รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องวัดค่าความเข้มแสงสำหรับแผงวงจรไฟประดับภายในรถยนต์

Intensity meter for automotive interior light circuit board

นางสาวพิมพ์เพชร ลี่มนอก

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานสหกิจ เครื่องวัดค่าความเข้มแสงสำหรับแผงวงจรไฟประดับภายในรถยนต์

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวพิมพ์เพชร ลิ่มนอก

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** อิเล็กทรอนิกส์

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.นรินทร์ อดิวงศ์แสงทอง

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นางสาว ณัฐภรณ์ ลัยวิรัตน์

ชื่อสถานประกอบการ บจก. ซัมมิท อีเล็คโทรนิค คอมโพเน้นท์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เกิดขึ้นจากความต้องการในการแก้ปัญหาในกระบวนการตรวจเช็คชิ้นงานบอร์ดวงจรแอลอีดี (LED) สำหรับใช้เป็นหลอดไฟติดตั้งภายในรถยนต์ แต่เดิมการตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานนั้นมีเพียงการพิจารณาจากความส่องสว่างของชิ้นงานเท่านั้น แต่ไม่มีวิธีการตรวจเช็คที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการส่องสว่างได้อย่างเป็นรูปธรรม ผู้จัดทำจึงจัดทำโครงงานนี้ขึ้นมาเพื่อสร้างเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่สามารถวัดค่าความเข้มแสงออกมาเป็นตัวเลขในหน่วยลักซ์ (lux) และสามารถกำหนดค่าขอบเขตควบคุมที่ใช้เป็นเกณฑ์ควบคุมคุณภาพชิ้นงานได้ โดยค่าขอบเขตควบคุมทางด้านสูง (Upper control limit; UCL) และค่าขอบเขตควบคุมทางด้านต่ำ (Lower control limit; LCL) นั้นสามารถคำนวณได้จากข้อมูลที่ทำการเก็บข้อมูลค่าความเข้มแสงจากชิ้นงานจริง อีกทั้งยังมีจุดประสงค์เพื่อลงเวลาการทำงานโดยเฉลี่ยต่อหนึ่งชิ้นให้น้อยลง

คำสำคัญ : ค่าความเข้มแสง, ตรวจเช็ค, ค่าขอบเขตควบคุม, เกณฑ์, เวลาการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Intensity meter for automotive interior light circuit board

Student Intern Name: Miss.Phimphet Lumnok

Faculty: Engineering **Department:** Electronics Engineering

Advisor Name: Asst. Prof. Narin Atiwongsangthong

Mentor Name: Miss Natthaporn Laiwirat

Company: Summit Electronic Components Co., LTD. (SEC)

ABSTRACT

This project occurred from the requirements to solve problems in the inspection process of the workpiece LED circuit board for use as an automotive interior light. In the past way, Inspection of work quality can check the workpiece brightness only but there is not inform luminous efficiency. Therefore, this intensity meter then established to measure the light intensity of workpiece in lux unit and can control the scope of light intensity that used as the quality control criteria. Which can calculate the upper control limit (UCL) and lower control limit (LCL) from the data collected from the actual measure light intensity of workpiece. It also objective to reduce the average working time per piece less

Keywords : light intensity, measure, scope of light intensity, criteria, working time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จากประสบการ์ณในการทำงาน และการสร้างโครงงานของข้าพเจ้าในโครงการสหกิจศึกษาที่ผ่านมานี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ได้ด้วยความกรุณาจากนางสาว ณัฐภรณ์ ลัยวิรัตน์ พนักงานที่ปรึกษา ที่เป็นผู้นิเทศงานแด่ข้าพเจ้า ที่ได้คอยช่วยเหลือ ฝึกสอนเรื่องต่าง ๆ และชี้แนะข้าพเจ้าไปในทางที่ถูกต้องมาโดยตลอดจนโครงการสหกิจศึกษา และโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงเสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าต้องจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบคุณ ผศ.ดร.นรินทร์ อดิวงศ์แสงทอง อาจารย์นิเทศที่คอยดูแลช่วยเหลือในการประสานงานเรื่องต่าง ๆ แก่ข้ามเจ้า และท่าน รศ.จิรวัฒน์ ปานกลาง อาจารย์ที่ปรึกษาที่ยังคงคอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่ข้าพเจ้าเสมอ แม้ว่าจะไม่ได้พบเจอกัน แต่ท่านก็ยังคงเสียสละเวลาส่วนตัวของท่านเพื่อให้คำปรึกษาข้าพเจ้าทั้งความรู้ในเชิงทฤษฎี และเชิงปฏิบัติ

อีกทั้งยังขอขอบคุณเพื่อน ๆ และรุ่นพี่ ที่มีส่วนคอยช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาดี ๆ แก่ข้าพจ้าในการทำงาน และคอยให้กำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

นางสาวพิมพ์เพชร ลิ่มนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญ(ต่อ).....V

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

สารบัญภาพ(ต่อ).....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 ขอบเขตของ.....2

1.4 วิธีดำเนินการและแผนในการศึกษา.....3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 แนวคิดการศึกษา.....5

2.2 โครงสร้างในส่วนต่าง ๆ ของโครงงาน.....5

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ.....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.1 การออกแบบ....10

3.2 การประกอบ....21

3.3 การใช้งานเบื้องต้น....24

3.4 การทดลอง....25

บทที่ 4 ผลการทดลอง....26

4.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการวัดค่าความเข้มแสง....26

4.2 ผลการหาค่าขอบเขตควบคุม....28

4.3 ผลการเปรียบเทียบเวลาในการทำงาน....28

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง....30

5.1 สรุปผล....30

4.2 ผลการหาค่าขอบเขตควบคุม....28

เอกสารอ้างอิง....31

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)....32

ภาคผนวก....33

ภาคผนวก ก....33

ภาคผนวก ข....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ตารางแสดงแผนงานและระยะเวลาในการศึกษางาน.....3

4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL2561) และมิเตอร์ TM-203.....26

4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL2561) และมิเตอร์ TM-203 (ต่อ).....27

4.3 แสดงการคำนวณหาค่าขอบเขตควบคุมสูงสุดและต่ำสุด.....28

4.4 แสดงเวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานด้วยวิธีแบบดั้งเดิม.....29

4.5 แสดงเวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คโดยใช้เครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL2561).....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ภาพชิ้นงานที่ใช้สำหรับประกอบเป็นไฟประดับติดตั้งภายในรถยนต์....1

1.2 ภาพขณะกำลังจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้แก่บอร์ดชิ้นงานเพื่อดูการส่องสว่าง....2

2.1 ภาพตารางแสดงคุณสมบัติเบื้องต้นของ ATmega328....6

2.2 ภาพของชิป ATmega328 in 28-pin narrow dual in-line package (DIP-28N)....6

2.3 ภาพของชิป ATmega328 in 32-pin thin quad flat pack (TQFP-32)....7

2.4 ภาพตัวอย่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO....7

2.5 ภาพตัวอย่างของโมดูลเซนเซอร์ TSL2561 จากบริษัท Adafruit....8

2.6 ภาพตัวอย่างของพลาสติกวิศวกรรม POM....9

2.7 ภาพคุณสมบัติของพลาสติกวิศวกรรม POM....9

3.1 ภาพตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE....10

3.2 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (1)....11

3.3 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (2)....12

3.4 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (3)....13

3.5 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (4)....14

3.6 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (5)....15

3.7 ภาพรวมของวงจรควบคุมทั้งหมด....16

3.8 ภาพแบบร่างโครงสร้างของชิ้นส่วนต่าง ๆ....17

3.9 ภาพแบบร่างโครงสร้างของเครื่องวัดแสงที่เสร็จสมบูรณ์....18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.10 ภาพแบบร่างโครงสร้างของชิ้นส่วนถาดเลื่อน....18

3.11 ภาพแบบร่างโครงสร้างของส่วนตัวกล่อง....19

3.12 ภาพแบบร่างโครงสร้างของส่วนฝาปิดหน้าตัวกล่อง....20

3.13 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ด้านหน้า)....21

3.14 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ตรงส่วนบริเวณถาดเลื่อน 1)....22

3.15 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ตรงส่วนบริเวณถาดเลื่อน 2)....22

3.16 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ด้านขวา)....23

3.17 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ด้านซ้าย)....23

3.18 ภาพของป้ายเตือนที่ระบุไว้บนเครื่องวัดค่าความเข้มแสง....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในการตรวจเช็คคุณภาพของชิ้นงานบอร์ด LED ที่ใช้สำหรับประกอบเป็นไฟประดับติดตั้งภายในรถยนต์นั้น เดิมการตรวจเช็คคุณภาพของชิ้นงานดังกล่าวสามารถทำได้เพียงการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่บอร์ดเพื่อตรวจสอบจากสายตาว่า LED ที่ประกอบอยู่บนชิ้นงานนั้นมีการส่องสว่างหรือไม่ ซึ่งผลจากการตรวจเช็คด้วยวิธีนี้ไม่สามารถบ่งบอกได้ถึงประสิทธิภาพการส่องสว่างที่ชัดเจน หรือนำไปใช้เป็นค่าอ้างอิงผลใด ๆ ได้

1.1.1 การตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานแบบเดิม

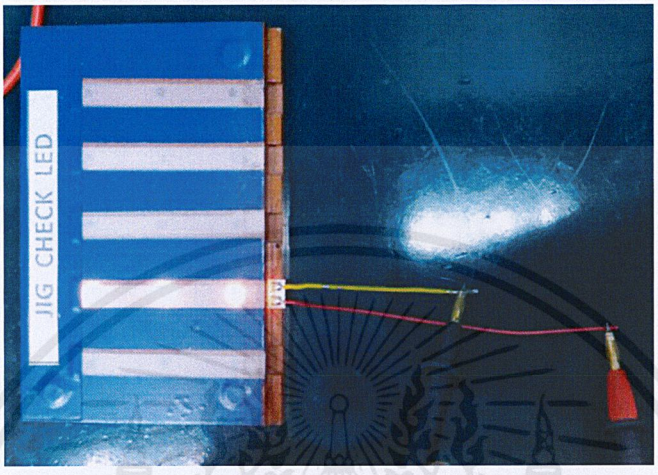
ไฟประดับติดตั้งภายในรถยนต์นั้นมีลักษณะชิ้นงานที่เป็นบอร์ด PCB ที่มีชิ้นส่วนต่าง ๆ ประกอบอยู่บนบอร์ด โดยมี LED (Light-Emitting Diode) แบบ Surface mount ประกอบอยู่บนบอร์ดทั้งหมด 3 ดวง และบอร์ดด้านหนึ่งมีสายไฟ 2 เส้นที่ต่อไว้ใช้สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงเข้าขั้วไฟด้านบวกและด้านลบ โดยสายไฟทางด้านขั้วบวกจะมีสีแดง มีความยาวมากกว่า ปลายสายไฟมีลักษณะเป็นทองแดงเปลือย ส่วนสายไฟทางด้านขั้วลบจะมีสีเหลือง มีความยาวที่สั้นกว่า ปลายสายไฟมีขั้วโลหะประกอบติดอยู่ ดังรูป

