รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การประดิษฐ์เครื่องทดสอบการใช้งานของขดลวดบนกระจกหน้า

FABRICATION OF FRONT WIND SCREEN HEATER COIL TEST EQUIPMENT

แพรวรุ่ง วิเชียร

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	การประดิษฐ์เครื่องทดสอบการใช้งานของขดลวดบนกระจกหน้า
นักศึกษา	นางสาวแพรวรุ่ง วิเชียร
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นางสาวนิตยากร มาตรกลาง
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอทฤษฎี การออกแบบ การประกอบ เครื่องทดสอบการทำงานของขดลวดบนกระจกหน้ารถยนต์ ของบริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด แผนก Total Vehicle Quality Management ซึ่งเครื่องทดสอบนี้ จะตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าของวัสดุหลังจากการทดสอบการทำงาน เทียบกับค่ามาตฐานที่ถูกกำหนดไว้ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ก่อนส่งเข้าสู่การประกอบ ตรวจได้ครอบคลุมละแม่นยำมากกว่า ทั้งยังลดเวลาในการแก้ไขผลิตภัณฑ์หลังจากการประกอบ ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างมากจากการเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ระดับสูง การผลิตส่วนมากจึงไม่ใช้เครื่องจักรทำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีตำหนิ และมีคุณภาพสูงสุดในทุกรายละเอียด คงไว้ซึ่งชื่อเสียง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในโครงงานนี้จะศึกษาวิธีการตรวจสอบแบบเดิมที่ยังคงทำให้เกิดปัญหาหลังการประกอบอยู่ เพื่อออกแบบอุปกรณ์ทดสอบการใช้งานของขดลวดบนกระจกหน้าให้มีประสิทธิภาพ และกำจัดปัญหาที่มีอยู่ได้และใช้งานได้สะดวกมากขึ้นกับผู้ใช้งาน โดยกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบเดิมน้อยที่สุด

คำสำคัญ : ขดลวดบนกระจกหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title: Fabrication of Front Wind Screen Heater Coil Test Equipment
Student : Miss Praewrung Vichian
Department: Instrumentation and Control Engineering
Advisor: Assistant Professor Dr. Noppadol Maneerat
Mentor : MS.Nittayakorn Martklang
Company: BMW Manufacturing (Thailand) Co., Ltd.

ABSTRACT

The thesis present the theory, design, assembly the car front window coil function testing equipment for BMW Manufacturing (Thailand) Co., Ltd. in department of Total Vehicle Quality. This machine will measure electrical variable after test to compare to the standard for part verification follow to the standard before handing each part to the assembly line, give more precise value and also reducing rework time after assembly process which use a lot of time. Due to our highly quality made so the process is mostly made by hand. Better testing process also give more precise value. This project will study the checking process which still found lots of defected parts after assembly process to decide the new equipment for working function test to be more efficiency, get rid of the defected part and handier to the operator.

Keyword : Front Wind Screen Heater Coil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจเรื่องการประดิษฐ์เครื่องทดสอบการใช้งานของขดลวดบนกระจกหน้า ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญในสายการผลิต มีผลที่สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีเนื่องด้วยความเมตตาอนุเคราะห์ของ บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ที่เปิดโอกาสในการเรียนรู้ประสบการณ์ ความรู้และทักษะต่างๆ รวมถึงความไว้วางใจในการดำเนินโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณพี่ๆ แผนก Total Vehicle Quality Management ตลอดจนพี่ๆ ท่านอื่นๆ ที่ได้คอยให้คำแนะนำ สอนทักษะการทำงาน การสนับสนุนต่างๆ สำหรับการจัดทำโครงงาน ทางผู้จัดทำขอกราบและขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มอบความรู้และมอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา จนทำให้ได้รับประสบการณ์ดีๆ ที่มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำงานในอนาคตมาตลอดระยะเวลา 17 สัปดาห์ และขอขอบพระคุณความช่วยเหลือดูแลจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์นิเทศศึกษา ที่ได้มอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาและได้มาเยี่ยมชม บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และยังมอบความช่วยเหลือและคำแนะนำอันเป็นคุณประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงานนี้

ในลำดับสุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนๆ ที่คอยให้การสนับสนุน คำปรึกษา และให้กำลังใจในทุกๆ ด้านมาตลอดระยะเวลาการทำโครงงาน จนมีความสาเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอให้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากโครงงานนี้ได้มอบไปแด่ผู้ที่มีพระคุณทุกท่าน

แพรวรุ่ง วิเชียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VII

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 วิธีการดำเนินโครงงาน 4

1.6 สถานที่ทำการวิจัย 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.2 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม 5

2.2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า 5

2.2.2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าและวงจรแบ่งกระแส 6

2.2.3 การออกแบบวงจร 13

2.3 การคำนวณโหลด 13

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 15

2.4.1 ประเภทของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 15

2.5 รีเลย์ (Relay) 22

2.5.1 ส่วนประกอบ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.2 ประเภทรีเลย์.....24
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....28
3.1 วางแผนการดำเนินงาน.....28
3.2 การศึกษาโครงสร้างของสายการผลิตและการทำงานของชิ้นงาน.....29
3.2.1 ศึกษาโครงสร้างของสายการผลิต.....30
3.2.2 ศึกษาการวิธีการและอุปกรณ์ทดสอบตัวเดิม.....34
3.3 การออกแบบการทำงาน.....37
3.4 การออกแบบวงจรไฟฟ้า.....39
3.5 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน.....39
บทที่ 4 วิธีดำเนินโครงงาน.....41
4.1 ผลการดำเนินโครงงาน.....41
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....44
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน.....44
เอกสารอ้างอิง.....45
ประวัติผู้เขียน.....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า....6

2.2 วงจะแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด....7

2.3 วงจะแบ่งแรงดันแบบมีโหลด....9

2.4 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า....11

2.5 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าแบบต่อตัวตานทานหลายตัว....12

2.6 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า....14

2.7 ตัวอย่างบอร์ด Arduino UNO R3....17

2.8 ตัวอย่างบอร์ด Raspberry pi Model A+....19

2.9 ตัวอย่างบอร์ด Micro:bit....21

2.10 รีเลย์กำลัง....23

2.11 รีเลย์ควบคุม....23

2.12 วงจรรีเลย์....24

2.13 รีเลย์ทั่วไป หรือรีเลย์ประเภท Slim Electromechanica....25

2.14 รีดรีเลย์ (Reed Relay)....25

2.15 รีดสวิตช์ (Reed Switch) และการทำงานของรีดสวิตช์....26

2.16 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay)....27

3.1 การลำเลียงชิ้นงานสู่สายการผลิต....30

3.2 การจัดเก็บชิ้นงานของทางฝ่ายโลจิสติกส์....31

3.3 การประกอบชิ้นงานที่มีความซับซ้อนในการประกอบ....31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.4 การเตรียมชิ้นงานที่มีความละเอียดสูง....32

3.5 การประกอบกระจังหน้า....32

3.6 การประกอบล้อ....33

3.7 การทำงานของ Overhead Station....33

3.8 การปรับศูนย์ถ่วงล้อ....34

3.9 Flowchart ขั้นตอนประกอบชิ้นงาน....36

3.10 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน....38

3.11 วงจรไฟฟ้า....39

3.12 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจสอบการทำงานของขดลวด....40

4.1 กราฟเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานในหน่วยนาที....42

4.2 กราฟแสดงจำนวนปัญหาชิ้นงานที่พบจากการใช้วิธีการตรวจสอบแบบเดิม....42

4.3 กราฟแสดงจำนวนปัญหาชิ้นงานที่พบจากการใช้วิธีการตรวจสอบแบบใหม่ โดยใช้เครื่องทดสอบการใช้งานขดลวดบนกระจกหน้าที่ออกแบบไว้....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 Transfer Bar Machine Timeline.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย เป็นภาคธุระกิจที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจไทยมากถึงร้อยละ 40 ของ GDP ของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมยานยนต์ “อุตสาหกรรมยานยนต์” เป็นสาขาอุตสาหกรรมที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในด้านมูลค่าเพิ่มในประเทศ การผลิต การส่งออก การลงทุน การจ้างงาน และมีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องจำนวนมาก โดยประเทศไทยมีปริมาณการผลิตรถยนต์เป็นลำดับที่ 13 ของโลก มีมูลค่าส่งออกสินค้าหมวดรถยนต์ สูงกว่า 9.2 แสนล้านบาท ซึ่งคิดเป็นร้อนละ 12 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าของไทยทั้งหมด โดยจากวิจัยของธนาคารกรุงศรีคาดว่าปริมาณการจำหน่ายรถยนต์ในประเทศปี 2562 จะขยายตัว 3 - 5 เปอร์เซ็นต์ โดยตลาดรถยนต์จะเติบโตตามทิศทางการฟื้นตัวของเศรษฐกิจ ซึ่งมีปัจจัยหนุนนำ ได้แก่ เศรษฐกิจในประเทศที่ฟื้นตัวดีขึ้นเป็นลำดับ, รถยนต์ในโครงการรถคันแรกทยอยพ้นกำหนดห้ามซื้อขายตามเงื่อนไขของโครงการ ตั้งแต่ปลายปี 2559 โดยจะเร่งตัวขึ้นในช่วงปี 2560-2562 ซึ่งอาจมีผลให้เกิดความต้องการซื้อรถยนต์ใหม่ประมาณ 4 - 5 แสนคัน ในช่วงปี 2561-2562 ทำให้ผู้ประกอบการมีความจำเป็นต้องตอบสนองความต้องการของของลูกค้า โดยมุ่งเน้นการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ สามารถแข่งขันทางราคาได้ และส่งมอบทันเวลา ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของการแข่งขันทางธุรกิจ

บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด เป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีคุณภาพสูง ชิ้นส่วนทุกชิ้นที่นำมาใช้ประกอบจึงต้องผ่านการตรวจสอบอย่างละเอียด โดยมีชิ้นส่วนหลายชิ้นที่ผลิตจากบริษัทผู้ผลิตภายนอก และเกือบทั้งหมดต้องผ่านการขนส่งจากต่างประเทศ ซึ่งบางครั้งอาจจะมีปัญหาการใช้งานเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนนั้นๆ ในบางล็อต ซึ่งทางบริษัทจะมีการตรวจสอบอีกครั้งก่อนการประกอบ แต่ในบางส่วนอาจไม่มีวิธีการที่ครอบคลุมมากพอ จึงพบเจอปัญหาหลังประกอบในขั้นตอนทดสอบต่างๆ ทำให้ต้องแกะและเปลี่ยนชิ้นส่วนเพื่อประกอบใหม่ ต้องเสียเวลาในการประกอบใหม่ ทั้งยังต้องรอชิ้นส่วนใหม่ส่งจากต่างประเทศในบางครั้ง รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการผลิต และต้องใช้แรงงานคนในการประกอบ เนื่องจากต้องการคุณภาพในการผลิต จึงใช้เวลาค่อนข้างมากในการแก้ไขและเปลี่ยนชิ้นส่วนจากความซับซ้อนในกระบวนการประกอบ ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงต้องมีวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบชิ้นส่วนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้น เนื่องจากถ้ามีความล่าช้าในการผลิตเกิดขึ้น จะทำให้ไม่ได้ผลิตภัณฑ์ตามเป้าหมาย ซึ่งเป็นคำสั่งซื้อของลูกค้า ลูกค้าจึงต้องรอเป็นเวลานาน หรือถ้ามีการหลุดลอดของปัญหาออกไปจะถือเป็นปัญหาสำคัญของทางบริษัท โดยในโครงงานนี้จะสนใจปัญหาของกระจกหน้ารถที่กำลังเป็นปัญหาอยู่ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้เร็วที่สุด และยังสามารถใช้ต่อยอดประยุกต์ไปใช้กับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่อาจมีปัญหาเช่นเดียวกันในอนาคต

โครงการสหกิจศึกษานี้ได้เข้าไปศึกษาในบริษัทบีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ในส่วนของกระบวนการผลิตรถยนต์ โดยใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในการศึกษา และพัฒนาการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วน ด้วยกันการสร้างเครื่องทดสอบการทำงานและวัดค่าทางไฟฟ้าหลังการทดสอบเทียบกับค่ามาตรฐาน เพื่อให้แน่ใจว่าชิ้นส่วนนั้นสามารถทำงานได้อย่างมีคุณภาพ และไม่มีปัญหาหลังหารใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของชิ้นส่วน และปัญหาที่เกิดขึ้น
2. เพื่อวางแผนพัฒนาการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
3. สามารถทำให้การตรวจสอบชิ้นงานแม่นยำ รวดเร็วและปรับใช้ได้กับชิ้นงานทุกชนิด
4. เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนก่อนเข้าสู่สายการผลิต เพื่อให้ได้แต่ชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐานเข้าสู่การประกอบ
5. สามารถทำให้กระบวนการผลิตเป็นกระบวนการผลิตที่มีความต่อเนื่อง และเป็นไปตามแผน
6. ลดเวลาในการแก้ไขเพื่อเปลี่ยนชิ้นงาน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาชิ้นส่วนกระจกหน้ารถยนต์ในล็อตที่มีปัญหาเท่านั้น
2. ศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์รถยนต์รุ่น X5 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในระหว่าง เดือนสิงหาคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2562

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ต่อตนเอง

การที่ได้เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษากับทางสถานประกอบการ บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ครั้งนี้นับได้ว่าเป็นประสบการณ์ และโอกาสในการเรียนรู้ถึงการทำงานจริง ถือเป็นการเตรียมตัวสำหรับการทำงานในอนาคต ได้เรียนรู้ถึงการทำงานเป็นระบบ การวางแผน การทำงานร่วมกับผู้อื่น การเสริมสร้างทักษะในการทำงานต่างๆ ได้นำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้สำหรับการทำงาน เรียนรู้ข้อปฏิบัติต่างๆ สภาพสังคม และความกดดันที่เกิดขึ้นระหว่างทำงาน

2. ประโยชน์ต่อสถานประกอบการ

การที่สถานประกอบการได้รับนักศึกษาเข้ามาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา โดยร่วมกับทางสถาบันฯ แสดงให้เห็นว่าทางสถานประกอบการมีวิสัยทัศน์ที่จะสร้างบุคลากรที่มีความสามารถต่อทางสถานประกอบการเอง และยังเป็นการพัฒนาความรู้ความสามารถของนักศึกษา ที่ได้เข้ามาร่วมโครงการสหกิจศึกษา ทำให้ทางสถานประกอบการมีความร่วมมือกันกับทั้งตัวนักศึกษา และทางสถาบันฯ ทำให้เกิดการพัฒนาภายในองค์กรของสถานประกอบการในอนาคต

3. ประโยชน์ต่อสถานศึกษา

การที่สถานศึกษาได้เปิดโครงการสหกิจศึกษา ทำให้มีการร่วมมือระหว่างตัวนักศึกษา อาจารย์ในภาควิชา และสถานประกอบการ ทำให้เกิดการพัฒนาของทุกๆ ฝ่าย เป็นการตรวจสอบศักยภาพของสถานศึกษาผ่านตัวนักศึกษาที่ได้เข้าร่วมโครงการผ่านการประเมิน ว่าทางสถานประกอบการมีวิสัยทัศน์ในการทำงานอย่างไร นักศึกษาในตอนนี้ตอบสนองความต้องการต่อสถานประกอบการหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 วิธีการดำเนินโครงงาน

1. ศึกษาโครงการที่ได้รับมอบหมาย กำหนดหัวข้อ วัตถุประสงค์ และขอบเขตของการดำเนินงาน

2. ศึกษาปัญหาการทำงานที่เกิดขึ้น

3. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหา

4. สร้างวงจรทดลองและเก็บข้อมูล

5. สร้างวงจรจริง พัฒนาระบบอัตโนมัติและระบบเก็บข้อมูล

6. เปรียบเทียบผลก่อนและหลังพัฒนา

7. สรุปผลการดำเนินงาน และเขียนรายงาน

1. 6 สถานที่ทำการวิจัย

บริษัทบีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) เลขที่ 7/201 หมู่ 6 Amata city Ind. Est. (ตำบล) มาบยางพร (อำเภอ) ปลวกแดง จังหวัดระยอง รหัสไปรษณีย์ 21140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานที่ใช้ในการผลิตถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการผลิต ซึ่งบางครั้งแม้จะได้รับการตรวจจากบริษัทผู้ผลิตภายนอก และการตรวจสอบก่อนการประกอบแล้ว ก้ยังพบความผิดพลาดได้บ้างครั้ง โดยเฉพาะอุปกรณ์ทางไฟฟ้า แม้ชิ้นส่วนหลายๆ ชิ้นจะมีการทำงานที่ไม่ซับซ้อน แต่เนื่องจากปัจจุบันมีการนำอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ามาทำงานในรถยนต์มากขึ้น จึงต้องมีออกแบบเครื่องตรวจสอบให้สามารถใช้ตรวจสอบได้อย่างแม่นยำ และคลอบคลุม รวมถึงสามารถนำไปปรับใช้กับชิ้นส่วนอื่นๆ ได้

2.2 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม

การออกแบวงจรในการควบคุม และการตรวจสอบค่าต่างๆ ต้องมีสัญลักษณ์ที่กำหนดให้เข้าใจรายละเอียดตรงกัน เพื่อสามารถเข้าใจตรงกันทั้งผู้เขียน และผู้อ่าน

2.2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

งานติดตั้งระบบไฟฟ้า หรืองานปฏิบัติการเดินสายไฟฟ้า ถ้าเขียนในรูปของอุปกรณ์จริงจะทำให้เสียเวลามาก ดังนั้นต้องมีการเขียนแบบ และอ่านแบบ การที่จะเขียนแบบ และอ่านแบบได้นั้นจำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนอุปกรณ์จริง เพื่อความสะดวก และรวดเร็วในการปฏิบัติงาน สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบ และการเดินสายไฟฟ้าได้มีการกำหนดไว้หลายมาตรฐาน ได้แก่

- ANSI (American National Standard Institute)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- JIS (Japan Industrial Standard)
- DIN (Deutsches Institute fur Normung e.V.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

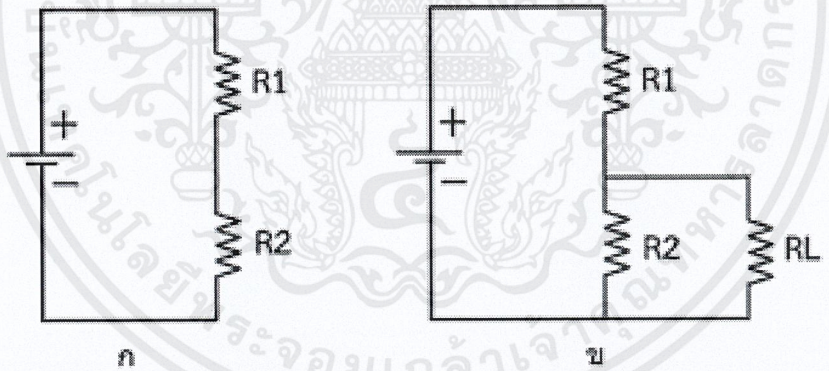
2.2.2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าและวงจรแบ่งกระแส

