กลุ่มย่อยที่ 2

วิศวกรรมศาสตร์ (2)

ระยะตรวจจับสูงสุดและความสว่างต่ำสุด ในการติดตั้งระบบสายพานลำเลียง สำหรับคัดแยกโลหะ อโลหะและการคัดแยกสี

THE MAXIMUM SPACING DETECTOR AND THE LOWEST LUMINANCE IN SETTING UP OF BELT CONVEYOR SYSTEM FOR SORTING METAL NON-METAL AND COLOR RECOGNITION

เอกชัย ดีศิริ, ธนภัทร พรหมวัฒนภักดี, พศวีร์ ศรีโหมด และ เติมพงษ์ ศรีเทศ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

61 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2579-1111

E-mail: akekachai.de@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ชุดสาธิตเครื่องคัดแยกวัสดุประเภทโลหะ อโลหะและสี มีการใช้งานร่วมกับสายพานลำเลียง โดยจะทำงานอยู่ภายใต้การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใช้โปรแกรมคำสั่งที่ทำหน้าที่เหมือนวงจรรีเลย์ ถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรทำงานได้โดยอัตโนมัติ โดยระบบจะตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ อโลหะด้วยพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ ระยะในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะไม่ควรเกิน 29 เซนติเมตร และอโลหะไม่ควรเกิน 18 เซนติเมตร จากนั้นจะคัดแยกสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงินด้วยการใช้ตัวตรวจรู้แบบไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการทดสอบการตรวจและคัดแยกสี กระทำภายใต้สภาวะที่ควบคุมแสงรบกวนจากภายนอกในที่ความสว่าง 3,291 LUX แบบปิดทึบ ทำให้ได้ผลการทดสอบที่แม่นยำมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ต่ำ จากผลการทดลองพบว่าที่ได้จากเซนเซอร์ R G B มีระยะความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย ดังนี้ วัตถุที่เป็นโลหะ เซนเซอร์ R G B เมื่อทดสอบกับชิ้นงานสี Yellow Red Blue จะมีค่า 37.1±0.32, 59.9±1.65, 264.2±4.24 (เซนเซอร์ R), 47±0.47, 182.4±2.99, 138.2±1.03 (เซนเซอร์ G) และ 71.5±1.96, 125±1.15, 57.3±1.95 (เซนเซอร์ B) และเมื่อเป็นวัตถุอโลหะ ผลการทดสอบเซนเซอร์ R G B กับชิ้นงานสี Yellow Red Blue จะมีค่า 37±0.47, 57.6±2.76, 277.6±4.12 (สำหรับเซนเซอร์ R), 46.6±2.01, 180.6±1.26, 137.7±2.98 (สำหรับเซนเซอร์ G) และ , 71.7±2.79, 121.6±2.83 ,54.3±2.63 (สำหรับเซนเซอร์ B)

คำสำคัญ : โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์, การคัดแยกโลหะ, การคัดแยกอโลหะ, การคัดแยกสี

ABSTRACT

The metal, non-metal and color sorting machine demonstration unit is used in conjunction with a conveyor belt. It will operate under the control of a programmable controller by using a program that acts like a relay circuit It is used in industrial applications to increase the efficiency of the machine. make the machine work automatically. The system will detect metal, non-metals object with proximity sensors. The detection distance of

metal objects should not exceed 29 centimeters and non-metals should not exceed 18 centimeters. The yellow, red, and blue specimens are then isolated using a microcontroller sensor and a programmable controller. which the testing and color sorting under controlled ambient light conditions at 3,291 LUX. The result are accurate value with low standard deviations. From the experimental results, it was found that the error obtained from the RGB sensor has a small tolerance as follows, Metal object RGB sensor when tested on Yellow Red Blue color specimens are 37.1±0.32, 59.9±1.65, 264.2±4.24 (R sensor), 47±0.47, 182.4±2.99, 138.2±1.03 (G sensor) and 71.5±1.96, 125±1.15, 57.3±1.95 (B sensor) and when it is a non-metallic object. RGB sensor test results with yellow red blue specimens are 37±0.47, 57.6±2.76, 277.6±4.12 (for R sensor), 46.6±2.01, 180.6±1.26, 137.7±2.98 (for G sensor), and, 71.7±2.79, 121.6±2.83 ,54.3±2.63 (for sensor B).

