศึกษาที่ 2 ของชั้นปีที่ 3 ทั้งนี้เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาในด้านต่างๆ ก่อนเข้าสู่การปฏิบัติงานจริง ได้แก่ การพัฒนาบุคลิกภาพ เทคนิคการนำเสนอผลงาน การเขียนรายงานผลการปฏิบัติงาน การจัดการอารมณ์และความเครียด การเขียนประวัติย่อ การสมัครและการสัมภาษณ์งาน การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตลอดจนการสื่อสารภาษาอังกฤษ เป็นต้น ซึ่งการเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ ที่จำเป็นเหล่านี้เป็นไปตามมาตรฐานการดำเนินงานสหกิจศึกษา [2] โดยนักศึกษาที่สามารถลงทะเบียนรายวิชาสหกิจศึกษาในภาคฤดูร้อนของชั้นปีที่ 3 ได้ เพื่อออกปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการต้องผ่านการประเมินในรายวิชาเตรียมสหกิจศึกษาก่อน ไม่เช่นนั้นระบบจะไม่อนุญาตให้ลงทะเบียนเพื่อออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในภาคฤดูร้อนได้ ขั้นตอนหลังจากผ่านการเตรียมความพร้อมแล้วจะเป็นการพิจารณาคัดเลือกสถานประกอบการที่มีความเหมาะสม โดยสถานประกอบการที่พิจารณาคัดเลือกต้องมีงานในลักษณะเป็นโครงการหรือเป็นการปฏิบัติงานประจำที่ตรงกับสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและเน้นประสบการณ์การทำงาน ทำให้ได้รับประโยชน์ทั้งตัวนักศึกษาและสถานประกอบการ โพลีชาร์ตแสดงกระบวนการพิจารณาคัดเลือกสถานประกอบการแสดงได้ดังรูปที่ 2 หลังจากนักศึกษาได้สถานประกอบการแล้วจึงจะเป็นขั้นตอนการลงทะเบียนรายวิชาสหกิจศึกษาและออกปฏิบัติงานในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคมเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ โดยในระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา กำหนดให้นักศึกษาต้องจัดทำบันทึกการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์เสนอต่ออาจารย์นิเทศงานสหกิจศึกษา และกำหนดให้มีอาจารย์นิเทศงานสหกิจศึกษา ณ สถานประกอบการอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อทำหน้าที่ให้คำปรึกษานักศึกษาระหว่างปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ สถานประกอบการ ติดตามการพัฒนาตนเองของนักศึกษาในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ความสามารถทางวิชาการและการประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน การปรับตัว การปฏิบัติตามกฎระเบียบของสถานประกอบการ ความก้าวหน้าของงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย การสื่อสาร และการนำเสนอผลงาน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการทำงานด้วยตนเอง เป็นต้น โดยอาจารย์ที่ทำหน้าที่เป็นอาจารย์นิเทศต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์และผ่านการอบรมการนิเทศงานโดยหน่วยงานที่ได้รับการรับรองจาก สกอ. [2] เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา นักศึกษาต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเป็นรูปเล่มเทียบเท่าได้กับปริญญาโท ต่อจากนั้นทางสำนักสหกิจศึกษา ก็จะดำเนินการแต่งตั้งคณะกรรมการสอบ 3 ท่าน และนักศึกษานำเสนอผลการปฏิบัติงานต่อคณะกรรมการสอบเพื่อให้คณะกรรมการสอบประเมินผลการปฏิบัติงาน [3] โพลีชาร์ตแสดงกระบวนการดำเนินงานสหกิจศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยามแสดงได้ดังรูปที่ 1