การคำนวณที่ใช้สำหรับวงจร บ่อยครั้งที่จะใช้วงจร เพื่อหาค่าที่ต้องการ ซึ่งบางครั้งอุปกรณ์ที่ใช้อาจไม่สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าทุกค่าที่ต้องการได้ แต่อาจจะหาค่าตัวแปรอื่นๆ ซึ่งสามารถนำมาหาค่าที่ต้องการได้ในท้ายที่สุด เช่น วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า และวงจรแบ่งกระแส

1. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider Circuit) หมายถึงวงจรที่ประกอบด้วยความต้านทาน 2 ตัว ขึ้นไปต่ออนุกรม (Series) อยู่ระหว่างแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Power Supply) ซึ่งค่าความต้านทานในวงจร จะทำหน้าที่แบ่งแรงดันไฟฟ้าในวงจร โดยทั่วๆ ไปแล้ววงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าพัฒนามาจากกฎของโอห์ม เพียงแต่การคิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว ใช้วิธีของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าจะรวดเร็วและ สะดวกกว่ากฎของโอห์ม วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าออกเป็น 2 แบบ ดังรูปที่ 2.1

1. วงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider Circuit)
2. วงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider Circuit)



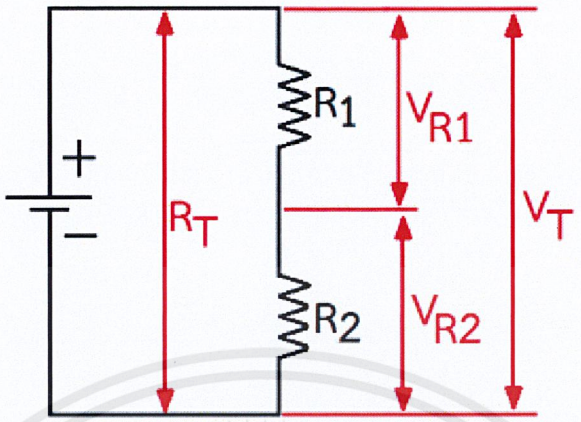
ก. วงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด ข. วงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด

รูปที่ 2.1 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

1.1 วงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider Circuit)

การออกแบบวงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด สามารถทำได้โดยใช้กฎของโอห์มเข้ามาช่วยดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจะแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด

จากรูปที่ 2.2 สามารถหา RT ได้จาก

$$R_T = R_1 + R_2 \tag{2.1}$$

จากกฎของโอห์มสามารถหา I ได้จาก

$$I = \frac{E}{R_T} \tag{2.2}$$

และ

$$V_{R1} = IR_1 \tag{2.3}$$

แทนค่า กระแสไฟฟ้า (I) จากสมการที่ (2.2) ลงในสมการที่ (2.3) จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{E}{R_T}$$

$$V_{R1} = \frac{ER_1}{R_T} \quad (2.4)$$

จากสมการที่ (2.1) แทนค่าลงในสมการที่ (2.4) จะได้

$$V_{R1} = \frac{ER_1}{R_1 + R_2} \quad (2.5)$$

จากกฎของโอห์ม

$$V_{R2} = IR_2 \quad (2.6)$$

แทนค่า กระแสไฟฟ้า (I) จากสมการที่ (2.2) ลงในสมการที่ (2.6) จะได้

$$\frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{E}{R_T}$$

$$V_{R1} = \frac{ER_1}{R_T} \quad (2.7)$$

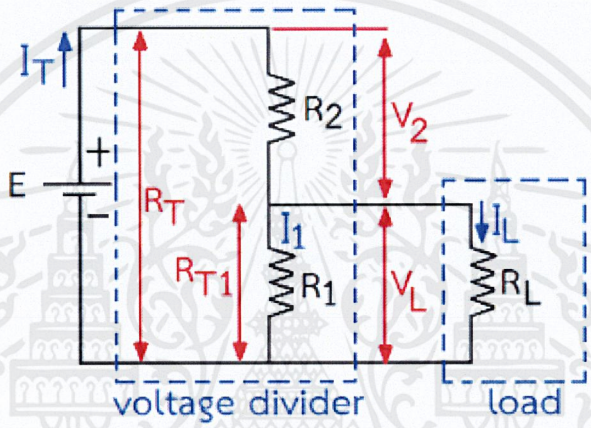
จากสมการที่ (2.1) แทนค่าลงใน สมการที่ (2.7) จะได้

$$V_{R1} = \frac{ER_1}{R_1 + R_2} \quad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider Circuit)

การต่อตัวต้านทาน หรือโหลดเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน หรือโหลดแต่ละตัวที่ทำหน้าที่แบ่งแรงดันอยู่นั้น เรียกว่ากระแสบลีดเดอร์ (Bleeder Current) ซึ่งค่ากระแสบลีดเดอร์ควรมีค่าน้อย 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลด (IL) ที่มีการต่อวงจร ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด

จากรูปที่ 2.3

E	คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
R1, R2	คือ ความต้านทานในวงจร
RL	คือ ความต้านทานของโหลด
RT1	คือ ความต้านทานรวม R1 และ RL
RT	คือ ความต้านทานรวมทั้งวงจร
IT	คือ กระแสไฟฟ้ารวมในวงจร
I1	คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R1
IL	คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลด
VL	คือ แรงดันตกคล่อมโหลด
V2	คือ แรงดันตกคล่อมความต้านทาน R2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.3 จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$R_{T1} = \frac{R_1 \times R_T}{R_1 + R_T} \tag{2.9}$$

$$R_T = R_{T1} + R_2 \tag{2.10}$$

ดังนั้นจะได้สมการค่าแรงดันคือ

$$V_L = \frac{ER_{T1}}{R_T} \tag{2.11}$$

$$V_2 = \frac{ER_2}{R_T} \tag{2.12}$$

หรืออาจหา V_2 ด้วย $V_2 = E - VL$ ก็ได้จะได้สมการค่ากระแสไฟฟ้าคือ

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} \tag{2.13}$$

$$I_1 = \frac{V_L}{R_1} \tag{2.14}$$

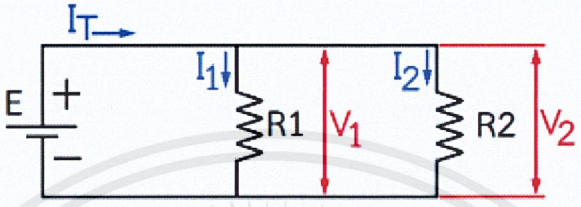
$$I_T = I_1 + I_L \tag{2.15}$$

2. วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า (Current Divider Circuit)

เป็นวงจรที่ใช้สำหรับแบ่งค่ากระแสไฟฟ้าออกเป็นหลายๆ ค่า เพื่อใช้เลี้ยงอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในวงจร โดยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าเพียงแหล่งเดียวเช่นเดียวกับวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า ซึ่งทำได้โดยนำตัวต้านทาน (Resistor) มาเป็นตัวแบ่ง แล้วนำกฎของโอห์มมาประยุกต์ใช้ในการแบ่งค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการนำความรู้เรื่องวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าคือ ถ้ามีแหล่งจ่ายไฟฟ้าขนาด 24 โวลต์, 10 แอมป์ อยู่ แต่วงจรที่มีต้องการแรงดันไฟฟ้าแค่ 6 แอมป์ วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้านี้ สามารถแบ่งกระแสไฟฟ้าจาก 10 แอมป์ ให้เหลือ 6 แอมป์ ได้ และยังนำกระแสไฟฟ้าส่วนที่เหลือไปใช้ต่อกับวงจรอื่นได้อีก โดยไม่ต้องซื้อแหล่งจ่ายไฟใหม่ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.4 จะได้ว่า $E = V_1 + V_2$ ใช้กฎของโอห์มจะได้ $I_T R_T = I_1 R_1 + I_2 R_2$

$$I_1 = \frac{I_T R_T}{R_1} \tag{2.16}$$

$$I_2 = \frac{I_T R_T}{R_2} \tag{2.17}$$

หาค่าความต้านทานรวม RT จาก

$$R_T = \frac{R_1 \times R_T}{R_1 + R_T} \tag{2.18}$$

แทนค่าลงในสมการที่ (2.16) และสมการที่ (2.17) จะได้

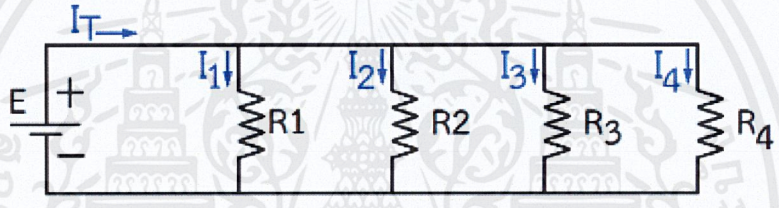
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I_1 = I_T(\frac{R_2}{R_1 + R_2}) \quad (2.19)$$

$$I_2 = I_T(\frac{R_1}{R_1 + R_2}) \quad (2.20)$$

2.1 กรณีที่ต่อตัวต้านทานขนานหลายตัว

ในกรณีที่ต้องการแบ่งกระแสออกเป็นหลายๆ ค่าเพื่อจ่ายให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ทำได้โดยการนำตัวต้านทานขนาดต่างๆ มาต่อขนานกัน ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าแบบต่อตัวตานทานหลายตัว

จากรูปที่ 2.5 จะได้สมการของวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าแบบต่อตัวต้านทานหลายตัวดังนี้

$$I_N = I_T \frac{R_T}{R_N} \quad (2.21)$$

เมื่อ IN คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานใดๆ

IT คือ ค่ากระแสไฟฟ้ารวมทั้งวงจร

RN คือ ค่าความต้านทานแต่ละตัวที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