ภาพที่ 1.1 ภาพชิ้นงานที่ใช้สำหรับประกอบเป็นไฟประดับติดตั้งภายในรถยนต์

ในการตรวจเช็คคุณภาพของชิ้นทำได้โดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้า 13.5 โวลต์ จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขั้วรับแรงดันไฟฟ้าของบอร์ดชิ้นงาน โดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าผ่านหัวโพรบ (Probe) ทั้งไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วบวกและขั้วลบ แล้วจึงนำปลายโพรบมาแตะที่ขั้วรับแรงดันไฟฟ้าของบอร์ดชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบด้วยสายตาว่า LED ทั้ง 3 ดวงบนบอร์ดสามารถส่องสว่างได้หรือไม่



ภาพที่ 1.2 ภาพขณะกำลังจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้แก่บอร์ดชิ้นงาน เพื่อดูการส่องสว่าง

ในการตรวจเช็คคุณภาพด้วยวิธีนี้ สามารถตรวจสอบชิ้นงานได้เพียงครั้งละหนึ่งชิ้น จึงทำให้ใช้เวลามากในการตรวจสอบชิ้นงาน อีกทั้งการตรวจเช็คการส่องสว่างด้วยสายตาเพียงอย่างเดียวอาจนำไปสู่ความผิดพลาดได้อย่างง่ายดาย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อยกระดับการตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สามารถกำหนดขอบเขตควบคุมค่าความเข้มแสงของชิ้นงานได้จากการเก็บข้อมูลจากชิ้นงานจริง อีกทั้งยังสามารถตรวจเช็คชิ้นงานได้เพิ่มขึ้นจากครั้งละ 1 ชิ้นเป็น 6 ชิ้น และการตรวจเช็คชิ้นงานสามารถให้ผลออกมาเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้อ้างอิงผลได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาและออกแบบเครื่องวัดค่าความเข้มแสงให้สามารถใช้งานได้จริง และปลอดภัยต่อพนักงานในโรงงาน เครื่องวัดค่าความเข้มแสงสามารถแยกแยะชิ้นงานที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากเกณฑ์ที่ผู้จัดทำกำหนดได้ และสามารถตรวจเช็คชิ้นงานได้ครั้งละสูงสุด 6 ชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการและแผนในการศึกษา

ผู้จัดทำต้องศึกษาลักษณะของชิ้นงาน และข้อจำกัดต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบเครื่องวัดค่าความเข้มแสงทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ เพื่อให้รองรับความต้องการในการใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงแผนงานและระยะเวลาในการศึกษางาน

ลำดับ	การดำเนินงาน	เดือนกันยายน				เดือนตุลาคม				เดือนพฤศจิกายน			
		สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษาและออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์												
2	จัดทำงานทางด้านซอฟต์แวร์												
3	ทดลองโปรแกรมซอฟต์แวร์												
4	ปรับปรุง และแก้ไขโปรแกรมซอฟต์แวร์												
5	ศึกษาและออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์												
6	จัดทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์												
7	ประกอบงานทั้งทางด้านซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์เข้าด้วยกันเป็นเครื่องวัดค่าความเข้มสง												
8	ทดสอบการทำงานร่วมกันของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ของเครื่องวัดค่าความเข้มแสง												
9	ปรับปรุงและแก้ไขเครื่องวัดค่าความเข้มแสง												
10	นำเครื่องวัดค่าความเข้มแสงไปทดลองใช้ในการทำงานจริง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการทำงานแบบเดิม												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่จัดทำขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้งานในการตรวจเช็คชิ้นงานได้จริง และมีประสิทธิภาพในการตรวจเช็คและแยกแยะชิ้นงานที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถตรวจเช็คชิ้นงานได้ครั้งละหลายชิ้นมากขึ้น ลดเวลาการทำงานในการตรวจเช็คชิ้นงานลงได้จากวิธีการเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการศึกษา

ต้องการจัดทำเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่สามารถนำไปใช้งานในการตรวจเช็คชิ้นงาน โดยวัดค่าความเข้มแสงออกมาในหน่วนลักซ์ (lux) และสามารถกำหนดค่าขอบเขตการผ่านเกณฑ์ตรวจเช็คคุณภาพได้จากการทดลองเก็บข้อมูลจากชิ้นงานจริงแล้วนำไปคำนวณหาค่าเพื่อนำค่าดังกล่าวไปปรับใช้กับโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่จะถูกบรรจุลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

การจะตรวจวัดค่าความเข้มแสงผู้จัดทำได้เลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เนื่องจากเป็นคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานง่าย สะดวก มีผู้ใช้หลากหลาย และราคาไม่สูงมากนัก มาทำงานร่วมกับโมดูลเซนเซอร์ตรวจวัดค่าความเข้มแสง TSL2561 (Adafruit) ที่สามารถที่สามารถเปลี่ยนค่ารหัสที่อยู่ (Device Address) ของโมดูลได้โดยกำหนดจากการบัดกรีขา Addr บนบอร์ดของโมดูล ด้วยเหตุนี้จึงทำให้บนชุดการสื่อสาร (Bus) แบบ I2C เดียวกันนั้นสามารถเชื่อมต่อกับโมดูลเซนเซอร์ดังกล่าวได้สูงสุด 3 โมดูล แต่ทางผู้จัดทำต้องการให้การทำงานครั้งหนึ่งสามารถตรวจเช็คชิ้นงานได้สูงสุด 6 ชิ้น จึงต้องทำงานรวมวงจรย่อย 2 วงจรเข้าด้วยกัน กล่าวคือในชุดวงจรย่อยนั้นจะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จำนวน 1 ตัว ทำงานร่วมกับโมดูลเซนเซอร์จำนวน 3 ตัว และหลอดไฟแสดงผล ดังนั้นเมื่อรวมชุดวงจรย่อย 2 ชุดเข้าด้วยกันก็จำทำให้สามารถตรวจเช็คค่าความเข้มแสงของชิ้นงานได้ครั้งละ 6 ชิ้น

2.2 โครงสร้างในส่วนต่าง ๆ ของโครงงาน

2.2.1 วงจรควบคุมการทำงาน

ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่ประกอบรวมกันเป็นวงจรที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจรให้สอดคล้องกับโปรแกรมที่ถูกจัดทำขึ้นมา

2.2.1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO

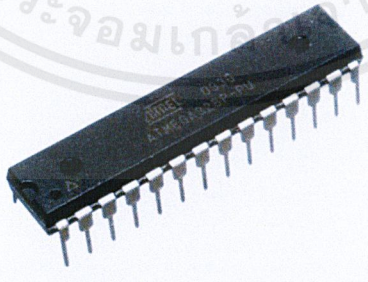
เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะเป็นระบบ open-source บนแพลตฟอร์มของบริษัท Arduino เอง บนบอร์ดใช้ชิปวงจรรวม (Integrated circuit ; IC) ที่ชื่อว่า Atmega328 ของบริษัท Atmel ในตระกูล megaAVR ที่มีโครงสร้างภายในเป็นแบบ RISC (Reduced instruction set computer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเขียน-ลบโปรแกรมใหม่ลงภายในชิปได้หลายครั้ง เนื่องจากมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็นแบบแฟลช และมีคุณสมบัติเบื้องต้นอื่น ๆ ดังนี้

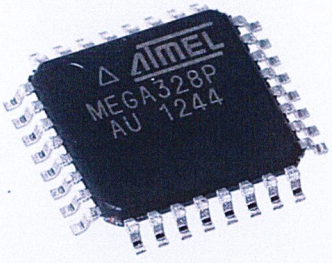
Parameter	Value
CPU type	8-bit AVR
Performance	20 MIPS at 20 MHz[2]
Flash memory	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Pin count	28 or 32 pin: PDIP-28, MLF-28, TQFP-32, MLF-32[2]
Maximum operating frequency	20 MHz
Number of touch channels	16
Hardware QTouch Acquisition	No
Maximum I/O pins	23
External interrupts	2
USB Interface	No
USB Speed	–

ภาพที่ 2.1 ภาพตารางแสดงคุณสมบัติเบื้องต้นของ ATmega328 [1]



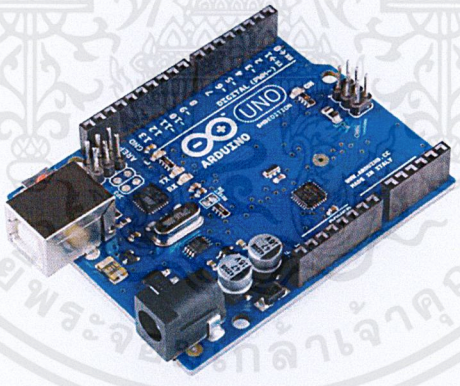
ภาพที่ 2.2 ภาพของชิป ATmega328 in 28-pin narrow dual in-line package (DIP-28N) [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ภาพของชิป ATmega328 in 32-pin thin quad flat pack (TQFP-32) [1]

โดยบอร์ด Arduino UNO นั้นต้องการไฟเลี้ยงเข้าสู่บอร์ด (Input Voltage) เท่ากับ 7 ถึง 20 โวลต์ (ในโครงงานนี้ผู้จัดทำเลือกใช้ 9 โวลต์) ซึ่งบอร์ดมีแรงดันไฟฟ้าขณะทำงาน (Operating Voltage) เท่ากับ 5 โวลต์ มีขา Digital I/O จำนวน 14 ขา (ในจำนวนทั้งหมดมีขา PWM ทั้งหมด 6ขา) มีขา Analog Input จำนวน 6 ขา มีการสื่อสารแบบ Serial UART, I2C และ SPI ทั้งหมดอย่างละ 1 ชุด



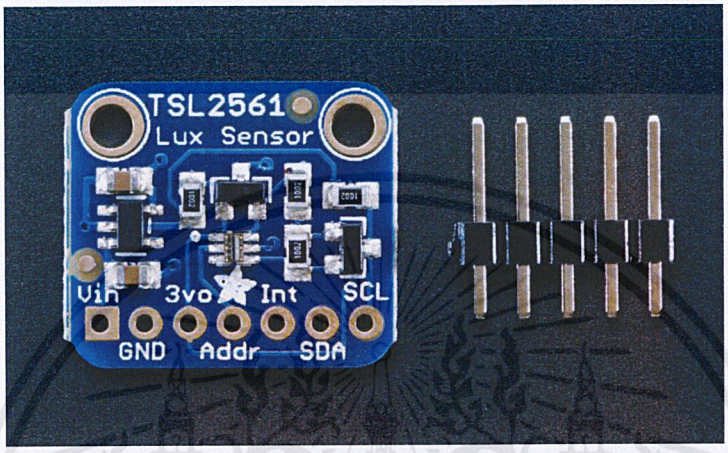
ภาพที่ 2.4 ภาพตัวอย่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO [3]