โจทย์ปัญหาของสถานประกอบการ

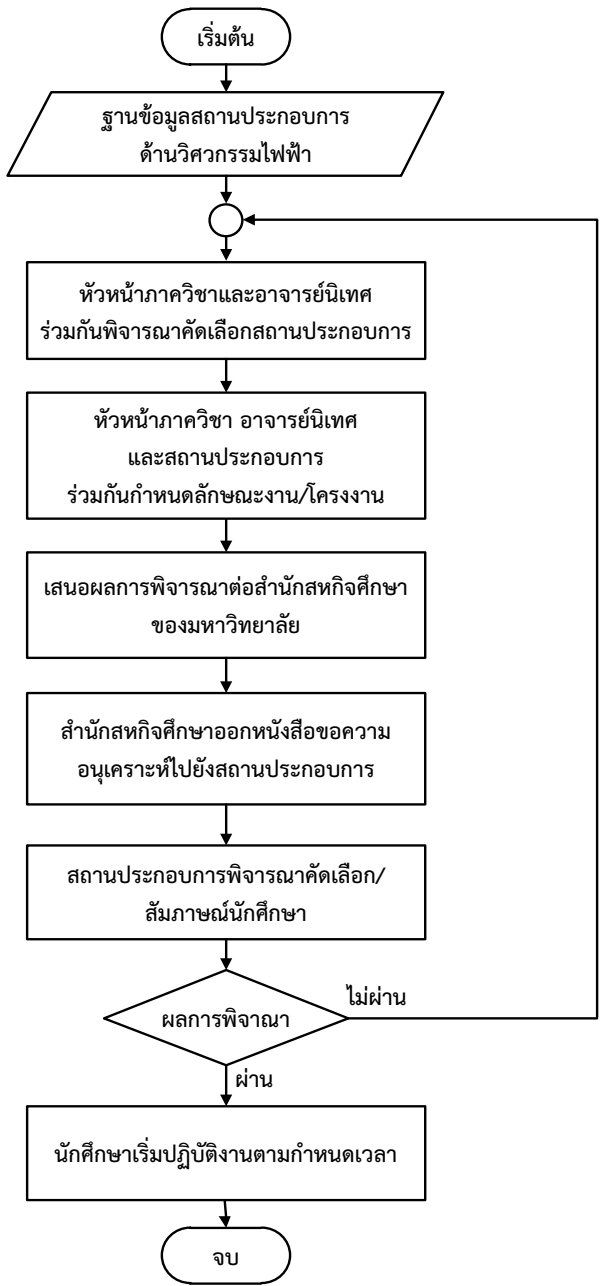
บริษัท ซีเอช โอโตพาร์ท จำกัด คือสถานประกอบการหนึ่งที่ได้รับการพิจารณาคัดเลือกให้นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ในปีการศึกษา 2560 ที่ผ่านมา เมื่อนักศึกษาได้เข้าปฏิบัติงานพบว่าวิธีการตรวจสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำเครื่องยนต์ในไลน์การผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ดำเนินการโดยให้พนักงานนำหม้อน้ำวางลงบนจิ๊กจับชิ้นงาน ทำการอัดลมเข้าหม้อน้ำด้วยความดัน 1.2 bar จากนั้นนำจิ๊กพร้อมหม้อน้ำแช่ลงไปใต้น้ำเพื่อตรวจสอบการรั่ว โดยที่พนักงานต้องจับจิ๊กพร้อมหม้อน้ำเอียงซ้าย 30 วินาที เอียงขวา 30 วินาที ตะแคง และคว่ำอีกอย่างละ 30 วินาที เพื่อสังเกตว่ามีฟองอากาศออกมาจากหม้อน้ำหรือไม่ ถ้ามี

รอยรั่วจะมีฟองอากาศขึ้นมา หากตรวจสอบด้วยการมองด้วยตาของคนแล้วไม่พบการรั่วจะส่งมอบลูกค้ำ ส่วนหม้อน้ำที่มีการรั่วก็จะถูกส่งกลับเข้ากระบวนการแก้ไขในไลน์การผลิตต่อไป การตรวจสอบการรั่วของหม้อน้ำโดยใช้สายตาคนสังเกตฟองอากาศแบบที่ใช้งานอยู่เดิมนี้อาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ง่าย ทำให้เกิดปัญหามีชิ้นงานหม้อน้ำรั่วซึมไปถึงมือลูกค้ำแล้วส่งกลับ ส่งผลให้เกิดความไม่มั่นใจของลูกค้ำต่อกระบวนการผลิตและตรวจสอบของชิ้นงาน



รูปที่ 1 กระบวนการดำเนินงานสหกิจศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