RT คือ ค่าความต้านทานรวมทั้งวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การออกแบบวงจร

ต้องการเครื่องมือทดสอบการใช้งานของขดลวดที่กระจกหน้ารถ ซึ่งวงจรที่จะใช้ต้องจ่าย และตัดกระแสไฟตามเวลาช่วงระยะหนึ่งที่ตั้งไว้ได้ โดยใช้ความดันที่เหมาะสมกับชิ้นงาน และตรวจสอบค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปหลังผ่านการทดสอบ รวมถึงบันทึกค่าข้อมูลที่ได้ เพื่อนำสถิตินี้ไปใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขในการสั่งควบคุมคุณภาพ ตลอดจนการเคลมสินค้ากับบริษัทผู้ผลิตภายนอกอีกด้วย ทั้งยังต้องออกแบบให้สามามารถประยุกต์ใช้ตรวจสอบชิ้นงานอื่นๆ ได้ง่ายเช่นเดียวกัน

2.3 การคำนวณโหลด

เนื่องจากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผล จึงต้องทำการหาค่าคงที่ ซึ่งแปลงจากค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านได้ (Analog Read) ให้ได้เท่ากับค่าจริงที่จ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ และการออกแบบวงจร โดยในโครงงานนี้จะใช้ไฟจากแหล่งจ่าย 3.2 โวลต์ ในการจ่ายไฟให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ และค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านได้ (Analog Read) เท่ากับ 1022

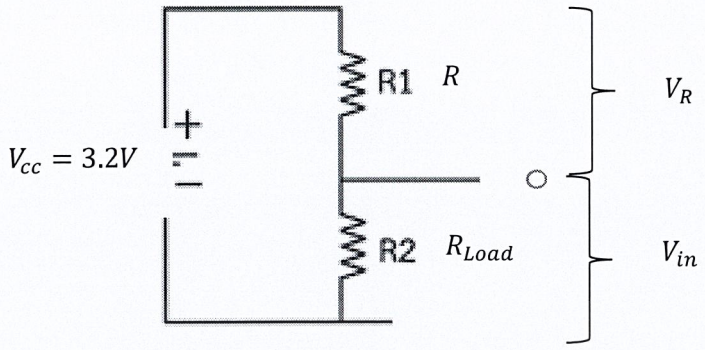
$$3.2V = 1022$$

$$1V = 319.375$$

$$3.1mV = 1$$

ได้ค่าคงที่ต่อ 1 โวลต์ = 319.375 และได้ค่า 1 Unit Step = 3.1 มิลลิโวลต์ โดยกำหนดให้ 1 Unit Step = 1 โอห์ม เนื่องจากต้องการให้ความละเอียดของการวัดเปลี่ยนแปลงทีละ 1 โอห์ม จึงได้ค่ากระแส (I) เพื่อนำมาหาความต้านทาน (R) ที่จะนำมาใช้หาค่าศักย์ไฟฟ้า ซึ่งใช้ในการคำนวณค่าโหลดที่ต้องการ โดยใช้หลักการวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

$$I = 3.1mA \tag{2.22}$$

$$V = IR \tag{2.23}$$

$$3.2V = (3.1mA)R \tag{2.24}$$

$$R = 1022\Omega$$

จากรูปที่ 2.3 สามารถสร้างเป็นสมการเพื่อหาค่า R_{Load} ได้ดังนี้

$$V_R = V_{CC} - V_{in} \tag{2.25}$$

$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{V_{CC} - V_{in}}{R} \tag{2.26}$$

$$I_R = I_{Load} = \frac{V_{CC} - V_{in}}{R} \tag{2.27}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V = IR$$

$$R_{Load} = \frac{V_{in}}{I_{Load}} \tag{2.28}$$

$$R_{Load} = \frac{V_{in}}{\frac{V_{CC} - V_{in}}{R}} \tag{2.29}$$

$$R_{Load} = \frac{V_{in}}{\frac{3.2 - V_{in}}{1022}} \tag{2.30}$$

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: Microcontroller มักย่อว่า μC, uC หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ไว้ในชิป โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาหน่วยประมวลผลกลาง (CPU), หน่วยความจำ พอร์ต วงจรอินพุต/เอาต์พุต ตัวจับเวลา ตัวนับ และอื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือระบบอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

2.4.1 ประเภทของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายชนิดจำแนกตามการผลิต และกระบวนการทำงานระบบการประมวลผลที่นิยมมีใช้ในปัจจุบัน เช่น

1. Arduino

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูป ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ของบริษัท Atmel Corporation ใช้ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานพื้นฐาน ที่เรียกว่า “บูทโหลดเดอร์” (Bootloader Firmware) สำหรับโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

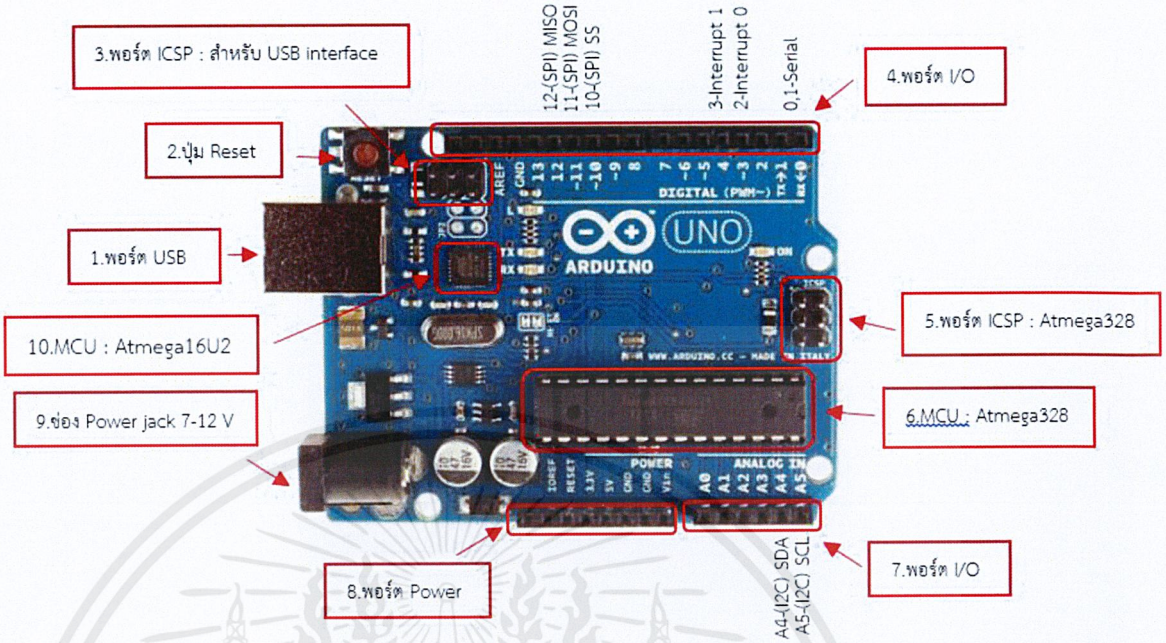
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อทำหน้าที่ติดต่อรีจิสเตอร์ และเป็นเครื่องโปรแกรม ทำให้การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้ง่าย จึงได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน มีการออกแบบไว้หลายรุ่นให้เลือกตามความต้องการของผู้ใช้ ที่นิยมนำมาใช้งานมากที่สุด คือ Arduino UNO

Arduino UNO ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega328 เป็นตัวประมวลผล มีขนาดกะทัดรัด และมีแผงวงจรหรือบอร์ดต่อพ่วงสำเร็จรูปที่เรียกว่า ชิลด์ (Shields or Arduino Shileds) ให้เลือกใช้งานหลายแบบตัวอย่างดังรูปที่ 2.7 โดยมีข้อมูลจำเพาะดังนี้

ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 โวลต์
พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM Output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40 มิลลิแอมป์
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50 มิลลิแอมป์
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32 KB พื้นที่โปรแกรม, 500B ใช้โดย Booloader
พื้นที่แรม	2 กิโลไบต์
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1 กิโลไบต์
ความถี่คริสตัล	16 เมกะเฮิรตซ์
ขนาด	68.6x53.4 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างบอร์ด Arduino UNO R3

จากรูปที่ 2.7

1. USB Port : ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2. Reset Button : เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

3. ICSP Port : เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกร Visual Comport บน Atmega16U2

4. I/OPort : Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0, 1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM

5. ICSP Port : Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. MCU : Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/OPort : นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0 - A5

8. Power Port : ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์, +5 โวลต์, GND, V_{in}

9. Power Jack : รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. MCU : เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

2. Raspberry Pi

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือใช้งานได้เสมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล์ หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้ ปัจจุบันมีด้วยกัน 2 โมเดลคือ โมเดล A และโมเดล B ซึ่งทั้ง 2 โมเดลมีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงบางส่วน โดยมีข้อมูลจำเพาะดังนี้

- ใช้ชิพ SoC Broadcom BCM2835 ซึ่งรวม CPU, GPU และ SDRAM ไว้ในตัวถังเดียวกัน

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 700 MHz ARM11 ARM1176JZF-S Core

- หน่วยประมวลผลภาพ (GPU) Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, OpenVG 1080p30 H.264 High-profile Encode/Decode

- หน่วยความจำ SDRAM 256 MB

- ขั้วต่อ USB 2.0 จำนวน 1 พอร์ต

- ขั้วต่อสัญญาณภาพทั้งแบบแจ็ค 3.5 มิลลิเมตร และ HDMI (เลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง)