2.2.1.2 เซนเซอร์สำหรับวัดค่าความเข้มแสง TSL2561

เป็นโมดูลเซนเซอร์สำหรับใช้วัดค่าความส่องสว่างแบบดิจิตอล โดยจะวัดปริมาณแสงที่ตกกระทบวัตถุต่อพื้นที่ตารางเมตร หรือในหน่วยลักซ์ (lumen/mm2 ; lux) มีความสามารถในการตรวจวัดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มแสงตั้งแต่ 0.1 ถึง 40,000 ลักซ์ขึ้นไป โมดูลเซนเซอร์นี้รองรับการจ่ายไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ 3.3 ถึง 5 โวลต์ ทั้ง ๆ ที่ชิป TSL2561บนโมดูลสามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าได้เพียง 2.7 ถึง 3.6 โวลต์ เนื่องจากมีวงจรแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าอยู่บนบอร์ดโมดูลเซนเซอร์



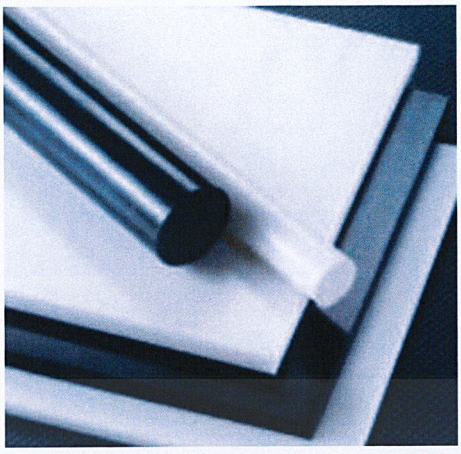
ภาพที่ 2.5 ภาพตัวอย่างของโมดูลเซนเซอร์ TSL2561 จากบริษัท Adafruit [5]

เซนเซอร์มีการสื่อสารแบบ I2C (Inter-Integrated Circuit) ที่สามารถเปลี่ยนค่ารหัสที่อยู่ (Device Address) ของโมดูลได้โดยกำหนดจากการบัดกรีขา Addr บนบอร์ดของโมดูล โดยถ้าปล่อยให้ขา Addr ลอยไว้ไม่ได้บัดกรีจะมีค่า Address 0x39 (Float), บัดกรีขา Addr กับ Vcc มีค่า Address 0x49 (High) และหากบัดกรีขา Addr กับ GND มีค่า Address 0x29 (Low)

2.2.2 โครงสร้างของเครื่องวัด

ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ส่วนถาดเลื่อน, ส่วนตัวกล่อง และส่วนฝาปิดหน้ากล่อง วัสดุทั้งหมดที่นำมาใช้สร้างเครื่องวัดนั้นทำมาจากพลาสติกวิศวกรรมที่ชื่อว่า POM (Polyoxymethylene) สีดำ เนื่องจากมีคุณสมบัติทึบแสง ดูดซับความชื้นได้น้อย มีคุณสมบัติที่ดีคือสามารถป้องกันไฟฟ้าสถิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 ภาพตัวอย่างของพลาสติกวิศวกรรม POM [7]

KEY CHARACTERISTICS:

- Strong and stiff
- Excellent machinability
- Good dimensional stability
- Low moisture absorption
- Excellent wear properties in both wet and dry environments
- Low friction
- Good chemical resistance
- Homopolymer and copolymer grades available
- FDA compliant grades available
- Enhanced bearing and wear grades available
- Glass-filled grades available
- Medical grades available
- Natural (white), black, and colors available

ภาพที่ 2.7 ภาพคุณสมบัติของพลาสติกวิศวกรรม POM [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

การออกแบบเครื่องวัดค่าความเข้มแสงสำหรับเช็คคุณภาพชิ้นงานนี้มีขั้นตอนการออกแบบหลายขั้นตอน รวมทั้งการศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ รวมไปถึงการศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องวัดค่าความเข้มแสงขึ้นมา

3.1 การออกแบบ

ในการออกแบบนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ และการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

3.1.1 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

เป็นการออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน โดยโปรแกรมที่ออกแบบจะต้องมีความสอดคล้องกับวงจรควบคุม เพื่อให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

3.1.1.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ส่วนของโปรแกรมควบคุมนั้นผู้จัดทำได้ใช้การเขียนโปรแกรมภาษาซีร่วมกับโปรแกรม Arduino IDE (integrated development environment) เพื่อออกแบบโปรแกรมควบคุมให้มีเงื่อนไขและทำงานสอดคล้องกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังที่ต้องการ

ภาพที่ 3.1 ภาพตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยโปรแกรมที่ผู้จัดทำออกแบบขึ้นมานั้นเป็น ดังนี้

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_TSL2561_U.h>
Adafruit_TSL2561_Unified tsl1 = Adafruit_TSL2561_Unified(TSL2561_ADDR_FLOAT, 001);
Adafruit_TSL2561_Unified tsl2 = Adafruit_TSL2561_Unified(TSL2561_ADDR_HIGH, 002);
Adafruit_TSL2561_Unified tsl3 = Adafruit_TSL2561_Unified(TSL2561_ADDR_LOW, 003);
int led1 = 2, led2 = 3,  led3 = 4, led4 = 5, led5 = 6, led6 = 7;  int row = 0, x = 0;
void configureSensor(void) {
tsl1.setGain(TSL2561_GAIN_16X); tsl1.setIntegrationTime(TSL2561_INTEGRATIONTIME_402MS);
tsl2.setGain(TSL2561_GAIN_16X); tsl2.setIntegrationTime(TSL2561_INTEGRATIONTIME_402MS);
tsl3.setGain(TSL2561_GAIN_16X); tsl3.setIntegrationTime(TSL2561_INTEGRATIONTIME_402MS);
}
void setup(void) {
Serial.begin(9600);
pinMode(led1, OUTPUT);  pinMode(led2, OUTPUT);
pinMode(led3, OUTPUT);  pinMode(led4, OUTPUT);
pinMode(led5, OUTPUT);  pinMode(led6, OUTPUT);
digitalWrite(led1, LOW);  digitalWrite(led2, LOW);
digitalWrite(led3, LOW);  digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);  digitalWrite(led6, LOW);
```

ภาพที่ 3.2 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial.print("CLEARDATA"); Serial.println("RESETTIMER"); Serial.print("LABEL,");

Serial.print("ComputerTime,"); Serial.print("no.,"); Serial.print("intensity,"); Serial.println("status,");

If (!tsl1.begin()) {

Serial.print("Ooops, no TSL2561 #1 detected ... Check your wiring or I2C ADDR!");

If (!tsl2.begin()) {

Serial.print("no TSL2561 #2 detected same...");

If (!tsl3.begin()) {

Serial.print("no TSL2561 #3 detected same..."); }

} }

configureSensor(); Serial.println("");

}

void loop(void) {

sensors_event_t event1; tsl1.getEvent(&event1);

sensors_event_t event2; tsl2.getEvent(&event2);

sensors_event_t event3; tsl3.getEvent(&event3);

int A, B, C;

const int buttonPin = 13; int buttonState = 0; buttonState = digitalRead(buttonPin);

if (buttonState == HIGH) {

if (event1.light) {

if (event1.light < 42) {

If (event1.light > 38)

{

A = 1;

}

}
```

ภาพที่ 3.3 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Else {
A = 0;
}
}
if (event2.light) {
if (event2.light < 42) {
If (event2.light > 38)
{
B = 1;
}
}
Else {
B = 0;
}
}
if (event3.light) {
if (event3.light < 42) {
If (event3.light > 38)
{
C = 1;
}
}
Else {
C = 0; }
}
```

ภาพที่ 3.4 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
switch(A) {
case(1):
row++; x++;
Serial.print("DATA,TIME"); Serial.print(","); Serial.print(x);
Serial.print(","); Serial.print(event1.light); Serial.print(","); Serial.println("OK");
digitalWrite(led1, HIGH);
break;
case(0):
row++; x++;
Serial.print("DATA,TIME"); Serial.print(","); Serial.print(x);
Serial.print(","); Serial.print(event1.light); Serial.print(","); Serial.println("NG");
digitalWrite(led2, HIGH);  break;
}
switch(B) {
case(1):
row++; x++;
Serial.print("DATA,TIME"); Serial.print(","); Serial.print(x);
Serial.print(","); Serial.print(event2.light); Serial.print(",");Serial.println("OK");
digitalWrite(led3, HIGH); break;
case(0):
row++; x++;
Serial.print("DATA,TIME"); Serial.print(","); Serial.print(x);
Serial.print(","); Serial.print(event2.light); Serial.print(",");Serial.println("NG");
digitalWrite(led4, HIGH); break;
}
```

ภาพที่ 3.5 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
switch(C) {

case(1):

row++; x++;

Serial.print("DATA,TIME"); Serial.print(","); Serial.print(x);

Serial.print(","); Serial.print(event3.light); Serial.print(",");Serial.println("OK");

digitalWrite(led5, HIGH);

break;

case(0):

row++; x++;

Serial.print("DATA,TIME"); Serial.print(","); Serial.print(x);

Serial.print(","); Serial.print(event3.light); Serial.print(",");Serial.println("NG");

digitalWrite(led6, HIGH);

break;

}

    delay(4000);

    digitalWrite(led1, LOW);  digitalWrite(led2, LOW);

    digitalWrite(led3, LOW);  digitalWrite(led4, LOW);

    digitalWrite(led5, LOW);  digitalWrite(led6, LOW);