Keywords : Programmable Controller, Metal Sorting, Non-Metal Sorting, Color Sorting

1. บทนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศไทยระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความรวดเร็วในการขยายตัวนี้เองบางทีก่อให้เกิดปัญหาขึ้นได้ ทั้งนี้ก็เพราะผู้ผลิตมัวสนใจกับการขยายการผลิตเพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้มองถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การใช้ระบบการขนถ่ายลำเลียงวัสดุก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต การขนถ่ายลำเลียงเป็นการขนสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ในเวลาที่ที่นั้นต้องการอยู่ในลักษณะของคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นการลำเลียงวัตถุดิบต่างๆ เข้าสู่ขบวนการแปรสภาพออกมาเป็นสินค้าและมีการขนถ่ายลำเลียงสินค้าที่ผลิตได้เข้าไปเก็บที่โกดังก่อน 70 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นเวลาที่วัสดุเคลื่อนที่ไปกับการขนถ่าย ส่วนอีกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นเวลาของการผลิตสินค้าขบวนการอื่นๆ ฉะนั้นการขนถ่ายวัสดุจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตสินค้าแต่ละชนิด

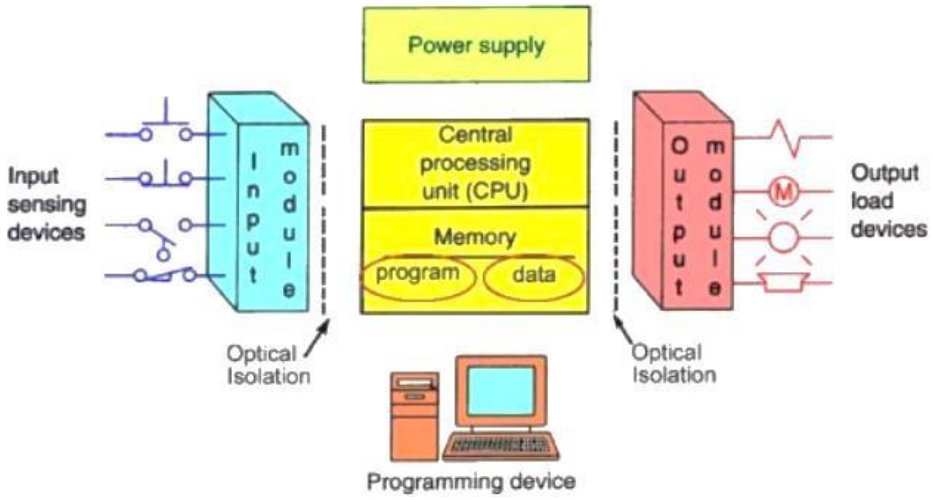
ในการผลิตสินค้าเรามักจะจัดให้วัสดุเป็นตัวถูกเคลื่อนย้าย เราสามารถที่จะใช้ระบบขนถ่ายที่เป็นสายพานลำเลียงได้ โดยอาศัยการทำงานของมอเตอร์เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่มายังจุดตรวจจับวัตถุ ตัวเซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณให้กับอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) เพื่อทำการประมวลผล ต่อจากนั้นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลจะเป็นตัวส่งสัญญาณเอาต์พุตสั่งให้มอเตอร์ทำการผลักวัตถุลงตามช่องที่ได้กำหนดไว้ซึ่งจะทำให้เกิดสะดวกและประหยัด เป็นผลให้การผลิตสินค้ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและมีผลกำไรเพิ่มขึ้นอีกด้วย

ดังนั้นการใช้งานและการติดตั้งพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ เพื่อใช้การตรวจจับวัคถุที่เป็นโลหะ อโลหะ และรวมถึงการคัดแยกสีจากวัตถุทั้งสองประเภทด้วยการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ RGB ร่วมการไมโครคอนโทรลเลอร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งในการความคุมแสงจากภายนอก และระยะความห่างสูงสุด เพื่อให้ผลรับของการคัดแยกวัตถุไม่เกิดความผิดพลาด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC) [5]

PLC หรือ โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ในกระบวนการทำงานต่างๆ โดยมี Microprocessor เป็นตัวสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนประกอบที่สำคัญหลักๆ ได้แก่ อินพุต ส่วนประมวลผล และเอาต์พุต เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบการควบคุมได้โดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งต่างๆ ลงใน PLC นอกจากนี้ ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆได้อีกด้วย เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode), เครื่องพิมพ์ ซึ่งในปัจจุบันนอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมภายใน PLC [5]