- ขั้วต่อสัญญาณเสียงโดยใช้แจ็ค 3.5 มิลลิเมตร หรือผ่านทางขั้ว HDMI

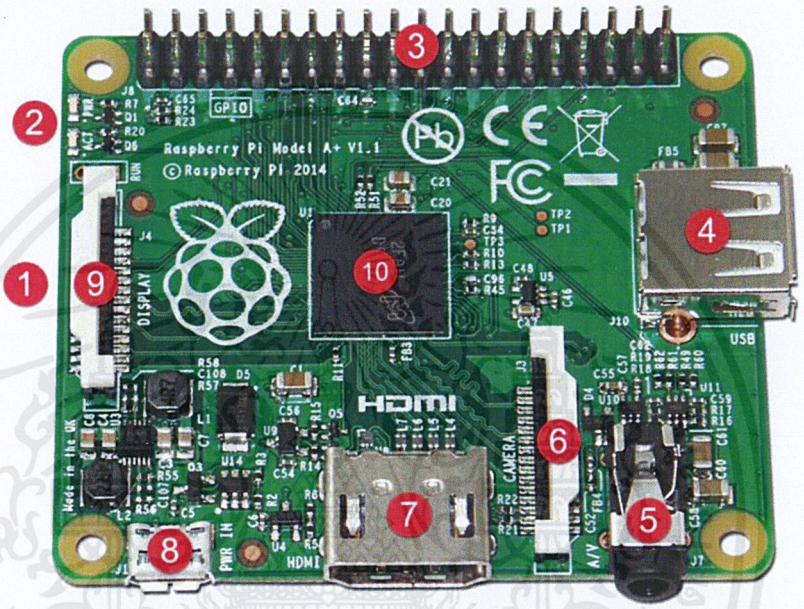
- คอนเน็คเตอร์สำหรับเชื่อมต่ออินพุตเอาต์พุต (GPIO), SPI, I^2C, I^2S และ UART (GPIO ต่างๆ ไม่สามารถรับแรงดันอินพุต 5 VDC ได้ สูงสุดแค่ 3.3 VDC เท่านั้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบปฏิบัติการของบอร์ดจะทำงานผ่าน MICRO SD CARD

- ใช้ไฟเลี้ยงบอร์ด 5 VDC กระแสอย่างน้อย 700 มิลลิแอมป์

- ขนาดของบอร์ด 65.0 x 56.0 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างบอร์ด Raspberry Pi Model A+

จากรูปที่ 2.8

1. คอนเน็คเตอร์ MICRO SD CARD ซึ่งจะติดตั้งอยู่ใต้บอร์ด

2. LED แสดงสถานะต่างๆ ของบอร์ด Raspberry Pi

3. คอนเน็คเตอร์สำหรับเชื่อมต่ออินพุตเอาต์พุต (GPIO), SPI, I²C, I²S และ UART โดยตำแหน่งขาต่างๆ

4. คอนเน็คเตอร์ USB 2.0 จำนวน 1 พอร์ต

5. คอนเน็คเตอร์ต่อสัญญาณเสียงและสัญญาณภาพโดยใช้แจ็ค 3.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คอนเน็คเตอร์ CSI สำหรับเชื่อมต่อกับโมดูลกล้อง

7. คอนเน็คเตอร์ HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง เพื่อเชื่อมต่อกับจอภาพที่มีขั้วแบบ HDMI เช่น โทรทัศน์ หรือจอมอนิเตอร์

8. คอนเน็คเตอร์ Micro USB สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้บอร์ด

9. คอนเน็คเตอร์ DSI สำหรับเชื่อมต่อกับจอภาพ

10. ชิพ SoC Broadcom BCM2835 ซึ่งรวม CPU, GPU และ SDRAM ไว้ในตัวถังเดียวกัน

3. Micro : Bit

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการศึกษาจากโครงการของ BBC โดยถูกออกแบบให้เขียนโค้ตและคอมไพล์ผ่านทางเว็บบราวเซอร์ สามารถใช้งานร่วมกับระบบอื่นๆ ได้หลายระบบ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ท มีเซนเซอร์พื้นฐาน รวมทั้งปุ่มกด และ LED แสดงผลติดตั้งมาให้ในตัว ง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งยังสามารถใช้ภาษาในการเขียนได้หลากหลาย โดยสามารถเขียนโปรแกรมทางเว็บไซต์ https://makecode.microbit.org และ https://python.microbit.org รวมถึงในแอพพลิเคชันบนมือถือได้เช่นกัน โดยบอร์ด Micro : Bit มีข้อมูลจำเพาะดังนี้

- LED 5*5 สำหรับแสดงผลหลอด LED และสามารถกำหนดระดับความเข้มหลอด LED เหล่านั้นได้

- ปุ่ม A และ B ที่สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้

- I/O Pin ใช้ในการเชื่อมต่อกับตัวตรวจจับ (Sensor) ภายนอก

- ตัวตรวจจับ (Sensor) วัดแสง (Light Sensor)

- ตัวตรวจจับ (Sensor) วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

- ตัวตรวจจับ (Sensor) วัดความเร่ง (Accelerometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวตรวจจับ (Sensor) วัดความแรงสนามแม่เหล็ก (Compass)

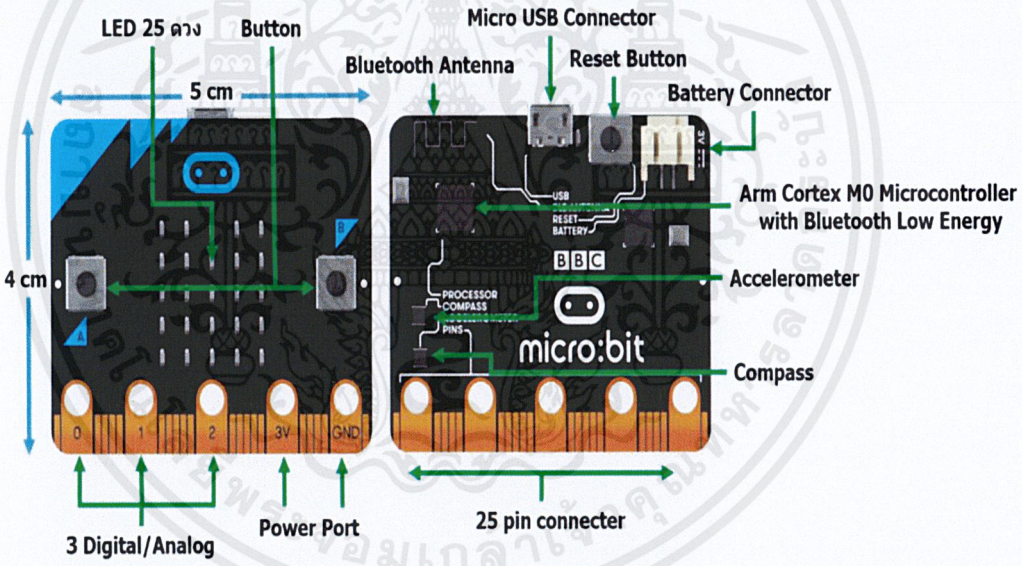
- คลื่นวิทยุ (Radio) สามารถเชื่อมต่อกับ Micro : Bit อื่นๆ ในการส่งข้อมูลระหว่างกันได้

- บลูทูธ (Bluetooth)

- พอร์ต Micro USB

- ปุ่ม Reset

- ช่องต่อไฟเลี้ยง 3 โวลต์



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างบอร์ด Micro : Bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.9 คอนเนคเตอร์ 25-pin บนขอบ PCB สองด้าน เป็นขาสัญญาณต่างๆ ดังนี้

- 3

- GND

- PWM จำนวน 2 หรือ 3 ขา แล้วแต่การกำหนดค่า

- GPIO จำนวน 6 ถึง 17 ขา แล้วแต่การกำหนดค่า

- Analog Input จำนวน 6 ขา

- Serial I/O

- SPI

- I2C

- ปุ่มกดสำหรับผู้ใช้งานโปรแกรมได้จำนวน 2 ปุ่ม

- ปุ่มรีเซ็ต 1 ปุ่ม

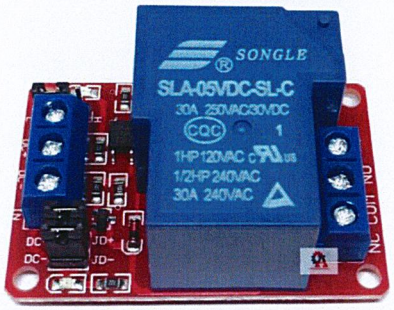
2.5 รีเลย์ (Relay)

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่างๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย โดยรีเลย์มีอยู่ 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน คือ

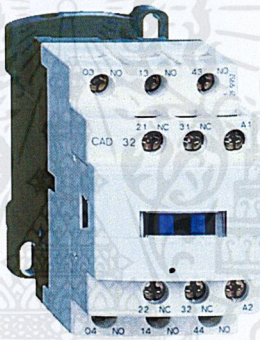
1. รีเลย์กำลัง (Power Relay) หรือ คอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา ดังรูปที่ 2.10

2. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่ายๆ ว่า "รีเลย์" ดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 รีเลย์กำลัง



รูปที่ 2.11 รีเลย์ควบคุม

2.5.1 ส่วนประกอบ แบ่งเป็นส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนของขดลวด (Coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ

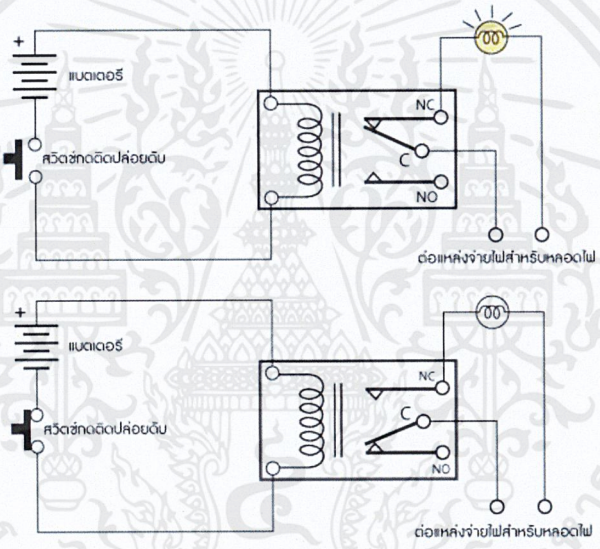
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก Normal Close หมายความว่าปกติปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

จุดต่อ NO ย่อมาจาก Normal Open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่น โคมไฟสนามหนือหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมากจาก Common คือ จุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.12 วงจรรีเลย์

2.5.2 ประเภทรีเลย์ ที่นิยมใช้และแพร่หลายมี 5 ชนิด ได้แก่

1 .อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay)

คือ รีเลย์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด บางครั้งเรียกรีเลย์แบบนี้ว่า รีเลย์ชนิดแคลปเปอร์ (Clapper Relay) ได้แก่

- Timer Relay (ไทม์เมอร์รีเลย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

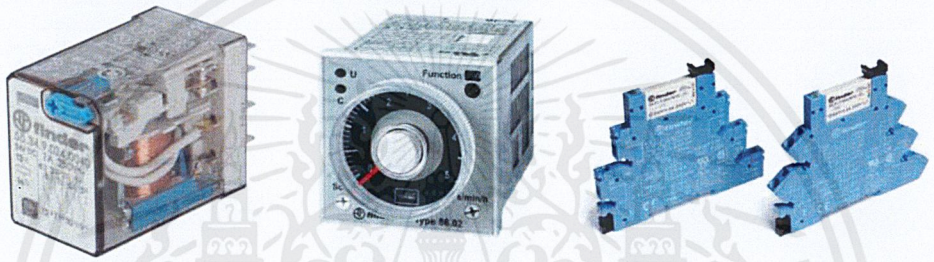
- General Relay (เจนเนอรัล รีเลย์)

2. รีเลย์ทั่วไป

เป็นรีเลย์ประเภท Slim Electromechanical ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

- PCB Relay

- Protection Relay

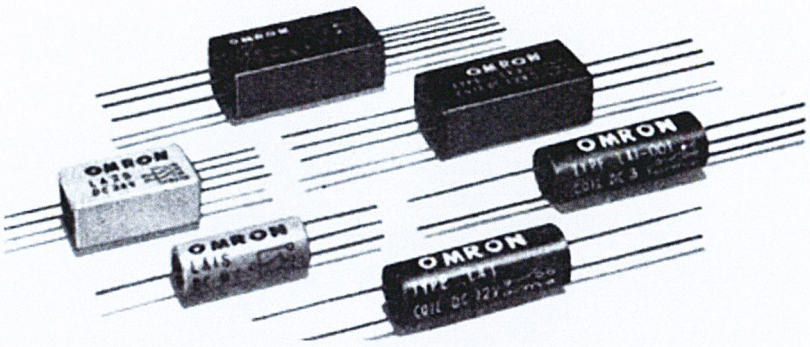


รูปที่ 2.13 รีเลย์ทั่วไป หรือรีเลย์ประเภท Slim Electromechanica

3. รีดรีเลย์ (Reed Relay)

เป็นรีเลย์ไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นแคปซูลขนาดเล็ก ในรูปแสดงภาพตัดขวางของรีเลย์ที่ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า รีดแคปซูล ซึ่งมีคอยล์พันบนแกนบ๊อบบิ้น รีดแคปซูลจะเป็นหลอดแก้ว ภายในบรรจุก๊าซเฉื่อย หน้าสัมผัสเป็นโลหะผสมแผ่นบางๆ ปลายตัด 2 แผ่น วางซ้อนแต่ไม่สัมผัสกัน เป็นสวิตช์ชุดเดียวทางเดียวหน้าสัมผัสปกติเปิดวงจร (SPST-NO) ดังรูปที่ 2.14

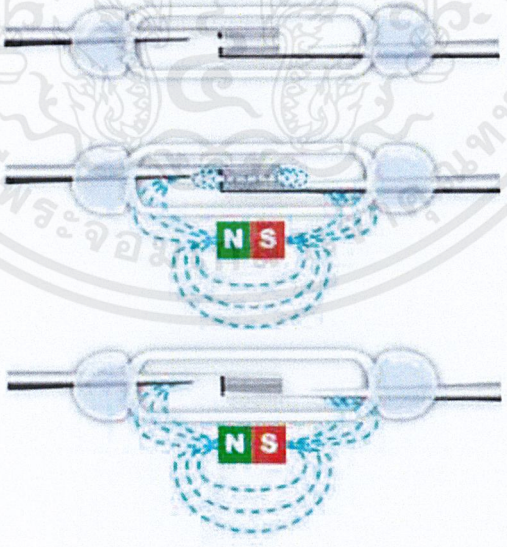
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 รีดรีเลย์ (Reed Relay)

4. รีดสวิตช์ (Reed Switch)

แม็กเนติกเซนเซอร์ที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้ว จะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO) สวิตช์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเป็นแม่เหล็กถาวร หรือ แม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ โดยแผ่นหน้าสัมผัสจะทำมาจากสาร ที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (Ferromagnetic) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วเล็กๆ ที่มีการเติมก๊าซเฉื่อย เพื่อทำให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2.15

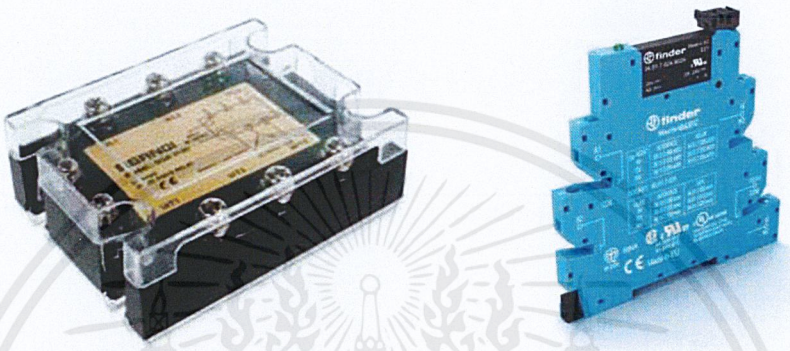


รูปที่ 2.15 รีดสวิตช์ (Reed Switch) และการทำงานของรีดสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay)

เป็นรีเลย์ที่ไม่มีโครงสร้างทางกลอยู่ภายใน มีขั้วต่ออย่างละ 2 ขั้ว ขั้วอินพุต โดยเป็นขั้วสำหรับป้อนสัญญาณควบคุม เพื่อบังคับให้ขั้วเอาต์พุตปิดหรือ เปิดวงจร โดยจะมีการแยกกันทางไฟฟ้าระหว่างขั้วอินพุตและเอาต์พุต ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงานเครื่องทดสอบการใช้งานของขดลวดบนกระจกหน้า (Front Wind Screen Heater Test Equipment) ได้เริ่มดำเนินการทำโครงงานตั้งแต่ศึกษาการทำงาน การออกแบบโครงสร้างและวงจรไฟฟ้า การทำงานของระบบปัญหาที่เกิดขึ้นและขั้นตอนที่ใช้ในการตรวจสอบ ซึ่งพบว่ามีความบกพร่องเกิดขึ้นจากวิธีการทดสอบที่ไม่รัดกุมจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน จึงทำวงจรทดสอบเพื่อดูผลในขั้นแรกและใช้งานในระหว่างพัฒนาไปก่อน และปรับปรุงวงจรให้ใช้งานได้ง่ายและคลอบคลุมมากขึ้นในภายหลังรวมถึงประยุกต์ใช้ได้กับชิ้นส่วนอื่นๆ ได้เช่นกัน

3.1 วางแผนการดำเนินงาน

การดำเนินการจัดทำโครงงานต้องมีการวางแผนการดำเนินงานให้เป็นขั้นตอน และจัดสรรเวลาของแต่ละกระบวนการเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้เป็นระบบ ตรงต่อเวลาและจะให้ความสนใจกันชิ้นงานขดลวดซึ่งติดอยู่บนกระจกหน้าของรถยนต์รุ่น BMW X5 China Model โดยแผนงานที่ได้วางไว้เป็นช่วงเวลาดำเนินโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ในระหว่างวันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 แสดงแผนการดำเนินงานดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 Transfer Bar Machine Timeline

บทที่	วิธีการดำเนินงาน	เวลา															
		สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษาโครงการที่ได้รับมอบหมาย กำหนดหัวข้อ วัตถุประสงค์และขอบเขตของการดำเนินงาน																
2	ศึกษาปัญหาการทำงานที่เกิดขึ้น																
3	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหา																
3	สร้างวงจรทดลองและเก็บข้อมูล																
4	สร้างวงจรจริง พัฒนาระบบอัตโนมัติและระบบเก็บข้อมูล																
5	เปรียบเทียบผลก่อนและหลังพัฒนา																
6	สรุปผลการดำเนินงาน และเขียนรายงาน																

3.2 การศึกษาโครงสร้างของสายการผลิตและการทำงานของชิ้นงาน

การออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบนั้นต้องทราบว่าชิ้นส่วน ที่กำลังจะออกแบบนั้นมีการทำงานอย่างไร และมีค่าตัวแปรจำเพาะหรือข้อจำกัดอะไรบ้าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจสอบที่กำลังจะออกแบบต่อไป ซึ่งก็คือ การออกแบบวงจรไฟฟ้า และการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ศึกษาโครงสร้างของสายการผลิต