  }

  return 0;
```

ภาพที่ 3.6 ภาพเนื้อหาโปรแกรมควบคุม (5)

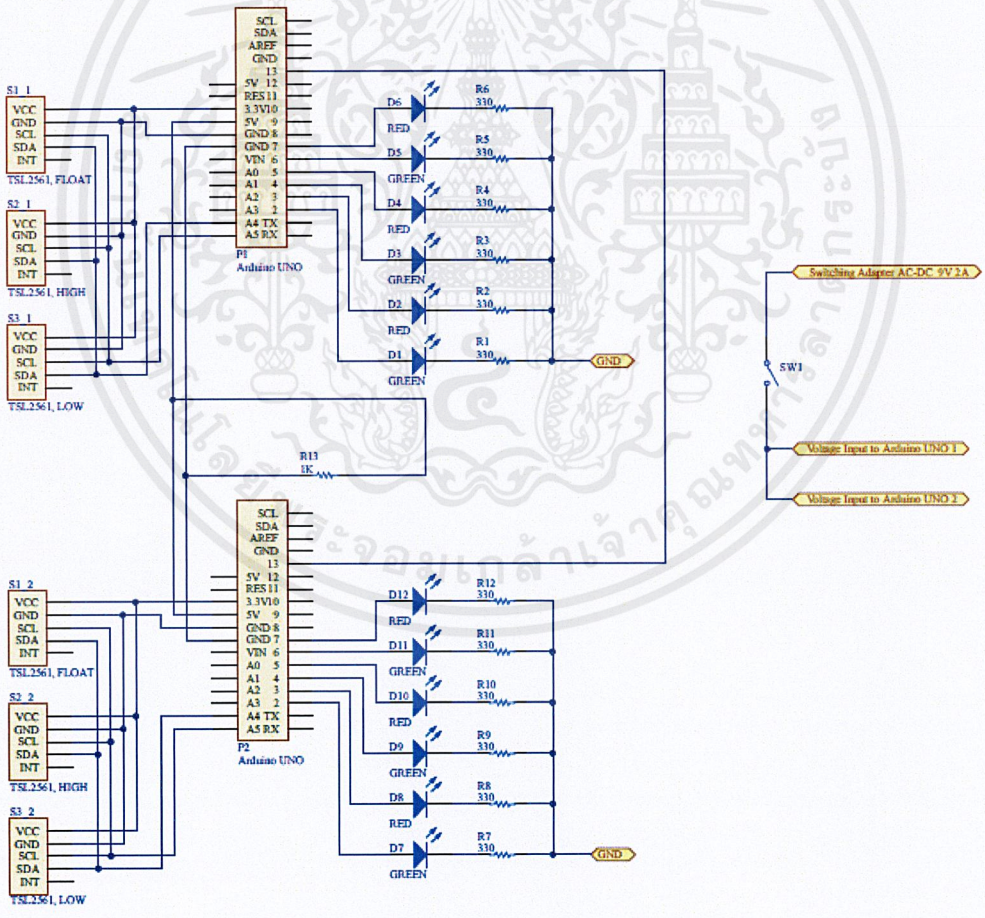
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

เป็นการออกแบบงานในส่วนที่รับต้องได้ทั้งหมดซึ่งจะแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ วงจรควบคุมการทำงานที่ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานสอดคล้องกับโปรแกรมควบคุม และในส่วนของตัวโครงสร้างของเครื่องวัด ซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องที่ทำมาจากพลาสติกวิศวกรรม

3.1.2.1 วงจรควบคุมการทำงาน

วงจรควบคุมนั้นใช้การออกแบบร่างในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนลงมือปฏิบัติจริงด้วยโปรแกรม Altium (Version 16) เพื่อความรอบครอบ ง่ายต่อการแก้ไข และสะดวกหากมีการแก้ไขวงจรเกิดขึ้น



ภาพที่ 3.7 ภาพรวมของวงจรควบคุมทั้งหมด

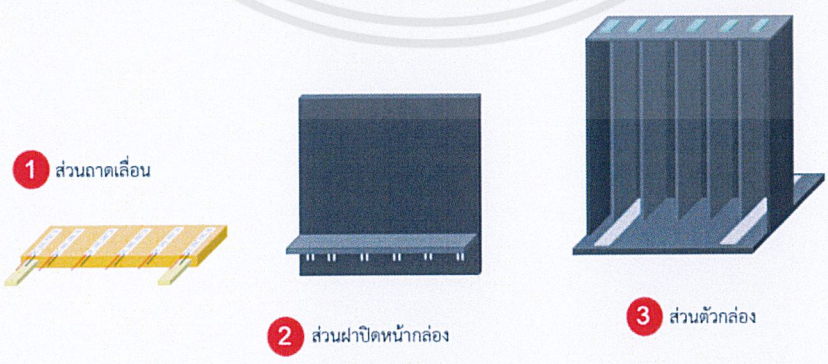
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมการทำงานนั้นจะประกอบด้วยชุดวงจรย่อย 2 ชุดทำงานร่วมกัน โดยชุดวงจรควบคุมย่อย 1 ชุดจะประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO จำนวน 1 ตัว ใช้เป็นอุปกรณ์หลักที่ควบคุมการทำงานของวงจรควบคุมตามโปรแกรมควบคุมที่ถูกออกแบบ, หลอดไฟ LED ขนาด 10 มิลลิเมตร ใช้สำหรับแสดงผลว่าค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากชิ้นงานนั้นผ่านเกณฑ์หรือไม่ ถ้าผ่านเกณฑ์จะแสดงผลผ่านหลอดไฟสีเขียว หากไม่ผ่านเกณฑ์จะแสดงผลผ่านหลอดไฟสีแดง โดยมีจำนวนทั้งหมด 6 หลอด แบ่งได้เป็นสีเขียว 3 หลอด สีแดง 3 หลอด ซึ่งเซนเซอร์ 1 ตัวนั้นจะทำงานและแสดงผลผ่านหลอดไฟ LED สีเขียวและสีแดงอย่างละ 1 หลอด และอุปกรณ์ชิ้นสุดท้ายในชุดวงจรควบคุมย่อย คือ เซนเซอร์วัดค่าความเข้มแสง TSL2561 จำนวน 3 ตัว โดยแต่ละตัวนั้นมีค่ารหัสที่อยู่ (Device Address) ที่ต่างกันทั้ง 3 ตัว ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการสื่อสารอนุกรมแบบ I2C ว่าห้ามไม่ให้อุปกรณ์ที่ทำงานบนบัส I2C เดียวกันนั้นมีค่ารหัสที่อยู่ที่ซ้ำค่ากัน เพราะจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานและรับส่งข้อมูล

วงจรควบคุมย่อยทั้ง 2 ชุดนั้นถูกควบคุมการทำงานผ่านสวิตช์ตัวเดียวกัน ในการตัดต่อกระแสไฟฟ้าเข้าสู่วงจรเพื่อให้วงจรควบคุมย่อยทั้ง 2 นั้นสามารถเริ่มทำงานได้พร้อมกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การทำงานหนึ่งครั้งสามารถวัดค่าความเข้มแสงของชิ้นงานได้ 6 ชิ้นพร้อมกัน และแสดงผลผ่านทางหลอดไฟ LED

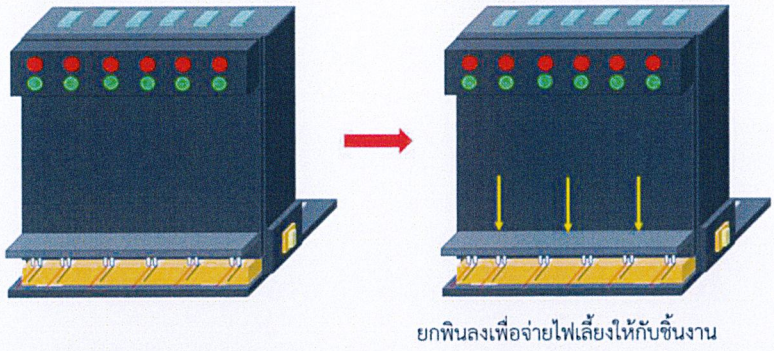
3.1.2.2 โครงสร้างของเครื่องวัด

วัสดุทั้งหมดที่นำมาใช้สร้างเครื่องวัดนั้นทำมาจากพลาสติกวิศวกรรมที่ชื่อว่า POM (Polyoxymethylene) สีดำ และได้มีการเขียนแบบร่างก่อนปฏิบัติจริงด้วยโปรแกรม SolidWorks (Version 2019) เพื่อความสะดวก และลดความผิดพลาดในการทำงาน โดยโครงสร้างของเครื่องวัดนั้นจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ส่วนถาดเลื่อน, ส่วนตัวกล่อง และส่วนฝาปิดหน้ากล่อง



ภาพที่ 3.8 ภาพแบบร่างโครงสร้างของชิ้นส่วนต่าง ๆ

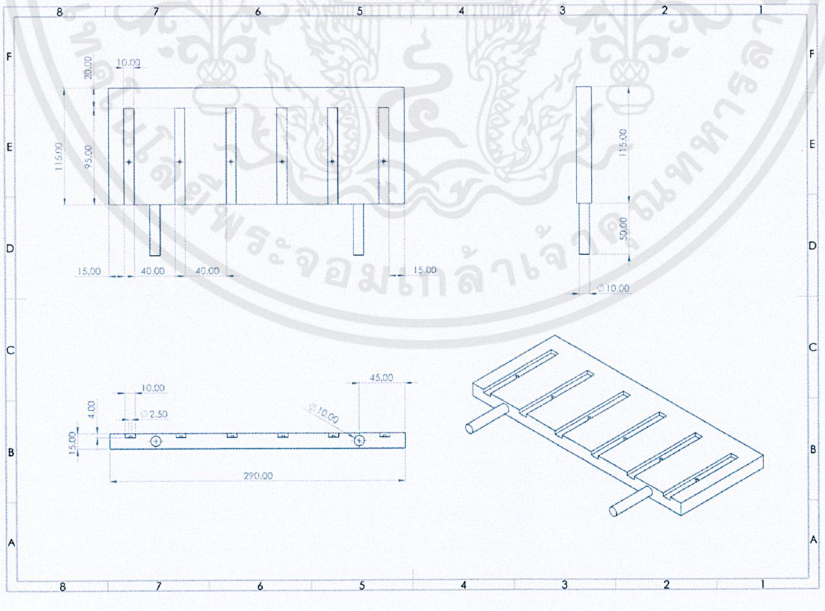
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 ภาพแบบร่างโครงสร้างของเครื่องวัดแสงที่เสร็จสมบูรณ์

1) ส่วนถาดเลื่อน

มีลักษณะเป็นแผ่นที่มีการกัดเซาะร่องเพื่อวางชิ้นงานตามตำแหน่งสำหรับใส่ชิ้นงาน ทางด้านหน้ามีที่จับไว้สำหรับใช้จับดึงเลื่อนถาดเลื่อนเข้า และออกจากส่วนที่เป็นตัวกล่องของเครื่องวัด (ด้านล่างของถาดเลื่อนมีรางเลื่อนติดตั้งอยู่ระหว่างถาดเลื่อนกับฐานของตัวกล่องเครื่องวัด)



ภาพที่ 3.10 ภาพแบบร่างโครงสร้างของชิ้นส่วนถาดเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ส่วนตัวกล่อง