ดังนั้นจึงได้นำปัญหานี้มากำหนดให้เป็นโครงการสหกิจศึกษา โดยให้นักศึกษาสหกิจศึกษา พนักงานพี่เลี้ยงและทีมฝ่ายวิศวกรรมในสถานประกอบการ ร่วมกันคิดหาวิธีแก้ปัญหาจนได้ข้อสรุปว่า ต้องสร้างเครื่องตรวจสอบการรั่วแบบอัตโนมัติที่มีความแม่นยำได้มาตรฐานลดความผิดพลาดซึ่งเกิดจากคน (Human Error) จึงได้เริ่มออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซีขึ้นมาใช้งานแทนการใช้พนักงานสังเกตดูการรั่วจากฟองอากาศ เนื่องจากเป็นโครงการที่คาดว่าจะได้เครื่องต้นแบบที่สามารถแก้ปัญหาการส่งกลับชิ้นงานจากลูกค้า ความไม่มั่นใจของลูกค้าต่อกระบวนการผลิตและตรวจสอบของชิ้นงานหม้อน้ำรถยนต์ จึงได้รับความเห็นชอบและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีทั้ง เครื่องมือ อุปกรณ์ งบประมาณ พนักงานพี่เลี้ยงและทีมฝ่ายวิศวกรรมจากสถานประกอบการ



รูปที่ 2 กระบวนการพิจารณาคัดเลือกสถานประกอบการ

ขั้นตอนการดำเนินการจัดทำโครงการ

ในการดำเนินการจัดทำโครงการนี้มีระเบียบแบบแผนชัดเจน โดยมีการประชุมร่วมของทีมฝ่ายวิศวกรรมและฝ่ายผลิต เพื่อระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาที่เกิดจากความผิดพลาดของคนในการตรวจสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์ของวิธีการเดิมที่ใช้อยู่ในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดปัญหาหม้อน้ำรั่วซึมไปถึงมือลูกค้าแล้วถูกส่งกลับ และได้ข้อสรุปร่วมกันว่าต้องสร้างเครื่องตรวจสอบการรั่วแบบอัตโนมัติ หลังจากได้ข้อสรุปแล้วนักศึกษาและทีมฝ่ายวิศวกรรมประชุมวางแผนการดำเนินงาน กำหนดผู้รับผิดชอบในส่วนต่างๆ เช่น การเขียนแบบ การจัดซื้อจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบโครงสร้างและอุปกรณ์หนักให้เป็นหน้าที่ของทีมฝ่ายวิศวกรรมเป็นหลักโดยมีนักศึกษาฝึกงานในระดับอาชีวะเป็นกำลังเสริม ส่วนนักศึกษาสหกิจศึกษาจากมหาวิทยาลัยสยามรับผิดชอบงานติดตั้งระบบควบคุมทั้งหมด และการเขียนโปรแกรมพีแอลซีสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง

1. การออกแบบอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ

แนวคิดในการออกแบบเครื่องทดสอบนี้คือต้องการเครื่องสำหรับทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำที่มีความแม่นยำได้มาตรฐาน แทนการใช้คน ใช้แรงดันลมในการทดสอบการรั่วซึมโดยการอัดลมเข้าไปในหม้อน้ำด้วยแรงดันและเวลาที่กำหนดแล้วทิ้งไว้ด้วยเวลาที่กำหนด วัดแรงดันลมในหม้อน้ำว่าแรงดันลมลดลงหรือไม่ ซึ่งในการอัดลมเข้าหม้อน้ำนั้นจำเป็นต้องมีการจับยึดหม้อน้ำไม่ให้มีการขยับเคลื่อนที่ที่เกิดจากแรงดันลมที่อัดเข้าไป และต้องมีการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้สัมพันธ์กันตามที่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบอุปกรณ์ให้ทำหน้าที่ในส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) ส่วนการประกอบโครงสร้างของเครื่อง และอุปกรณ์หนักดังแสดงในรูปที่ 3 ให้เป็นหน้าที่ของทีมฝ่ายวิศวกรรมเป็นหลัก โดยมีนักศึกษาฝึกงานในระดับอาชีวะจากสถาบันอื่นเป็นผู้ช่วย