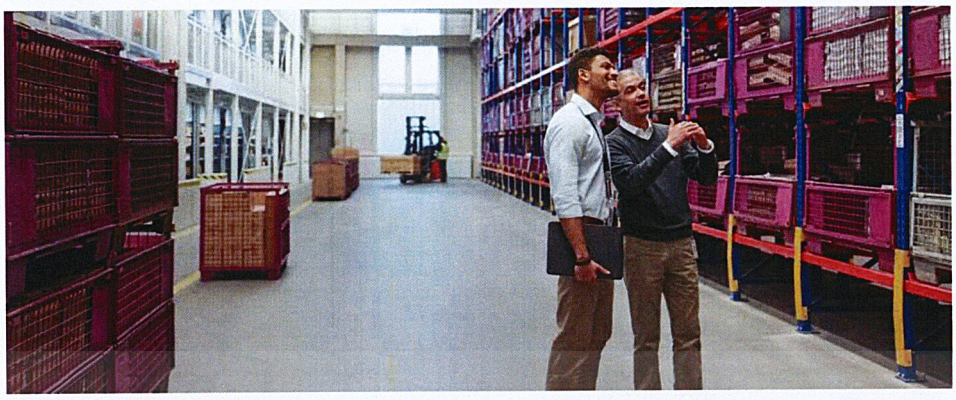
การดำเนินการในโครงงานอุปกรณ์ทดสอบชิ้นงานนี้ เป็นการดำเนินการออกแบบเพื่อสร้างอุปกรณ์มาทดแทนกระบวนการเดิมที่มีอยู่เดิม จึงต้องทำการศึกษาโครงสร้างสายการผลิต และหลักการทำงาน เพื่อทำให้ทราบว่าแต่ละสถานีงานมีหน้าที่คร่าวๆ ในการทำงานอย่างไร รวมถึงความสำคัญในการคัดกรองชิ้นงานที่มีความผิดพลาดออกจากสายการผลิต ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญในการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และประหยัดเวลาในการแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้น

สำหรับขั้นตอนสายการผลิตจะแบ่งได้คร่าวๆ เป็น 6 ส่วน ดังนี้

1. คัดแยกและจัดส่งชิ้นงานไปยังสถานีต่างๆ (Logistic Part) คือ ส่วนที่ทำงานในการรับชิ้นงานที่มาจากบริษัทผู้ผลิตภายนอกและจัดเตรียมชิ้นงานสำหรับแต่ละสถานีเพื่อเข้าสู่สายการผลิตต่อไป โดยจะมีการคัดแยกชิ้นงานที่ได้รับแจ้งจากบริษัทผู้ผลิตต้นทางออก รวมถึงตรวจสอบความเสียหายเบื้องต้นที่อาจมาจากการผลิตหรือการขนส่ง โดยมีการทำงานดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

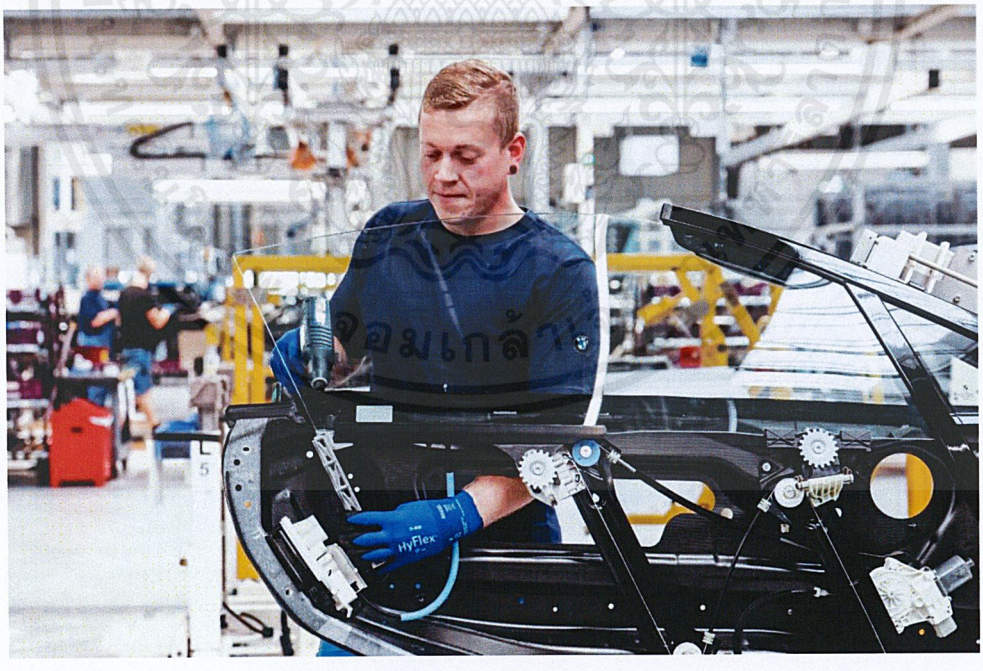
รูปที่ 3.1 การลำเลียงชิ้นงานสู่สายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การจัดเก็บชิ้นงานของทางฝ่ายโลจิสติกส์

2. สถานีประกอบชิ้นงานย่อย (Sub Trim Station) คือ ส่วนที่ประกอบชิ้นงานที่มีความละเอียดซับซ้อน และต้องใช้ความระมัดระวังสูงในการประกอบรวมกัน ก่อนส่งเข้าสู่สายการผลิต ดังรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4

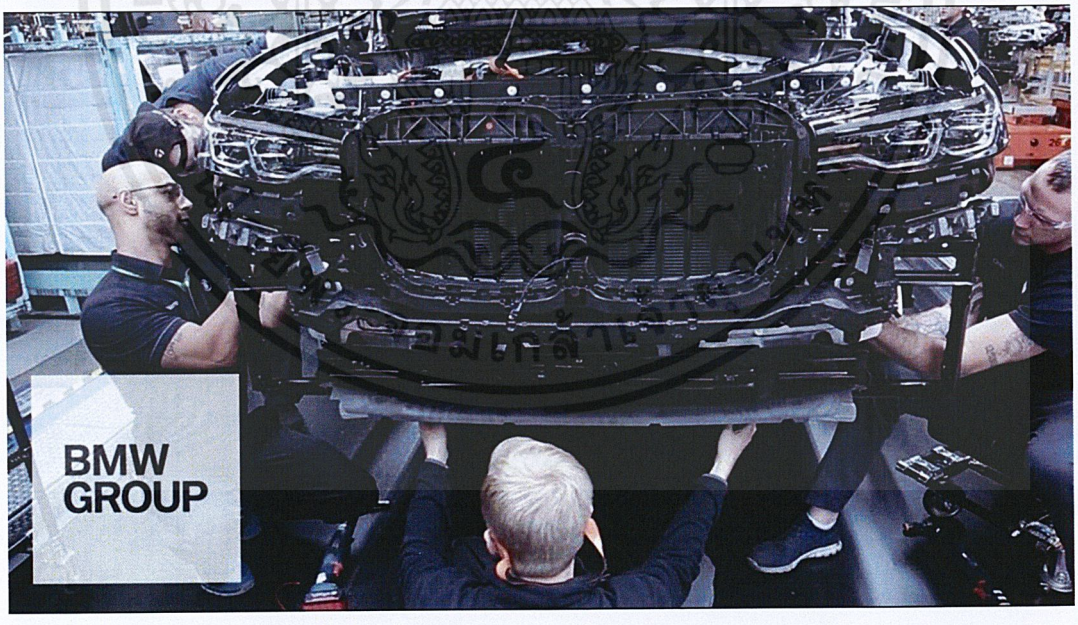


รูปที่ 3.3 การประกอบชิ้นงานที่มีความซับซ้อนในการประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 การเตรียมชิ้นงานที่มีความละเอียดสูง

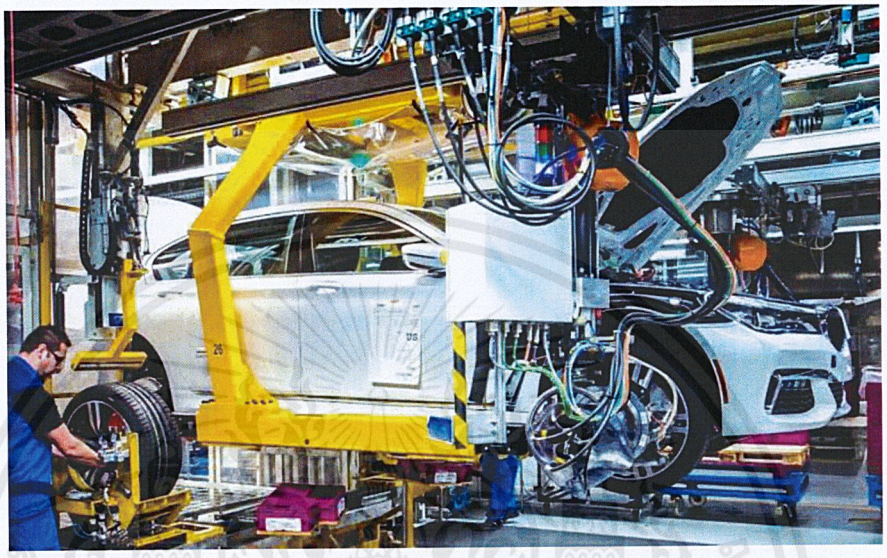
3. สถานีประกอบรถ (Trim Station) คือ สถานีที่ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าเป็นผลิตภัณฑ์รถยนต์ โดยสถานีนี้จะแบ่งเป็นหลายสถานีย่อย ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ภายในตัวถังรถยนต์ทั้งเครื่องยนต์และส่วนที่เป็นไฟฟ้าต่างๆ ดังรูปที่ 3.5