มีลักษณะเป็นกล่องที่ภายในนั้นมีช่องแยกโดด 6 ช่อง สำหรับวัดค่าความเข้มแสงของชิ้นงานแต่ละชิ้น และทางด้านบนของช่องแยกโดดแต่ละช่องนั้นมีช่องสำหรับยึดติดกับเซนเซอร์แต่ละตัวเพื่อใช้วัดค่าความเข้มแสง ซึ่งมีระยะห่างระหว่างชิ้นงานและเซนเซอร์เท่ากับ 36 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.11 ภาพแบบร่างโครงสร้างของส่วนตัวกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ส่วนฝาปิดหน้าตัวกล่อง

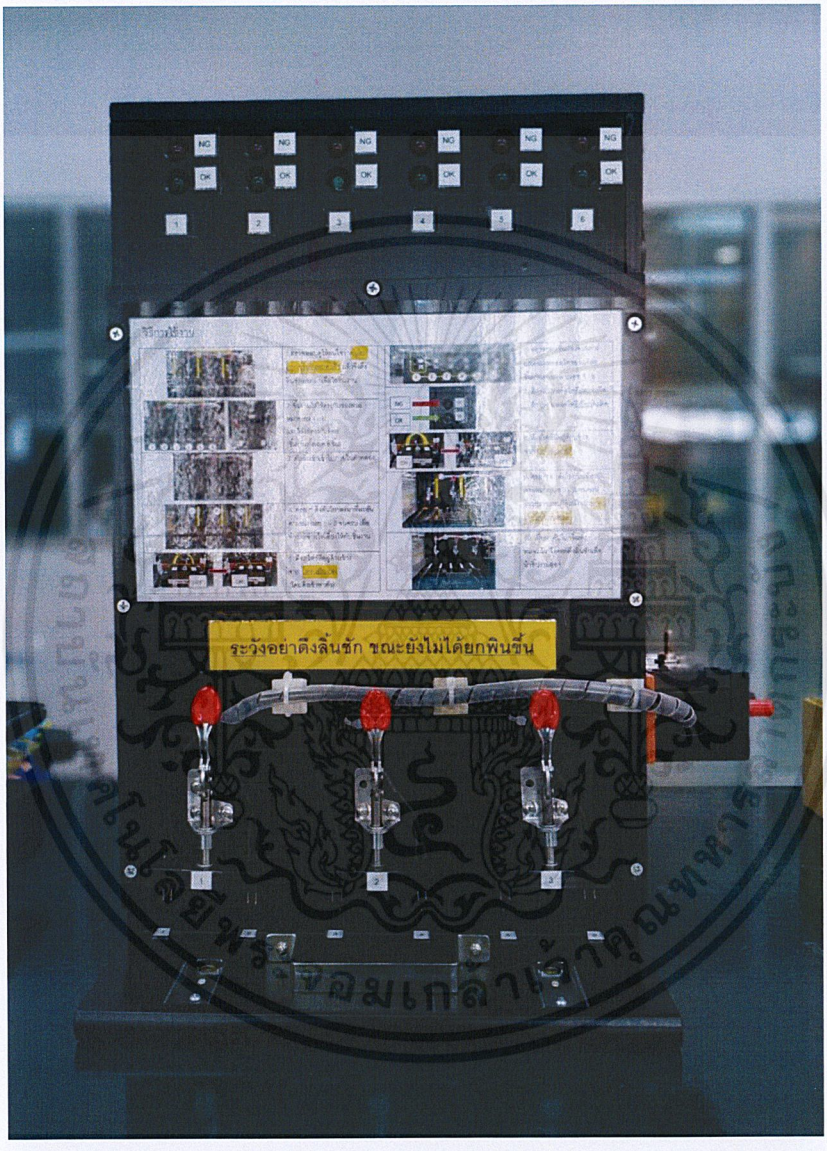
มีลักษณะเป็นแผ่นสำหรับปิดหน้าตัวกล่อง และใช้สำหรับยึดฐานเลื่อนของพินที่ใช้จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับชิ้นงาน

ภาพที่ 3.12 ภาพแบบร่างโครงสร้างของส่วนฝาปิดหน้าตัวกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

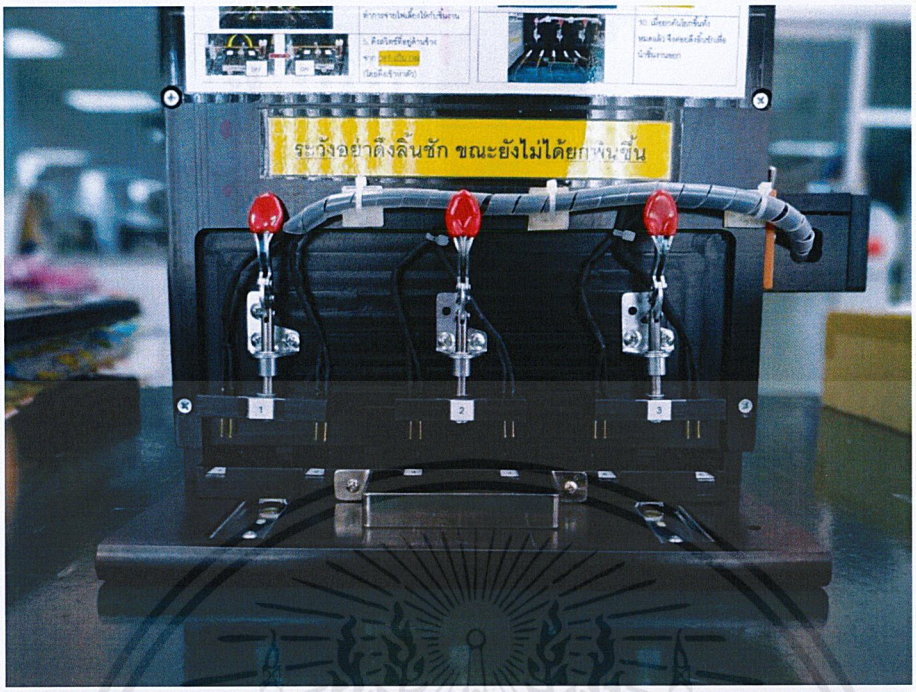
3.2 การประกอบ

เป็นการประกอบงานทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เข้าด้วยกัน เพื่อให้ทั้งสองส่วนทำงานร่วมกัน

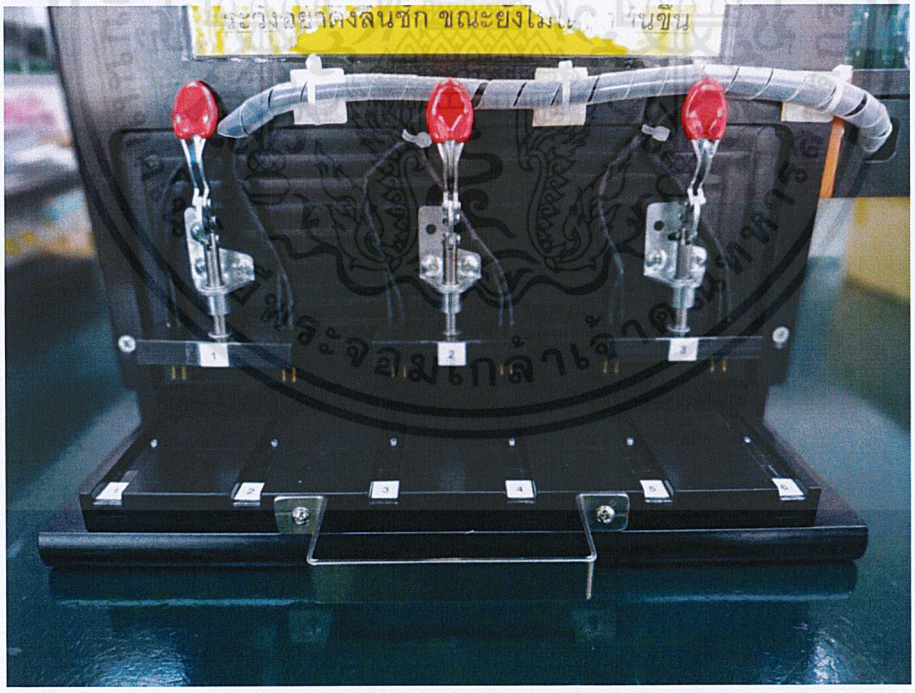


ภาพที่ 3.13 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

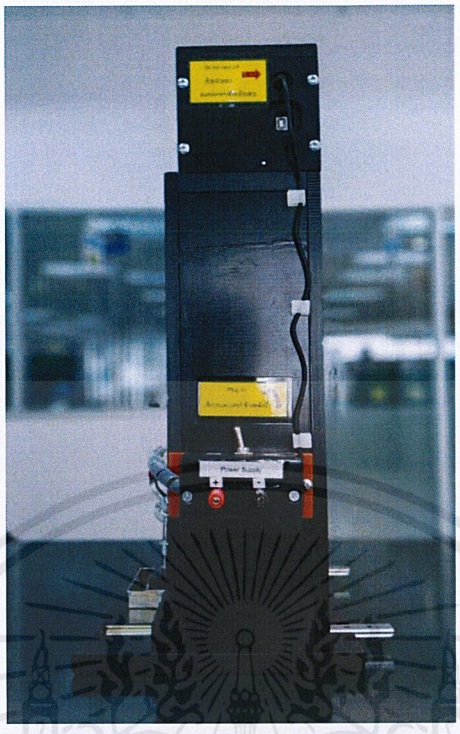


ภาพที่ 3.14 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ตรงส่วนบริเวณถาดเลื่อน 1)

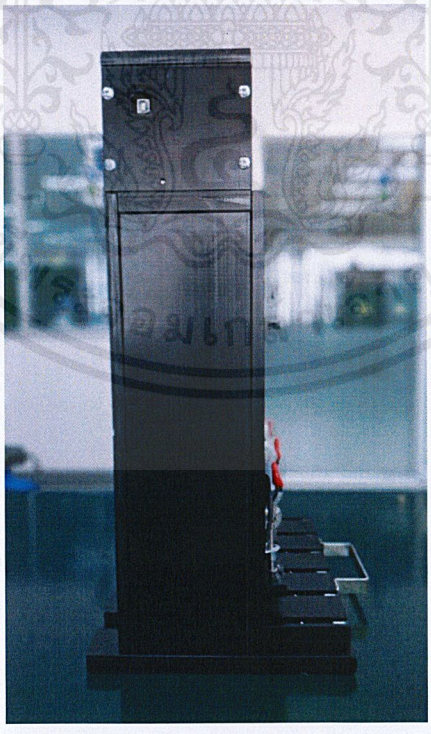


ภาพที่ 3.15 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ตรงส่วนบริเวณถาดเลื่อน 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.16 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ด้านขวา)

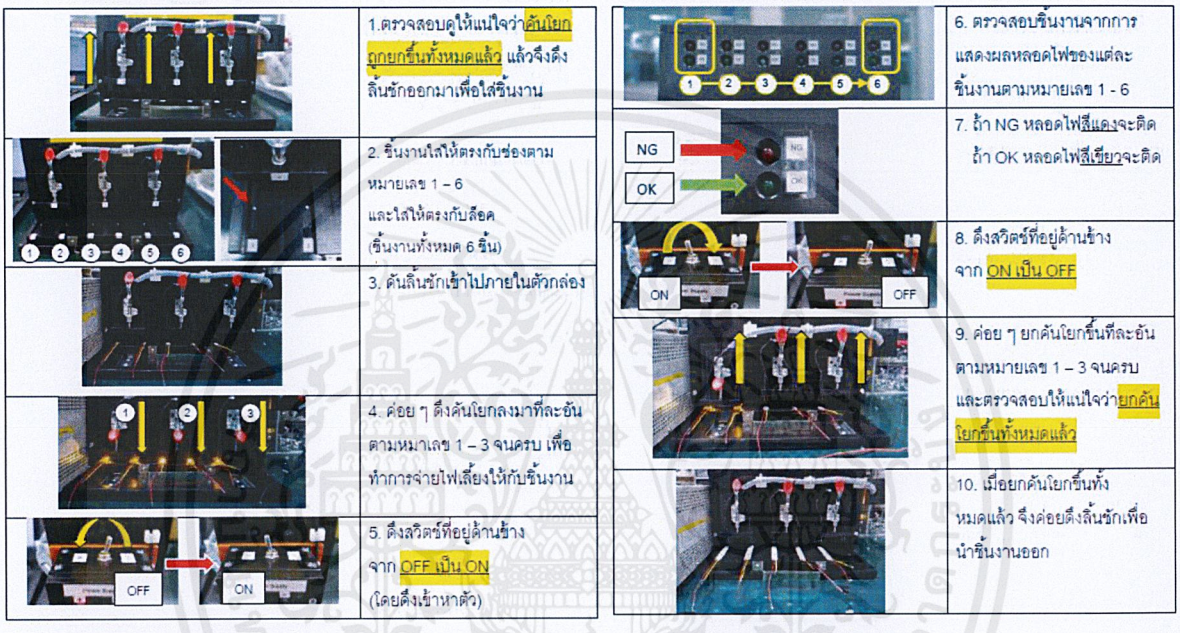


ภาพที่ 3.17 ภาพเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ (ด้านซ้าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การใช้งานเบื้องต้น

บนเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่เสร็จสมบูรณ์แล้วนั้นจะมีป้ายเตือน และป้ายบอกลักษณะวิธีการใช้งานที่ถูกต้องตามขั้นตอนระบุอยู่ เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้อง และปลอดภัย



ภาพที่ 3.18 ภาพของป้ายเตือนที่ระบุไว้บนเครื่องวัดค่าความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทดลอง

3.4.1 ความสามารถในการวัดค่าความเข้มแสง

นำเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์แล้วมาวัดค่าความเข้มแสงชิ้นงานจำนวนทั้งหมด 30 ชิ้น เพื่อบันทึกค่าความเข้มแสงในหน่วยลักซ์ (lux) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าความเข้มแสงที่วัดมิเตอร์สำหรับวัดค่าความเข้มแสงในหน่วยลักซ์จากยี่ห้อ TENMARS รุ่น TM-203 จากนั้นทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเพื่อดูภาพรวม และประเมินความสามารถในการวัดค่าความเข้มแสงของเครื่องวัดค่าความเข้มแสงที่ใช้เซนเซอร์ TSL2561

3.4.2 ค่าขอบเขตควบคุม

นำค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL261) ทั้งหมด 30 ค่า นั้นมาคำนวณหาค่าขอบเขตควบคุมทางด้านสูง (Upper control limit; UCL) และค่าขอบเขตควบคุมทางด้านต่ำ (Lower control limit; LCL) เพื่อนำไปใช้เป็นขอบเขตค่าสูงสุดและต่ำสุดของเกณฑ์ในการตรวจเช็คชิ้นงาน

3.4.3 จับเวลาที่ใช้ในการทำงาน

ทำการจับเวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานด้วยวิธีแบบดั้งเดิม (ใช้สายตาตรวจสอบการส่องสว่างเพื่ออย่างเดียว) และการตรวจเช็คโดยใช้เครื่องวัดค่าความเข้มแสง (TSL2561) แล้วนำเวลาที่ได้มาคำนวณหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจเช็คชิ้นงานในหน่วยนาทีต่อชิ้น เพื่อเปรียบเทียบความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการวัดค่าความเข้มแสง