รูปที่ 3 การประกอบโครงสร้างของเครื่องและอุปกรณ์หนัก

(2) ส่วนการจับยึดหม้อน้ำไม่ให้มีการขยับหรือเคลื่อนที่เมื่ออัดลมเข้าหม้อน้ำ ออกแบบโดยใช้กระบอกลมควบคุมแคลมป์จับยึดหม้อน้ำจำนวน 5 ตัวดังนี้

- กระบอกลมสำหรับควบคุมแคลมป์จับยึดหม้อน้ำด้านข้าง 2 ข้าง (กระบอกลม A) ออกแบบโดยใช้กระบอกลม Airtac Clamping Cylinder Model MCKA63X100SY ดังแสดงในรูปที่ 4(ก) เป็นกระบอกลมที่มีการติดตั้งแม่เหล็กไว้ภายในซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งของลูกสูบ จำนวน 2 ตัว

- กระบอกลมสำหรับควบคุมแคลมป์จับยึดหม้อน้ำด้านหน้าและด้านหลัง (กระบอกลม B) ออกแบบโดยใช้กระบอกลม CKD Compact Cylinder Model SSD2-L-63-50-N ดังแสดงในรูปที่ 4(ข) เป็นกระบอกลมแบบคอมแพคที่มีการติดตั้งแม่เหล็กไว้ภายในซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งของลูกสูบได้ จำนวน 2 ตัว

- กระบอกลมสำหรับควบคุมแคลมป์จับยึดหม้อน้ำด้านบน (กระบอกลม C) ออกแบบโดยใช้กระบอกลม Airtac Compact Cylinder Model ACQ32X30S ดังแสดงในรูปที่ 4(ค) เป็นกระบอกลมแบบคอมแพคที่มีการติดตั้งแม่เหล็กไว้ภายในสามารถเคลื่อนที่ได้ไปตามลูกสูบ จำนวน 1 ตัว



(ก) กระบอกลม A



(ข) กระบอกลม B



(ค) กระบอกลม C

รูปที่ 4 กระบอกลมสำหรับควบคุมแคลมป์จับยึดหม้อน้ำ

(3) ส่วนการควบคุมลมเข้าออกกระบอกลม และเข้าออกหม้อน้ำ ออกแบบโดยใช้โซลินอยด์วาล์วลม CKD Solenoid Valve Model PV5, Double Solenoid 24 VDC จำนวน 4 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 โซลินอยด์วาล์ว CKD Solenoid Valve Model PV5

(4) ส่วนการตรวจจับตำแหน่งของแคลมป์ผ่านการตรวจจับตำแหน่งของลูกสูบกระบอกลม ออกแบบโดยใช้รีดสวิทช์ CKD Model SW-T0H ดังแสดงในรูปที่ 6 จำนวน 6 ตัว ได้แก่ ตรวจจับตำแหน่งลูกสูบของกระบอกลม A จำนวน 2 ตัว กระบอกลม B จำนวน 2 ตัว และกระบอกลม C จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งการทำงานของกระบอกลมในตำแหน่งสั่งให้แคลมป์จับยึด

หม้อน้ำ และตำแหน่งสั่งให้แคลมป์ปลดการจับยึดหม้อน้ำ ด้วยการตรวจจับตำแหน่งของแม่เหล็กภายในกระบอกลมซึ่งเคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งของลูกสูบ โดยการติดตั้งรีดสวิทช์นี้ไว้ตำแหน่งเปลือกนอกบนและล่างของกระบอกลม



รูปที่ 6 รีดสวิทช์ CKD Model SW-T0H

(5) ส่วนการวัดแรงดันลมทั้งสองตำแหน่ง ได้แก่ การวัดแรงดันลมจากตัวจ่ายลมและการวัดแรงดันลมในหม้อน้ำ ออกแบบโดยใช้ตัววัดแรงดันแบบดิจิตอล CKD Model PPX-R01N-6M-KA ดังแสดงในรูปที่ 7 จำนวน 2 ตัว เป็นตัววัดแรงดันลมที่สามารถตั้งค่าแรงดันลมต่ำสุด หรือสูงสุดและมีเอาท์พุตเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN