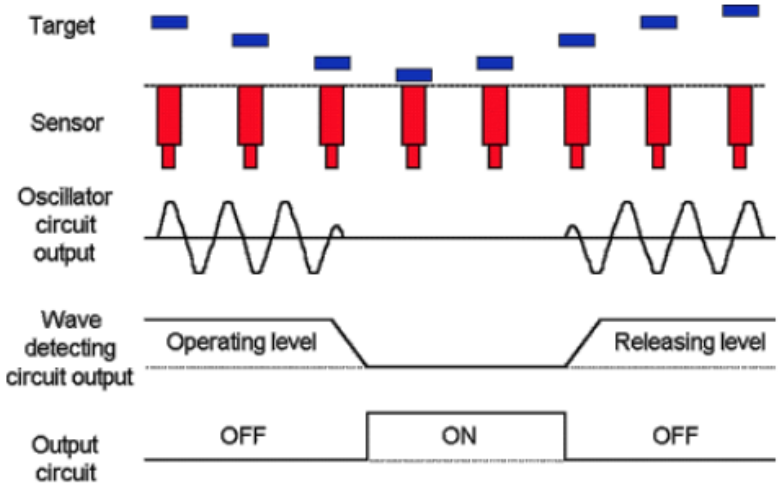
การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม จะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า ฉะนั้น เมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่าย แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการป้อนโปรแกรมใหม่เท่านั้น

2.2 เซนเซอร์ (Sensor) [4]

เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับปริมาณทางฟิสิกส์ โดยอาศัยหลักการทำงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเซนเซอร์ สามารถกำเนิดสัญญาณที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของสิ่งที่ต้องการตรวจจับได้ โดยการแปลงสัญญาณทางด้านอินพุตซึ่งเป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางด้านเอาต์พุตซึ่งเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้า เพื่อป้อนให้กับระบบหรือกระบวนการ แล้วนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป อาจกล่าวได้ว่าเซนเซอร์คือ ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานรูปแบบหนึ่งให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ในบางครั้งจึงมีการเรียกเซนเซอร์ว่าทรานสดิวเซอร์หรือเรียกทรานสดิวเซอร์ว่าเซนเซอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และลักษณะการประยุกต์ใช้งานที่ต้องการวัด

ปัจจัยในการเลือกเซนเซอร์ใช้งานขึ้นอยู่กับปริมาณธรรมชาติของปริมารทางฟิสิกส์ที่จะทำการวัดและควบคุมค่าเป็นสำคัญ รวมไปถึงราคา ความน่าเชื่อถือ ตลอดจนคุณภาพของข้อมูลที่ทำการวัด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญอื่นที่ควรพิจารณาอีก เช่น ความเหมาะสมของเซนเซอร์ที่จะนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ

2.2.1 เซนเซอร์ชนิด Inductive Proximity Sensor บริเวณส่วนหัวของเซนเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณีที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะ เข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลท (Oscilate) ลดลงไป หรือบางทีอาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลท และเมื่อนำเอาวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่ก็เริ่มต้นการออสซิลเลทใหม่อีกครั้งหนึ่ง สภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หลังจากนั้นก็จะส่งผลไปยังเอาต์พุตว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเอาต์พุตว่าเป็นแบบใด เพื่อเป็นการลดจินตนาการในการทำความเข้าใจการทำงานของเซนเซอร์ชนิดนี้จึงขอแสดงด้วยรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 2 การทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (INDUCTIVE PROXIMITY SENSORS) [4]
(ที่มา : http://www.compomax.co.th/product/working-principle-inductive-sensors/)

2.2.2 เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ (Capacitive Sensor) เซนเซอร์ประเภทนี้มีโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในคล้ายกับแบบเหนี่ยวนำ การเปลี่ยนแปลงของความจุ เนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุชนิดหนึ่งเข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ เซนเซอร์ชนิดนี้สามารถตรวจจับอุปกรณ์ที่ไม่ใช่โลหะได้ นิยมใช้ตรวจจับชิ้นงานที่มีระยะห่างจากตัวเซนเซอร์ค่อนข้างมาก นอกจากมีคุณลักษณะเด่นในเรื่องของระยะการตรวจจับที่ไกลแล้ว เซนเซอร์ชนิดนี้ยังมีข้อดีอยู่อีกหลายประการด้วยกัน คือ สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท ความเร็วในการตรวจจับสูง และมีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างสีได้ เนื่องจากในงานบางลักษณะไม่สามารถใช้เซนเซอร์ประเภทต่างๆ ที่ได้กล่าวมาขั้นต้นได้ เช่นการตรวจจับของเหลวในภาชนะบรรจุ ตรวจจับระดับความลึกของแหล่งน้ำ ตรวจจับพื้นผิวถนนสำหรับยานพาหนะบางชนิด เป็นต้น คลื่นเสียงที่นำมาทำเซนเซอร์ประเภทนี้จะอยู่ในช่วงความถี่ 20KHz–1GHz ซึ่งเรียกว่า Ultrasonic