ทำการวัดค่าความเข้มแสงในหน่วยลักซ์ (lux) ของชิ้นงานจำนวน 30 ชิ้น ระยะการวัด 36 เซนติเมตร เพื่อเก็บข้อมูลนำมาเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากมิเตอร์สำหรับวัดค่าความเข้มแสงในหน่วยลักซ์จากยี่ห้อ TENMARS รุ่น TM-203

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL2561) และมิเตอร์ TM-203

เวลา	ลำดับ	ค่าความเข้มแสง (lux)		เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
		จากการวัดด้วยเครื่องวัดค่าความ-เข้มแสง (sensors TSL2561)	จากการวัดด้วยมิเตอร์ TM-203	
13:38:04	1	41.00	39.60	3.54
13:38:04	2	42.00	39.80	5.53
13:38:04	3	40.00	39.00	2.56
13:38:42	4	40.00	40.30	0.74
13:38:42	5	41.00	41.20	0.49
13:38:42	6	39.00	39.50	1.27
13:39:49	7	40.00	40.60	1.48
13:39:49	8	41.00	41.20	0.49
13:39:49	9	39.00	39.10	0.26
13:41:13	10	41.00	40.00	2.5
13:41:13	11	41.00	38.30	7.04
13:41:13	12	39.00	39.00	0.00
13:42:01	13	39.00	38.00	2.63
13:42:01	14	42.00	41.00	2.44
13:42:01	15	39.00	39.10	0.26
13:42:47	16	40.00	38.80	3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL2561) และมิเตอร์ TM-203 (ต่อ)

เวลา	ลำดับ	ค่าความเข้มแสง (lux)		เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
		จากการวัดด้วยเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (sensors TSL2561)	จากการวัดด้วย TM-203 Meter	
13:42:47	17	41.00	40.80	0.50
13:42:47	18	39.00	40.50	3.70
13:46:59	19	40.00	40.10	0.25
13:46:59	20	42.00	41.40	1.45
13:46:59	21	41.00	40.90	0.24
13:51:13	22	42.00	41.00	2.44
13:51:13	23	42.00	39.20	7.14
13:51:13	24	41.00	40.90	0.24
13:51:54	25	42.00	41.90	0.24
13:51:54	26	42.00	40.80	2.94
13:51:54	27	39.00	40.00	2.5
13:52:29	28	40.00	41.90	4.53
13:52:29	29	42.00	39.40	6.6
13:52:29	30	39.00	41.10	5.11
	ค่าสูงสุด	42.00	41.90	0.24
	ค่าต่ำสุด	39.00	38.00	2.63
	ค่าเฉลี่ย	40.53	40.13	0.99

จากการทดลองจะพบว่าค่าความเข้มแสงที่วัดได้นั้นมีความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่รับได้ และค่าความเข้มแสงของชิ้นงานที่วัดด้วยเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL2561) นั้นมีค่าสูงสุดเท่ากับ 42.00 ลักซ์ ค่าต่ำสุดเท่ากับ 39.00 ลักซ์ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.53 ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการหาค่าขอบเขตควบคุม

นำค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL261) ทั้งหมด 30 ค่านั้นมาคำนวณหาค่าขอบเขตควบคุมทางด้านสูง (Upper control limit; UCL) และค่าขอบเขตควบคุมทางด้านต่ำ (Lower control limit; LCL) เพื่อนำไปใช้เป็นขอบเขตค่าสูงสุดและต่ำสุดของเกณฑ์ในการตรวจเช็คชิ้นงาน

ตารางที่ 4.3 แสดงการคำนวณหาค่าขอบเขตควบคุมสูงสุดและต่ำสุด

	K1	K2	K3	K4	K5	K6		
n1	41.00	39.00	41.00	40.00	41.00	42.00		
n2	42.00	40.00	39.00	41.00	42.00	39.00		
n3	40.00	41.00	39.00	39.00	42.00	40.00		
n4	40.00	39.00	42.00	40.00	41.00	42.00		
n5	41.00	41.00	39.00	42.00	42.00	39.00		
R	2.00	2.00	3.00	3.00	1.00	3.00	R bar	2.33
X bar	40.80	40.00	40.00	40.40	41.60	40.40	X bar bar	40.53
UCL	41.88 ≈ 42 lux		$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$			$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$		
LCL	39.19 ≈ 38 lux							