รูปที่ 7 ตัววัดแรงดันแบบดิจิตอล CKD Model PPX-R10N-6M-KA

(6) ส่วนการแสดงผลการทดสอบ ถ้าผลการทดสอบปรากฏว่าหม้อน้ำไม่มีการรั่วซึมให้แสดงผลด้วยไฟ LED สีเขียว แต่ถ้าปรากฏว่าหม้อน้ำมีการรั่วซึมให้แสดงผลเป็นสีแดง ออกแบบโดยใช้ชุดแสดงผลด้วย LED รุ่น Green Red LED Industrial Signal Tower Stack Light DC 24V

(7) ส่วนการควบคุมลำดับความสัมพันธ์ในการทำงานของระบบทั้งหมด ออกแบบโดยใช้พีแอลซี Mitsubishi Model FX3G-40M ซึ่งเป็นรุ่นที่มี 24 อินพุต 16 เอาท์พุต [6]

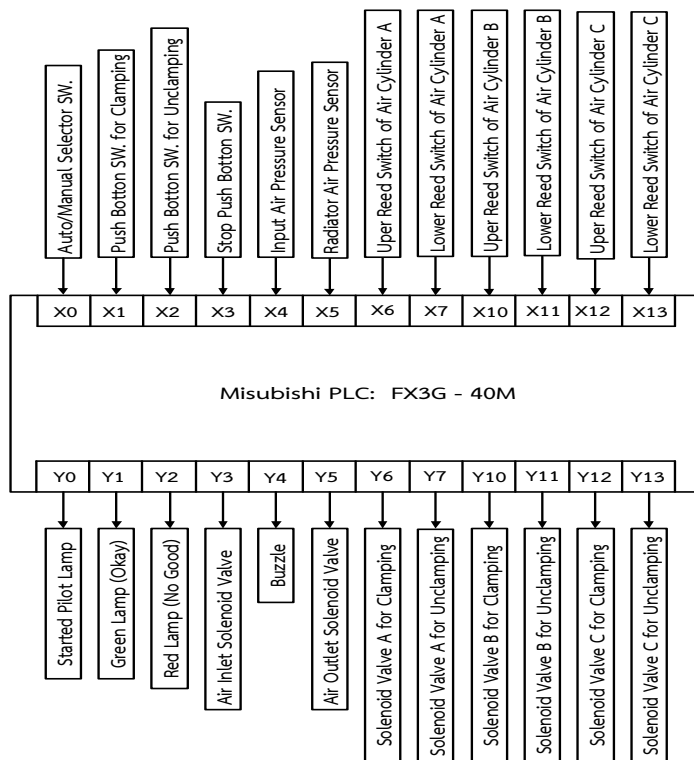
(8) ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมแลคเตอร์ให้กับพีแอลซีใช้ซอฟต์แวร์ GX-Work2 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถเขียนโปรแกรมไปยังพีแอลซี โหลดโปรแกรมจากพีแอลซี มอนิเตอร์แสดงการทำงานของโปรแกรม เปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ของพีแอลซีได้ [6]

(9) การตั้งค่าหรือปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ของการทดสอบ รวมทั้งการแสดงผลของการทดสอบ ออกแบบโดยใช้พีชกรีน Mitsubishi Model GT 1020-LBD2

(10) ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีชกรีนเพื่อสื่อสารกับพีแอลซีใช้ซอฟต์แวร์ GT Designer-3

2. ระบบควบคุม

ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องทั้งหมด ออกแบบโดยใช้พีแอลซีควบคุม โดยกำหนดอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซีแสดงได้ดังรูปที่ 8 โดยอุปกรณ์อินพุตประกอบด้วยสวิทช์ต่างๆ ตัวตรวจวัดแรงดันลมจากตัวจ่ายลม แรงดันลมในหม้อน้ำ รัด สวิทช์ตรวจจับตำแหน่งของแคลมป์ผ่านการตรวจจับตำแหน่งของลูกสูบกระบอกลมทั้งหมด 6 ตัว ส่วนอุปกรณ์เอาต์พุตประกอบด้วยไฟแสดงสถานะต่างๆ โซลินอยด์วาล์วลมเข้าและออกหม้อน้ำ โซลินอยด์วาล์วลมของกระบอกลม A, B และ C