2.2.3 เซนเซอร์ชนิด Photoelectric Sensor นั้นจะมีโหมดการทำงานอยู่ 3 ประเภท คือ แบบตัวรับตัวส่ง แยกกัน (Opposed Mode) แบบสะท้อนกับแผ่นสะท้อน (Retroreflective Mode) และแบบสะท้อนกับวัตถุ (Diffuse Mode) ซึ่งทั้ง 3 แบบนี้ ถือว่าเป็นแบบพื้นฐานของ Photoelectric Sensor ทุกประเภท จึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจ เพื่อให้เกิดการนำไปเลือกใช้ได้อย่างถูกวิธี

3. วิธีการดำเนินงาน

ในการออกแบบชุดสาธิตการคัดแยกวัตถุควบคุมด้วย PLC เพื่อการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้ PLC ไปควบคุมการทำงาน โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ ชุดขับเคลื่อน โซลินอยด์ไฟฟ้า และเซนเซอร์ต่างๆ เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานแบบอัตโนมัติภายใต้เงื่อนไขของระบบและ PLC

3.1 การออกแบบและหลักการทำงานของระบบ

ใช้ PLC 16 Inputs 16 Outputs ของบริษัท Mitsubishi [1] ควบคุมการทำงานของชุดสาธิตสายพานลำเลียงคัดแยกโลหะและอโลหะ 1 ชุด แยกสี 1 ชุด แต่ละชุดมีหลักการทำงานดังนี้