จากการทดลองจะได้ค่าขอบเขตควบคุมทางด้านสูง (Upper control limit; UCL) แบบประมาณเท่ากับ 42 ลักซ์ และค่าขอบเขตควบคุมทางด้านต่ำ (Lower control limit; LCL) แบบประมาณเท่ากับ 38 ลักซ์ ค่าขอบเขตควบคุมที่ได้นั้นจะถูกนำไปกำหนดเป็นช่วงในการตรวจเช็คการผ่านเกณฑ์ของชิ้นงาน ซึ่งหมายความว่าชิ้นงานที่ถูกตรวจเช็คจะผ่านเกณฑ์ก็แต่เมื่อค่าความเข้มแสงของชิ้นงานนั้น ๆ มีระหว่าง 38 ถึง 42 ลักซ์

4.3 ผลการเปรียบเทียบเวลาในการทำงาน

เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำงานระหว่างการตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานด้วยวิธีแบบดั้งเดิม (ใช้สายตาตรวจสอบการส่องสว่างเพื่ออย่างเดียว) และการตรวจเช็คโดยใช้เครื่องวัดค่าความเข้มแสง (TSL2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงเวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานด้วยวิธีแบบดั้งเดิม

ครั้งที่	เวลาการตรวจเช็คชิ้นงาน (ครั้งละ 10 ชิ้น)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจเช็คชิ้นงานต่อชิ้น	
	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	
1	160	16.0	
2	201	20.1	
3	182	18.2	
4	192	19.2	
5	195	19.5	
เฉลี่ย	186	18.6	≈ 0.31 นาที/ชิ้น

ตารางที่ 4.5 แสดงเวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คโดยใช้เครื่องวัดค่าความเข้มแสง (Sensors TSL2561)

ครั้งที่	เวลาการตรวจเช็คชิ้นงาน (ครั้งละ 6 ชิ้น)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจเช็คชิ้นงานต่อชิ้น	
	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	
1	45.35	7.56	
2	40.72	6.79	
3	50.31	8.39	
4	48.06	8.01	
5	44.67	7.45	
เฉลี่ย	45.82	7.64	≈ 0.13 นาที/ชิ้น

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 จะเห็นว่าการตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานด้วยวิธีแบบดั้งเดิมนั้นใช้เวลาในการตรวจเช็คเท่ากับ 0.31 นาทีต่อชิ้น และการตรวจเช็คโดยใช้เครื่องวัดค่าความเข้มแสงใช้เวลาเท่ากับ 0.13 นาทีต่อชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผล

ในการสร้างเครื่องวัดค่าความเข้มแสงนั้นมีขั้นตอนหลายหลายขั้นในการทำให้เครื่องวัดค่าความเข้มแสงนั้นสามารถทำงานได้อย่างที่สมบูรณ์

เริ่มแรกทำการทดสอบความสามารถในการตรวจวัดค่าความเข้มแสง โดยทำการเก็บข้อมูลค่าความเข้มแสงจากชิ้นงานจริงที่ระยะ 36 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 30 ชิ้น เมื่อชิ้นงานดังกล่าวได้รับไฟเลี้ยงกระแสตรง เท่ากับ 13.5 โวลต์ ด้วยเครื่องวัดค่าความเข้มแสง (sensor TSL2561) แล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้กับค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากมิเตอร์ TENMARS TM-305 โดยทำการทดลองในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เพื่อดูความสามารถในการวัดค่าความเข้มแสงของเซนเซอร์ TSL2561 โดยภาพรวม จะพบว่า ค่าความเข้มแสงที่ได้จากการใช้เครื่องวัดค่าความเข้มแสงนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.99 % เมื่อเทียบกับค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากมิเตอร์ TSL2561

เมื่อพบว่าเครื่องวัดค่าความเข้มแสงสามารถใช้งานได้ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ จึงทำการหาค่าขอบเขตควบคุมเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานต่อไป ด้วยการนำข้อมูลค่าความเข้มแสงจากวัดได้จากก่อนหน้านี้ทั้งหมด 30 ข้อมูลไปคำนวณทางด้านสถิติ ซึ่งค่าขอบเขตควบคุมทางด้านสูง (Upper control limit; UCL) นั้นมีค่าเท่ากับ 42 ลักซ์ และค่าขอบเขตควบคุมทางด้านต่ำ (Lower control limit; LCL) มีค่าเท่ากับ 38 ลักซ์ โดยจากค่าขอบเขตควบคุมที่ได้นั้นจะถูกนำไปกำหนดว่าชิ้นงานจะผ่านเกณฑ์ตรวจเช็คคุณภาพก็ต่อเมื่อค่าความเข้มแสงนั้นมีค่าระหว่าง 38 ถึง 42 ลักซ์ และแสดงผลผ่านหลอดไฟแสดงผล (LED) สีเขียว แต่หากค่าความเข้มแสงที่วัดได้นั้นไม่ได้อยู่ในช่วง 38 ถึง 42 ลักซ์ ก็จะแสดงผลผ่านหลอดไฟแสดงผลสีแดง