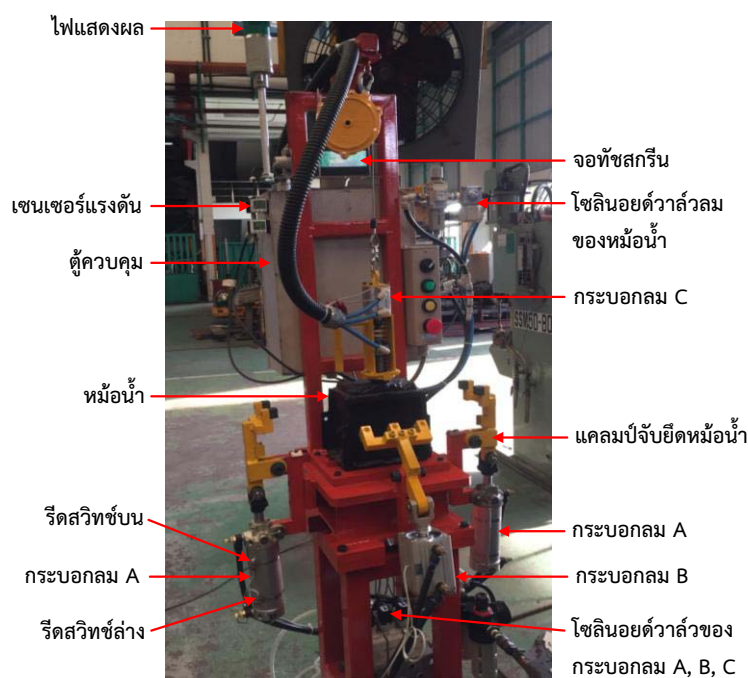
รูปที่ 8 การกำหนดอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซี

3. การทำงานของเครื่อง

เครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์ควบคุมด้วยพีแอลซีที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นแสดงได้ดังรูปที่ 3 โดยการใช้งานเครื่องเริ่มจากการนำหม้อน้ำเข้าเครื่องทดสอบ เมื่อสั่งสตาร์ทเครื่องจะส่งโซลินอยด์วาล์วจ่ายลมเข้ากระบอกลมเพื่อควบคุมตำแหน่งของแคลมป์ให้จับยึดหม้อน้ำ ตรวจวัดแรงดันลมจากตัวจ่ายลมด้วยเซ็นเซอร์วัดแรงดันลมแบบดิจิตอล ถ้าวัดแรงดันลมจากตัวจ่ายลมได้ค่าไม่ต่ำกว่า 5 bar สั่งให้โซลินอยด์วาล์วจ่ายลมเข้าหม้อน้ำเป็นเวลา 60 วินาที แล้วตรวจวัดแรงดันลมในหม้อน้ำด้วยเซ็นเซอร์วัดแรงดันลมแบบดิจิตอล ถ้าแรงดันลมในหม้อน้ำตกลงมีค่า < 1.2bar แสดงว่าหม้อน้ำมีการรั่วซึม สั่งให้โซลินอยด์วาล์วหยุดจ่ายลมเข้าหม้อน้ำทันที จากนั้นสั่งให้โซลินอยด์วาล์วปล่อยลมออกจากหม้อน้ำเป็นเวลา 10 วินาที และสั่งให้โซลินอยด์วาล์วลมควบคุมลมของ

กระบอกลมทั้งหมดให้แคลมป์อยู่ในตำแหน่งปลดหม้อน้ำ และนำหม้อน้ำออกจากเครื่องกลับเข้าสู่กระบวนการแก้ไขการรั่วซึมต่อไป อย่างไรก็ตามถ้าตรวจวัดแรงดันลมจากตัวจ่ายลมได้ค่าต่ำกว่า 5 bar เครื่องจะหยุดทำงานทันทีทั้งหมดโดยอัตโนมัติ