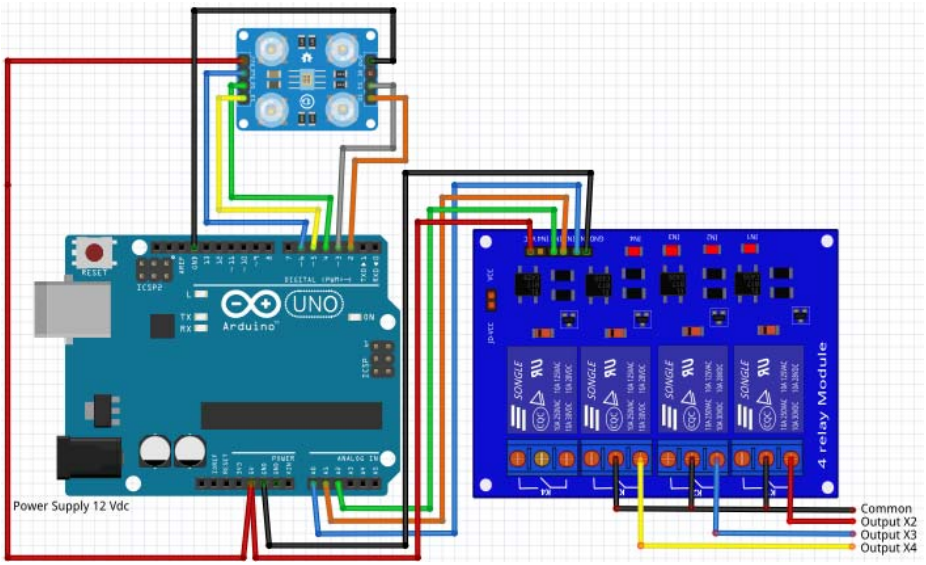
ชุดที่ 1 การควบคุมแยกวัสดุโลหะและอโลหะ

กำหนดให้มีการคัดแยกชิ้นที่ทำการโลหะ อโลหะ มี Infrared Photoelectric Switch Sensor 1 ตัว Inductive Proximity Sensor 1 ตัว โมดูล เซนเซอร์ อ่านค่าสี RGB TCS230 Arduino RGB Color Sensor 1 ตัว Switch Start 1 ตัว Switch Stop 1 ตัว และ Switch Emergency อีก 1 ตัว โดยเซนเซอร์ตัวแรกติดตั้งอยู่ที่หัวสายพานทางเข้า และอีก 2 ตัวติดตั้งอยู่ถัดมาด้วยระยะที่เหมาะสม จะมีโซลินอยด์ไฟฟ้าที่คอยกั้นวัสดุให้ปล่อยลงสายพานทีละชิ้น เมื่อวัสดุผ่าน Infrared photoelectric switch Sensor โซลินอยด์ไฟฟ้า จะปิดกั้นวัสดุชั้นต่อไปไว้ ขณะเดียวกันวัสดุที่ผ่านเซนเซอร์ตัวแรก และ Inductive Proximity Sensor ตัวที่ 2 โปรแกรมจะเริ่มทำการหน่วยเวลาให้มอเตอร์หมุนสายพานไปหยุดที่ โมดูล เซนเซอร์ อ่านค่าสี RGB TCS230 Arduino RGB Color Sensor เพื่อให้เซนเซอร์อ่านค่าสีที่แม่นยำ เมื่อครบเวลาแล้วมอเตอร์จะหมุนสายพานไปเรื่อยๆ จะมีโซลินอยด์ไฟฟ้าอีกตัวคอยผลักวัสดุออกจากสายพานลำเลียง หลังจากที่ผลักวัสดุออกจากสายพานเรียบร้อย โซลินอยด์ไฟฟ้าตัวแรกจะเริ่มปล่อยวัสดุชิ้นต่อไปสู่สายพาน กำหนดให้ Output 8 จุด โดยแสดงผลเป็นโซลินอยด์ไฟฟ้า กั้นวัสดุ 1 จุด มอเตอร์ขับสายพาน 1 จุด และโซลินอยด์ไฟฟ้า ผลักวัสดุ 6 จุด ชุดสาธิตสายพานลำเลียงคัดแยกโลหะและอโลหะ จะทำงานแบบวนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะกด Switch Stop หรือ Switch emergency มอเตอร์จะหยุดหมุนทันที

ชุดที่ 2 การควบคุม 12 VDCให้แสดงผลการแยกสี

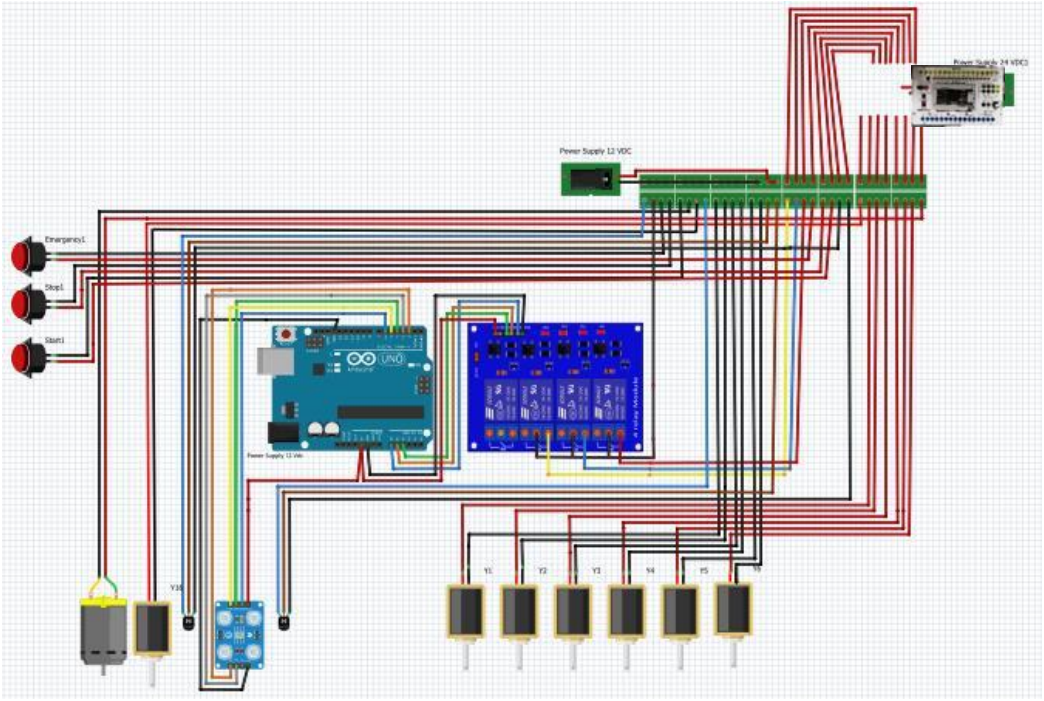
การออกแบบและสร้างชุดสาธิตสายพานลำเลียงคัดแยกโลหะและอโลหะ ประกอบด้วยวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1.78 A , โซลินอยด์ไฟฟ้า ขนาด 7.24 A, Inductive Proximity Sensor ขนาด 1.0 A, โมดูล เซนเซอร์ อ่านค่าสี RGB TCS230 Arduino RGB Color Sensor ขนาด 1.0 A และ Infrared Photoelectric Switch Sensor ขนาด 1.0 A อุปกรณ์ดังที่ได้กล่าวมาใช้แรงดันไฟฟ้ารวมทั้งหมด 12 VDC

การติดตั้งโมดูลตรวจจับสี ให้ค่าออกมาเป็น RGB ด้วยชิพ TCS230 มีกระบอกป้องกันการรบกวนจากสีอื่น เพิ่มความแม่นยำในการอ่านค่าสี โดยมีระยะตรวจจับที่แนะนำคือ 1 ซม.