และในท้ายสุดทำการจับเวลาการทำงานเปรียบเทียบระหว่างการทำงานด้วยวิธีการดั้งเดิม พบว่าการใช้เครื่องวัดค่าความเข้มแสงมาทำงานแทนนั้นใช้เวลาในการทำงานโดยเฉลี่ยต่อชิ้นมีค่าลดลงจาก 0.31 นาทีต่อชิ้น เป็น 0.13 นาทีต่อชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ATmega328, Wikipedia [Online].

available : https://en.wikipedia.org/wiki/ATmega328

[2] ATmega328, สุริยา ศรีวิเศษ, 2561, Thailand [Online].

available : https://sites.google.com/site/mikhorkhxnthorllexr1/

[3] Arduino UNO, Wikipedia [Online].

available : https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno

[4] Arduino UNO, Thaieasyelec, Thailand [Online].

available : https://www.thaieasyelec.com/arduino-uno-r3.html

[5] module sensor TSL2561, Adafruit, USA [Online].

available : https://learn.adafruit.com/tsl2561

[6] module sensor TSL2561, Thaieasyelec, Thailand [Online].

available : https://www.thaieasyelec.com/adafruit-tsl2561-digital-luminosity-lux-light-sensor-breakout.html

[7] POM; polyoxymethylene, lycka, Thailand [Online].

available : http://www.lyckatech.com/A3/pom/

[8] POM; polyoxymethylene, Wikipedia [Online].

available : https://en.wikipedia.org/wiki/Polyoxymethylene#Usage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[9] ผังควบคุม, ผศ.ดร.พนม เพชรจตุพร, Thailand [Online].

available : http://msit.mut.ac.th/index.php/blog/control-chart-2

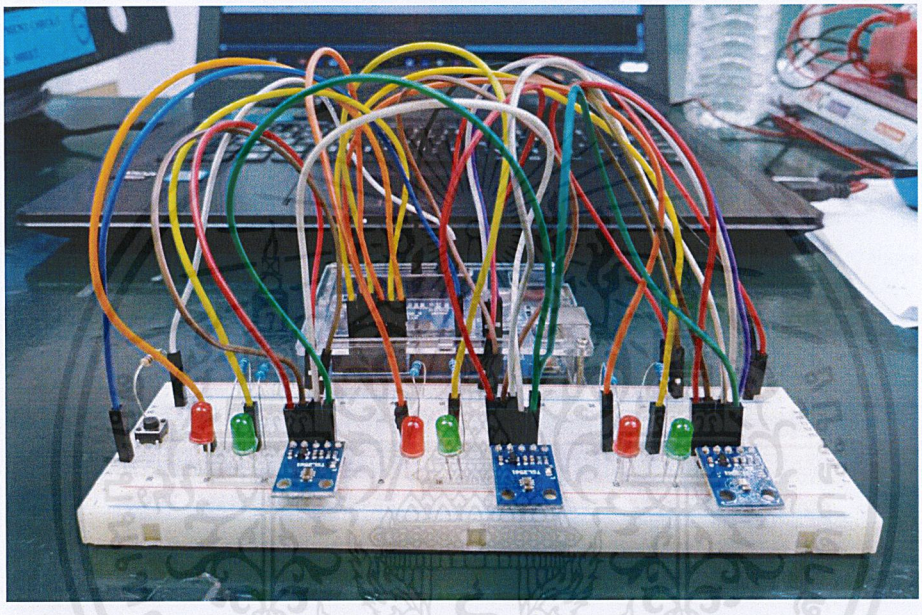
[10] การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ, สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง กระทรวงการคลัง, 2548, Thailand [Online].

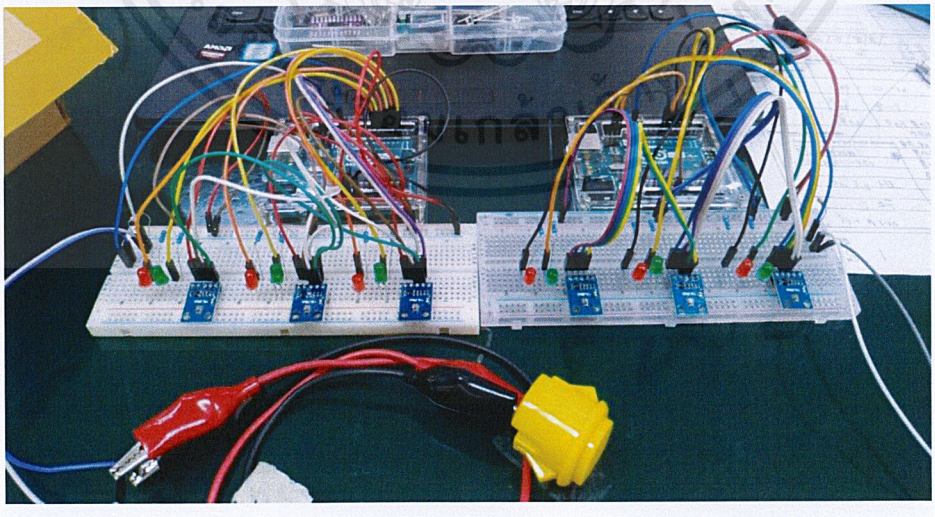
available : http://www2.fpo.go.th/S-I/Source/ECO/ECO26.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รูปภาพการทดลองต่อวงจรควบคุมเพื่อทดลองความสอดคล้องของโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการทำงานร่วมกับวงจรควบคุม

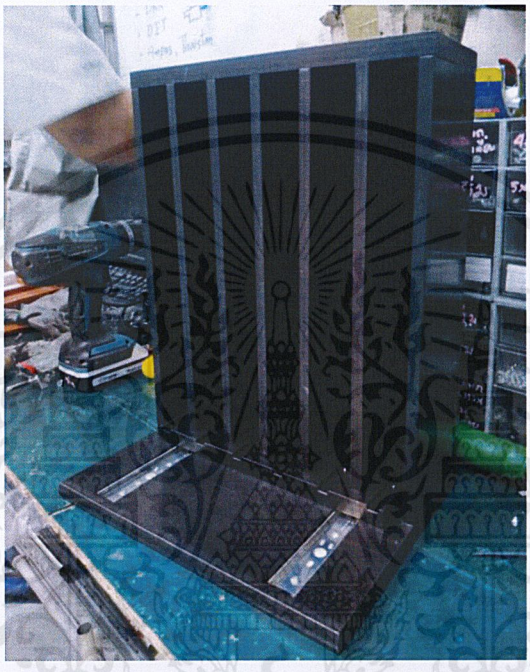


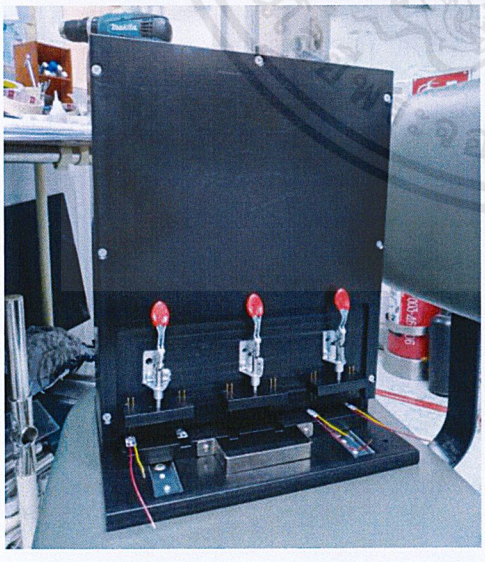


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

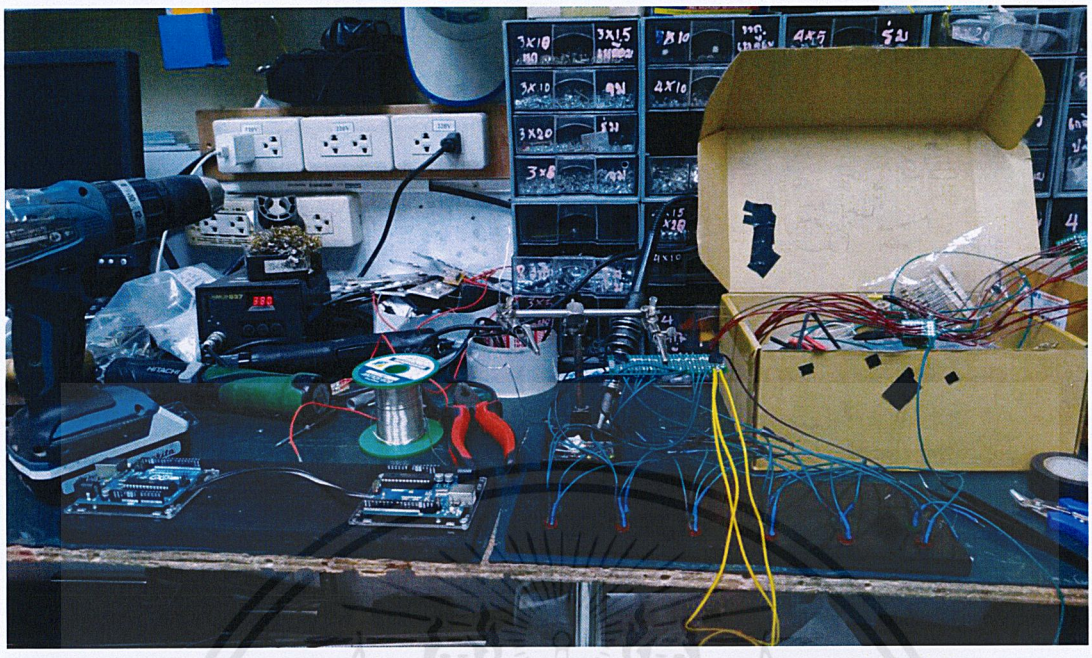
ภาคผนวก ข

รูปภาพขั้นตอนการประกอบเครื่องวัดค่าความเข้มแสง

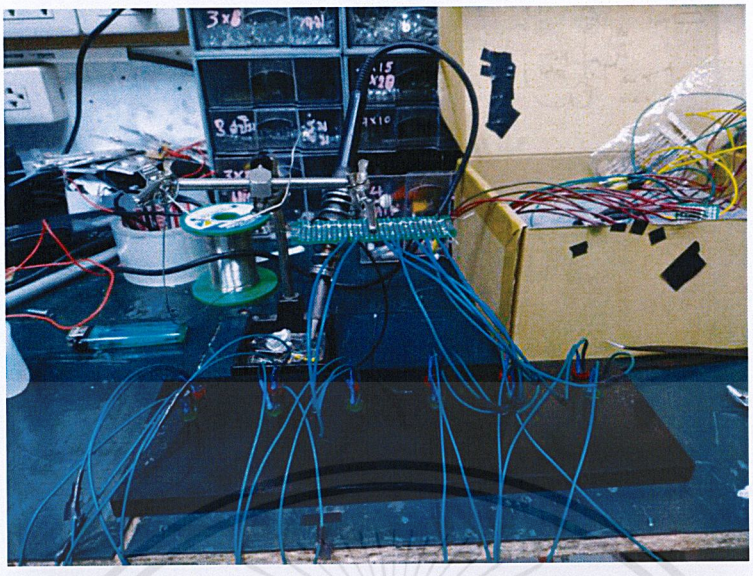


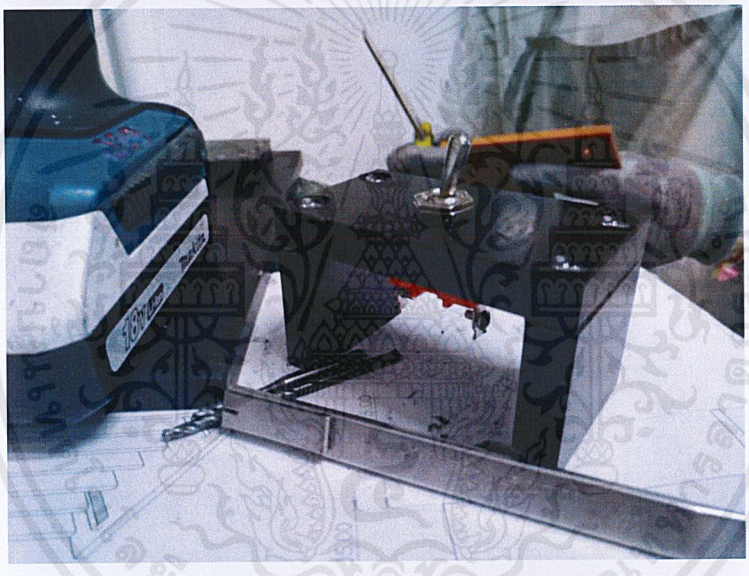


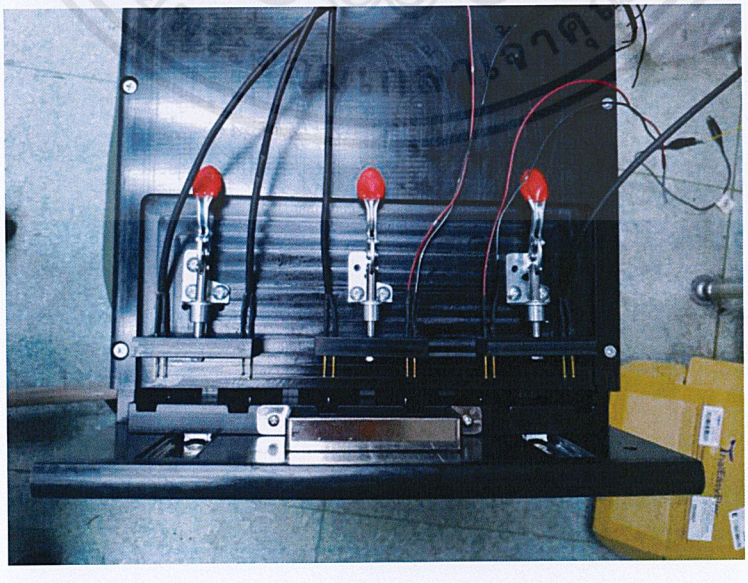
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



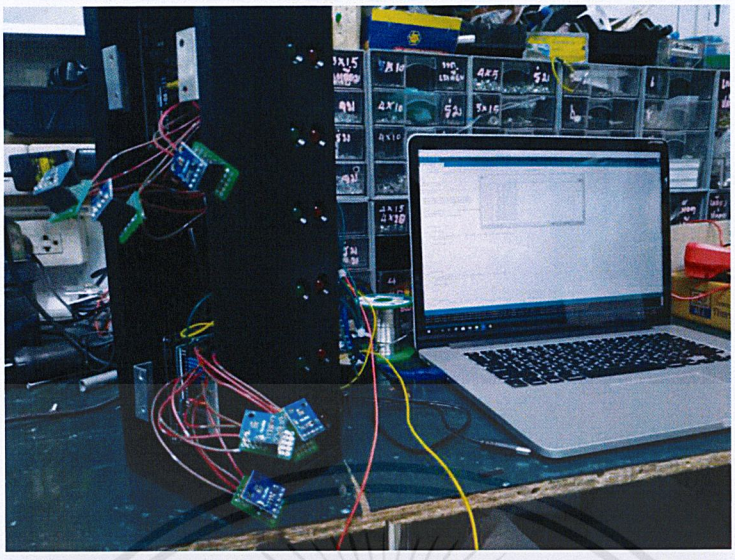
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

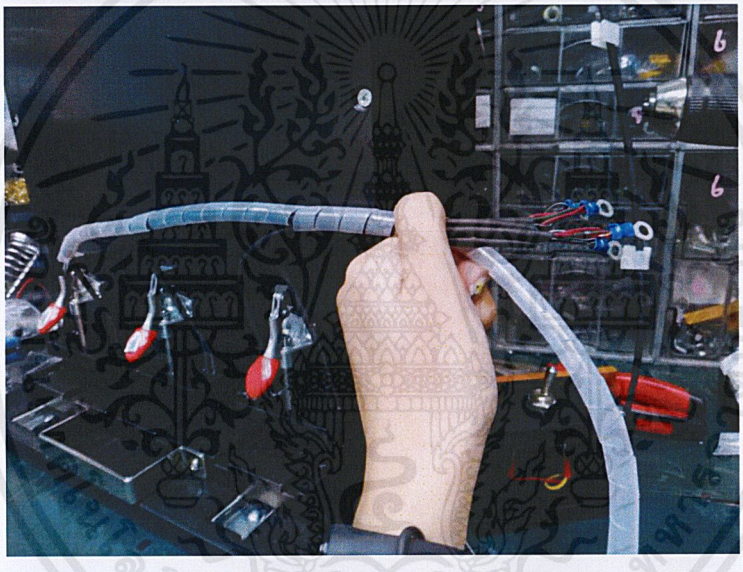


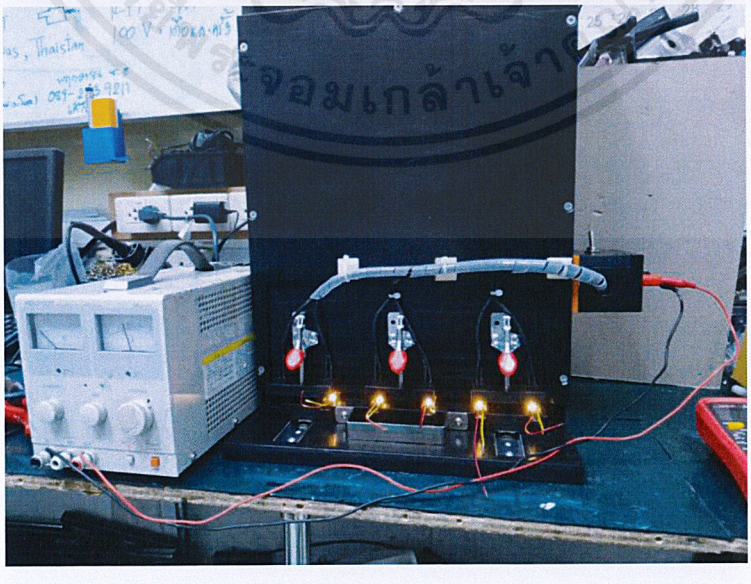




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาว พิมพ์เพชร ลี่มนอก

วัน เดือน ปีเกิด 20 ธันวาคม 2540

ที่อยู่ 71/427 หมู่ 7 หมู่บ้านคัทลียาวิลล์ ถนนลำลูกกา ตำบลลาดสวาย อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12150

อีเมลล์ 59010975@kmitl.ac.th

ttgphimphet44@gmail.com

เบอร์โทรศัพท์ 0635167975

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี

ระดับมหาวิทยาลัย วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก PS บริษัท Summit Electronic Components Co., LTD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้