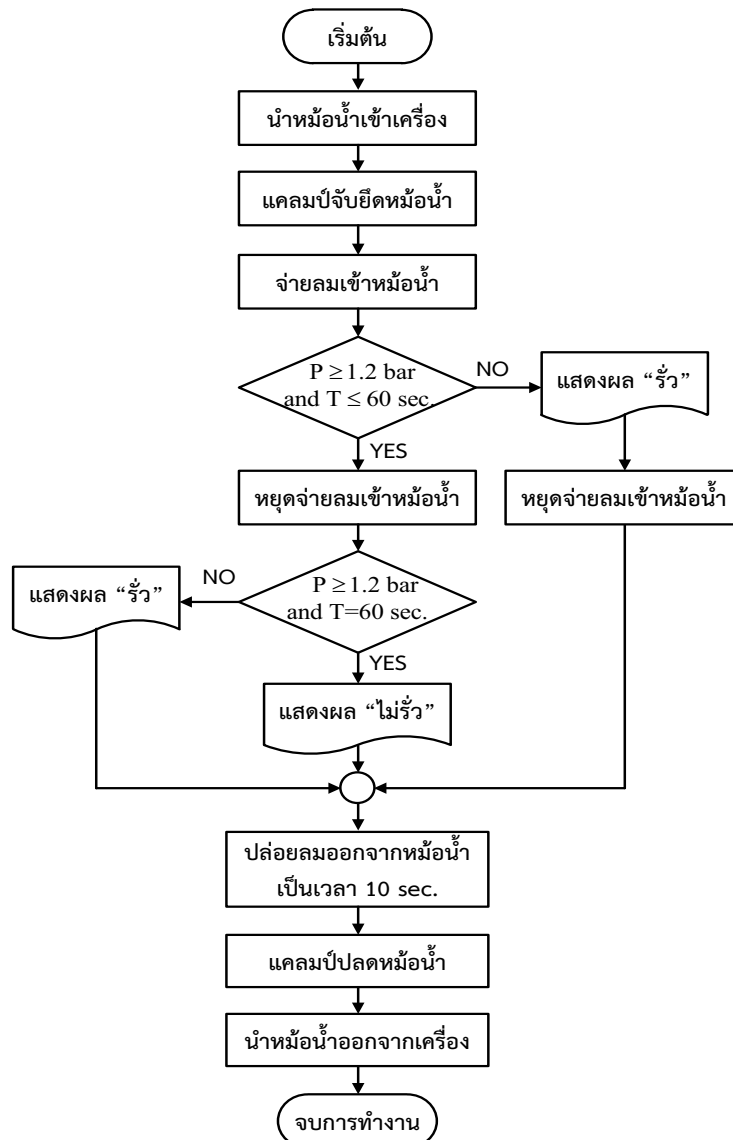
ถ้าจ่ายลมเข้าหม้อน้ำเป็นเวลา 60 วินาที แล้วตรวจวัดแรงดันลมในหม้อน้ำได้ค่า ≥ 1.2 bar สั่งให้โซลินอยด์วาล์วหยุดจ่ายลมเข้าหม้อน้ำ ทิ้งไว้เป็นเวลา 60 วินาที แล้วตรวจวัดแรงดันลมในหม้อน้ำอีกครั้ง ถ้าวัดแรงดันลมในหม้อน้ำได้ค่า ≥ 1.2 bar แสดงว่าหม้อน้ำไม่มีการรั่วซึม แต่ถ้าแรงดันลมในหม้อน้ำตกลงมีค่า < 1.2 bar แสดงว่าหม้อน้ำมีการรั่วซึม จากนั้นสั่งให้โซลินอยด์วาล์วปล่อยลมออกจากหม้อน้ำเป็นเวลา 10 วินาที และสั่งให้โซลินอยด์วาล์วควบคุมลมของกระบอกลมทั้งหมดให้แคลมป์อยู่ในตำแหน่งปลดหม้อน้ำ และนำหม้อน้ำออกจากเครื่อง นำหม้อน้ำที่ไม่รั่วเข้าสู่กระบวนการส่งให้ลูกค้า ส่วนหม้อน้ำที่ตรวจพบว่ามีรั่วซึมให้นำกลับเข้าสู่กระบวนการแก้ไขการรั่วซึมต่อไป ลำดับการทำงานของแต่ละอุปกรณ์ของเครื่องทดสอบนี้ถูกควบคุมด้วยพีแอลซี ขั้นตอนการทำงานของเครื่องต้นแบบที่ได้สร้างขึ้นสามารถแสดงด้วยโฟลชาร์ตได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องต้นแบบ