ภาพที่ 3 การต่อวงจรเซนเซอร์ตรวจจับสี

การออกแบบโซลินอยด์ (Solenoid) เพื่อทำหน้าที่ผลักดันวัตถุที่เคลื่อนตัวตามสายพาน โซลินอยด์เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วย ขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกัน ทำให้ครบวงจรทำงานเมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็กสปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบน กลับสู่ตำแหน่งปกติ



ภาพที่ 4 การเชื่อมต่อระบบควบคุมต่างกับพีแอลซี

ภาพที่ 5 สายพานลำเลียงคัดแยกโลหะและอโลหะ

ระบบควบคุมโดยรวมของชุดสาธิตสายพานลำเลียงคัดแยกโลหะ อโลหะและสี ดังภาพที่ 4 เป็นการเชื่อมต่อในทุกส่วนของการควบคุม เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ร่วมกับการเขียนโปรแกรมสำหรับพีแอลซี ด้วยภาษาแลดเดอร์ โดยระบบจะทำการตรวจจับสี และส่งผ่านไปยังการตรวจจับโลหะ และอโลหะ จากนั้นจะผ่านไปยังชุดผลักชิ้นงานเพื่อดันชิ้นงานลงไปยังตำแหน่งที่จัดเตรียมไว้ สำหรับวัตถุแต่ละประเภท การทดสอบการทำงาน เป็นการป้อนโปรแกรมและการทดสอบโปรแกรม โปรแกรมจะสั่งควบคุมเอาต์พุตโดยการใช้สวิตช์โยก จากนั้นโปรแกรมจะควบคุมการทำงาน โดยการใช้เซนเซอร์ในการสั่งการทำงานตามลำดับในโปรแกรม

4. ผลการทดลอง

การทดลองจะกระทำภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุมแสงจากภายนอกโดยใช้การปิดทึบบริเวณเซนเซอร์สี ส่วนการตรวจจับโลหะและอโลหะจะไม่มีการปิด โดยจะทำการทดลองกับวัตถุที่มีสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน ทั้งที่เป็นโลหะ และอโลหะ เป็นจำนวน 10 ครั้ง และจะบันทึกค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ RGB ประกอบ เพื่อส่งไปยังการควบคุมด้วยพีแอลซีลำดับถัดไป

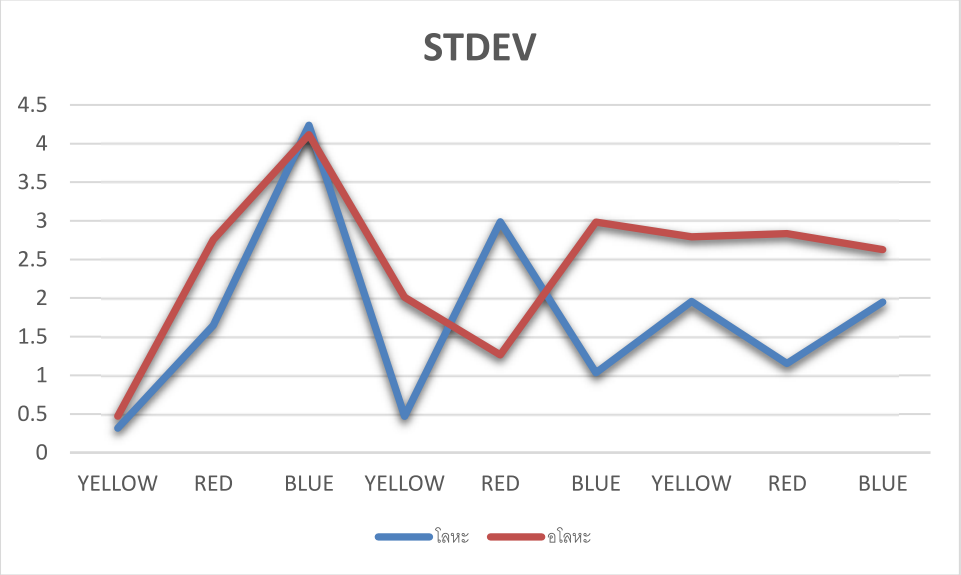
ตารางที่ 1 ผลการทดลองเซนเซอร์ RGB ชิ้นงานโลหะสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน แบบปิดทึบ