4. การทดสอบการใช้งาน

เครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วย PLC ที่ออกแบบและสร้างขึ้นพร้อมทำการทดสอบการใช้งานแสดงได้ดังรูปที่ 11 สามารถทดสอบโดยการใส่ลมอัดเข้าไปในหม้อน้ำแทนการใช้ไฟ เนื่องจากระบบลมใช้งานได้สะดวกและปลอดภัยกว่า จากการทดลองการใช้เครื่องทดสอบนี้ได้ค่าที่เหมาะสมในการทดสอบคือ เวลาในการทดสอบ 60 วินาที ความดันลมไม่ต่ำกว่า 1.2 bar และเมื่อนำไปใช้งานจริงปรากฏว่าสามารถลดความผิดพลาดจากคนได้เป็นอย่างดี ชิ้นงานหม้อน้ำที่ผ่านการทดสอบด้วยเครื่องนี้ส่งถึงลูกค้าแล้วไม่มีการส่งกลับ ดังนั้นเครื่องทดสอบที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้จึงมีประโยชน์เป็นอย่างมากต่อการผลิตสถานประกอบการมีความพึงพอใจต่อเครื่องต้นแบบของโครงการนี้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง และมีแผนที่จะพัฒนาต่อเพื่อใช้งานในไลน์การผลิตต่อไป



รูปที่ 10 โฟลว์ชาร์ตแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำ

สรุปผลการดำเนินงาน

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานผ่านสหกิจศึกษา ทำให้นักศึกษาได้คิดวิเคราะห์ ตัดสินใจในการแก้ปัญหา ฝึกการสังเกต มีโอกาสได้ใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหางานจริงให้กับสถานประกอบการ ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานจริง เรียนรู้การปรับตัวเข้ากับวัฒนธรรมองค์กร เรียนรู้การวางแผนและบริหารจัดการเพื่อให้โครงงานประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ฝึกทักษะการปฏิบัติงานร่วมกับทีมงาน ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ และเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์ควบคุมด้วยพีแอลซีซึ่งเป็นโครงงานที่ได้ดำเนินการระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา นักศึกษาได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมหลายด้านในการทำโครงงานนี้ เช่น การเขียนโปรแกรมพีแอลซี การเขียนโปรแกรมทซ์สกรีน อุปกรณ์และระบบนิวเมติกส์ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์เซ็นเซอร์ การออกแบบและติดตั้งระบบควบคุม เป็นต้น การทดสอบเครื่องต้นแบบได้ผลเป็นที่น่าพอใจของสถานประกอบการ



(ก) ไฟ LED สีเขียวแสดงว่าไม่มีการรั่วซึม



(ข) ไฟ LED สีแดงแสดงว่ามีการรั่วซึม

รูปที่ 11 ไฟ LED แสดงผลการทดสอบ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้เกิดจากความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยสยามกับบริษัท ซีเอส โอโตพาร์ท จำกัด ผ่านโครงการสหกิจศึกษา โดยมีนางสาวชนิตา เพ็ชรหิน นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในปีการศึกษา 2560

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจิตร ศรีสอ้าน และอลงกต ยะไวทย์. (2552). การอุดมศึกษากับสหกิจศึกษา. วารสารสหกิจศึกษาไทย. 1(1): 1-9.
- [2] สมาคมสหกิจศึกษาไทย. (2552). มาตรฐานและการประกันคุณภาพการดำเนินงานสหกิจศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. นครราชสีมา: สมาคมสหกิจศึกษาไทย.
- [3] สำนักสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยสยาม. (2554). คู่มือสหกิจศึกษา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสยาม.
- [4] ธวัชชัย ทีฆขุนทดเถียร และ ไพฑูรย์ นิยมมนา. (2541). ผลการดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพในหลักสูตรระดับปริญญาตรี. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 5(1), 114-134.
- [5] ลลิตทิพย์ ก้องพานิชกุล, ดุจดาว บุรณะพานิชย์กิจ และจรรีรัตน์ สกุรัตน์. (2561). การพัฒนานักศึกษาผ่านสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติและระดับชาติ วิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 16 (หน้า 90-95). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยรัตนนคร.
- [6] Mitsubishi Electric. คู่มือการใช้งาน PLC FX3 (ฉบับย่อ). สืบค้นเมื่อ 9 พฤษภาคม 2562 จาก http://mitsubishifa.co.th/files/dl/MELSEC%20FX3%20Series_Starting%20Guide.pdf