ครั้งที่	(R)			(G)			(B)		
	YELLOW	RED	BLUE	YELLOW	RED	BLUE	YELLOW	RED	BLUE
1	37	55	267	47	177	138	72	125	58
2	37	60	266	47	184	138	72	125	58
3	37	60	266	47	184	138	72	125	58
4	38	61	272	48	186	141	73	128	59
5	37	60	260	47	183	138	72	125	52
6	37	60	259	47	183	137	66	125	58
7	37	60	260	47	183	138	72	124	58
8	37	60	260	47	184	138	72	125	58
9	37	60	266	47	177	138	72	124	57
10	37	60	266	46	183	138	72	124	57
STDEV	0.316227766	1.646545205	4.237399622	0.471404521	2.988868236	1.032795559	1.957890021	1.154700538	1.946506843

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเซนเซอร์ RGB ชิ้นงานอโลหะสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน แบบปิดทึบ

ครั้งที่	(R)			(G)			(B)		
	YELLOW	RED	BLUE	YELLOW	RED	BLUE	YELLOW	RED	BLUE
1	37	58	279	48	181	139	73	123	55
2	36	59	273	47	180	133	73	123	56
3	37	59	273	47	181	139	73	123	56
4	37	60	286	47	184	142	67	125	57
5	38	53	278	48	180	139	74	116	55
6	37	59	279	47	180	139	66	123	50
7	37	59	278	47	180	138	72	122	55
8	37	52	279	47	180	138	73	117	49
9	37	59	279	47	180	138	73	122	55
10	37	58	272	41	180	132	73	122	55
STDEV	0.471404521	2.75680975	4.115013163	2.011080417	1.264911064	2.983286778	2.790858092	2.836272985	2.626785107

ภาพที่ 6 จะพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ RGB เซนเซอร์ เมื่อตรวจจับวัตถุที่มีทั้งโลหะ และอโลหะ โดยเฉพาะเซนเซอร์ R (RED) มีค่าที่ไปในทิศทางเดียวกันและเกาะกลุ่มกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการประมวลผลและส่งค่าไปยังส่วนควบคุมพีแอลซีได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น ในส่วนของเซนเซอร์ B (BLUE) ก็มีค่าที่ไปในทิศทางเดียวกันทั้งวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะ แต่ในส่วนของเซนเซอร์ G (GREEN) โดยเฉพาะวัตถุที่เป็นสีแดงจะมีค่าความเบียงเบนมาตรฐาน ที่มีความแตกต่างกัน ในวัตถุที่เป็นโลหะกับอโลหะ แต่อย่างไรก็ตาม สัญญาณที่ได้จะส่งไปยังพีแอลซี และผลการทดลองที่ได้สามารถคัดแยกสีได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 6 กราฟเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ RGB เซนเซอร์

ตารางที่ 3 ผลการทดลองระยะห่างระหว่าง Infrared Photoelectric Switch Sensor กับวัตถุโลหะ

ระยะ (เซนติเมตร)	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้	ระยะ (เซนติเมตร)	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้
1	✓	-	16	✓	-
2	✓	-	17	✓	-
3	✓	-	18	✓	-
4	✓	-	19	✓	-
5	✓	-	20	✓	-
6	✓	-	21	✓	-
7	✓	-	22	✓	-
8	✓	-	23	✓	-
9	✓	-	24	✓	-
10	✓	-	25	✓	-
11	✓	-	26	✓	-
12	✓	-	27	✓	-
13	✓	-	28	✓	-
14	✓	-	29	✓	-
15	✓	-	30	-	✓

การทดลองเพื่อคัดแยกโลหะและอโลหะ โดยจะทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง ในทุกระยะทดสอบจะพบว่าที่ระยะ 30 เซนติเมตรจะไม่สามารถคัดแยกวัตถุที่เป็นโลหะได้

ตารางที่ 4 ผลการทดลองระยะห่างระหว่าง Infrared Photoelectric Switch Sensor กับวัตถุอโลหะ

ระยะ (เซนติเมตร)	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้	ระยะ (เซนติเมตร)	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้
1	✓	-	11	✓	-
2	✓	-	12	✓	-
3	✓	-	13	✓	-
4	✓	-	14	✓	-
5	✓	-	15	✓	-
6	✓	-	16	✓	-
7	✓	-	17	✓	-
8	✓	-	18	✓	-
9	✓	-	19	-	✓
10	✓	-	20	-	✓

จากการทดลองในตารางที่ 4 ระยะในการตรวจจับวัตถุไม่ควรเกิน 18 เซนติเมตร

5. สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการทำงานของชุดสาธิตสายพานลำเลียงคัดแยกโลหะและอโลหะ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ พบว่าเมื่อปล่อยชิ้นงานจำนวน 10 ครั้ง ที่ความสว่าง 375 LUX จากการให้แสงจากแอลอีดีในชุดเซนเซอร์ RGB แบบเปิดโล่งวัตถุสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน ไม่พบเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด และเมื่อ

ปล่อยชิ้นงานจำนวน 10 ครั้ง ที่ความสว่าง 3,291 LUX จากการให้แสงจากแอลอีดีในชุดเซนเซอร์ RGB แบบปิดทึบ วัตถุสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงิน ไม่มีเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด เช่นกัน จากผลการทดลองพบว่าที่ได้จากเซนเซอร์ R G B มีระยะความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย ดังนี้ วัตถุที่เป็นโลหะ เซนเซอร์ R G B เมื่อทดสอบกับชิ้นงานสี Yellow Red Blue จะมีค่า 37.1±0.32, 59.9±1.65, 264.2±4.24 (เซนเซอร์ R), 47±0.47, 182.4±2.99, 138.2±1.03 (เซนเซอร์ G) และ 71.5±1.96, 125±1.15, 57.3±1.95 (เซนเซอร์ B) และเมื่อเป็นวัตถุอโลหะ ผลการทดสอบเซนเซอร์ R G B กับชิ้นงานสี Yellow Red Blue จะมีค่า 37±0.47, 57.6±2.76, 277.6±4.12 (สำหรับเซนเซอร์ R), 46.6±2.01, 180.6±1.26, 137.7±2.98 (สำหรับเซนเซอร์ G) และ, 71.7±2.79, 121.6±2.83 ,54.3±2.63 (สำหรับเซนเซอร์ B) เมื่อนำค่าที่ได้มาแสดงผลเป็นกราฟ จะได้กราฟที่ใกล้เคียงเส้นตรงมากที่สุด ชุดสาธิตสายพานลำเลียงคัดแยกโลหะและอโลหะนี้สามารถใช้งานในการอ่านค่าสีได้ทั้งแบบห้องเปิดโล่งและแบบปิดทึบที่ให้แสงสว่างแบบสม่ำเสมอ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ทุกประการ สรุปได้ว่าชุดสาธิตสายพานลำเลียงคัดแยกโลหะ อโลหะและสี สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ได้จากการคัดแยกสีเหลือง แดง และนำเงิน อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งทำให้ไม่มีค่าความผิดพลาด แต่ในส่วนของการคัดแยกวัตถุโลหะ และอโลหะจะมีความผิดพลาดเมื่อระยะจากวัตถุกับเซนเซอร์มีระยะที่มากขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

(1) ในการทดสอบอุปกรณ์ ผลการทดสอบอาจเกิดการผิดพลาดได้หากมีแสงรบกวนจากภายนอกเข้าไปยัง ส่วนของการคัดแยกสี รวมถึงการสะท้อนแสงและสี ของวัตถุที่นำมาทดสอบควรต้องนำมาพิจารณา

(2) ควรจำกัดขนาดของวัตถุทดสอบ เนื่องจากช่องทางลำเลียง และช่องการทดสอบมีขนาดที่จำกัด

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนที่ให้การสนับสนุน คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำงาน จนงานวิจัยแล้วเสร็จ

8. เอกสารอ้างอิง

[1] พิศนุรัตน์ เขจร. (2560). *FX5U และการใช้ GX Work 3* (พิมพ์ครั้งที่ 1). ม.ป.ท. : ม.ป.พ.

[2] ศุภกิจ ศุกดิ์ศฤง. (2560). *การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอมพันธ์.

[3] *ระบบสายพานลำเลียง* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://027sittipong.blogspot.com/2016/11/7-agv-belt-conveyor-system-belt.html

[4] *เซนเซอร์* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.compomax.co.th/product/working-principle-inductive-sensors/

[5] *โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://www.research-system.siam.edu/images/EE/projectEE/wyapote5/07_ch2.pdf