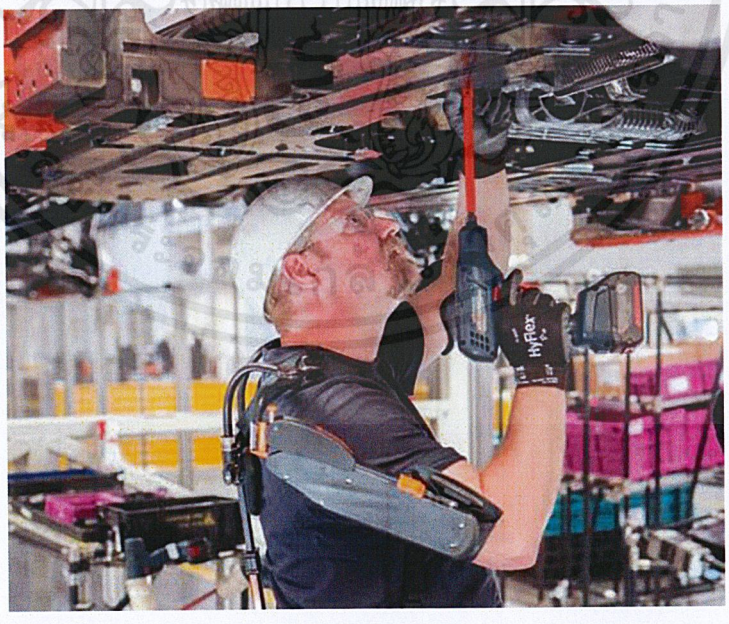
รูปที่ 3.5 การประกอบกระจังหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สถานีประกอบช่วงล่าง (Overhead Station) คือ สถานีที่ประกอบชิ้นส่วนใต้ถังรถทั้งส่วนเครื่องยนต์ และส่วนที่ปิดเพื่อป้องกันความเสียหายจากการกระแทก ดังรูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 การประกอบล้อ



รูปที่ 3.7 การทำงานของ Overhead Station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สถานีปรับตั้ง (Final Station) คือ สถานีที่ปรับตั้งส่วนต่างๆ ในรถให้เป็นไปตามค่ามาตรฐาน พร้อมใช้งาน รวมถึงการเติมน้ำมันและการติดตั้งโปรแกรมสำหรับส่วนต่างๆ ในรถ ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 การปรับศูนย์ถ่วงล้อ

6. สถานีทดสอบรถยนต์ (Road Test Station) คือ สถานีที่ทดสอบการทำงานของรถทุกฟังก์ชันการใช้งาน ซึ่งจะสามารถพบข้อบกพร่องทางการผลิตได้ที่สถานีนี้

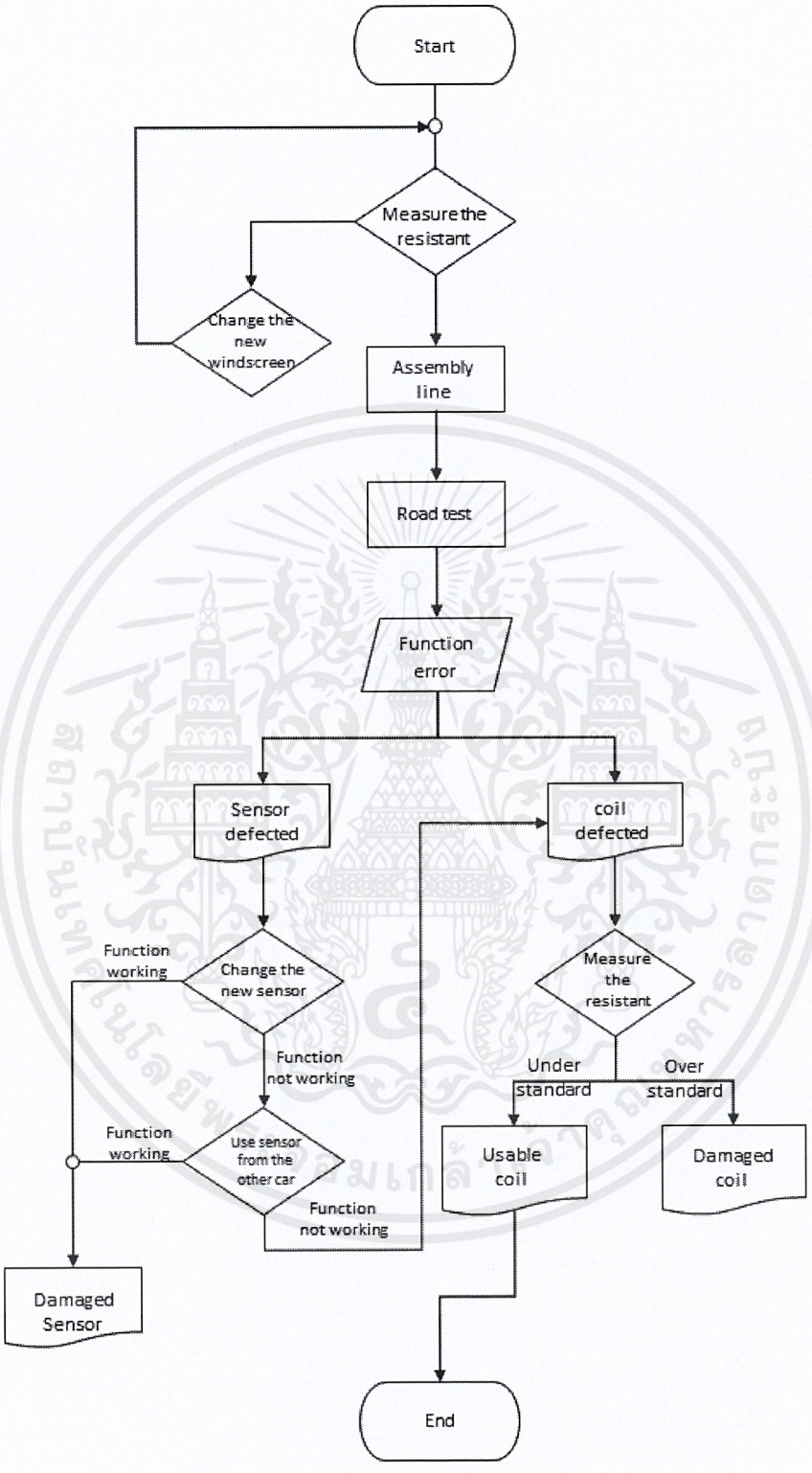
3.2.2 ศึกษาการวิธีการและอุปกรณ์ทดสอบตัวเดิม

จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตทำให้ทราบว่า อาจจะพบปัญหาจากการผลิตได้ในระหว่างการผลิต แต่ปัญหาส่วนใหญ่จะพบได้จากการทดสอบรถซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยในโครงงานนี้สนใจชิ้นส่วนขดลวดบนกระจกหน้ารถ ซึ่งทำงานร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับภาพหน้ารถยนต์ที่เป็นหนึ่งในฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญของตัวผลิตภัณฑ์ เนื่องจากขดลวดบนกระจกนี้เป็นชิ้นส่วนที่ไม่พบความบกพร่องทางการผลิตบ่อยและไม่พบข้อบกพร่อง หลังการตรวจสอบก่อนประกอบก็เมื่อตรวจพบปัญหาสิ่งแรกที่จะพิจารณาคือ เซนเซอร์ตรวจจับภาพหน้ารถยนต์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีความซับซ้อนภายในชิ้นงานจึงนิยมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนชิ้นใหม่มาทดสอบ หรือนำตัวที่ติดตั้งบนรถยนต์คันอื่นมาทดสอบ จนทราบว่าปัญหานี้เกิดจากขดลวดเสื่อมสคุณภาพหลังผ่านการใช้งานทำให้เสียเวลาในการแก้ปัญหา โดยวิธีการตรวจสอบยังไม่มีความครอบคลุมในการวัดค่าเพื่อพอจึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้แม้จะมีการตรวจกระจกทุกบานก่อนประกอบ และสามารถเขียน Flowchart ได้ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Flowchart ขั้นตอนประกอนชิ้นงาน

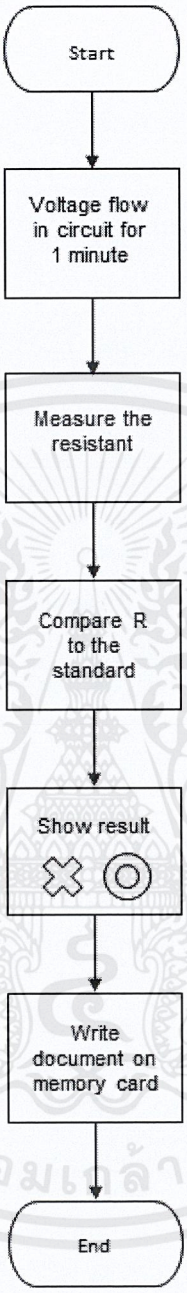
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนจาก Flowchart แสดงให้เห็นข้อขัดแย้งที่ว่า เมื่อทดสอบแล้วได้ผลว่าถ้าข้อบกพร่องไม่ได้เกิดจากเซนเซอร์ตรวจจับภาพหน้ารถยนต์ ปัญหาต้องเกิดจากขดลวดมีค่าความต้านทานไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งได้มีการตรวจสอบก่อนประกอบแล้วว่าสามารถใช้งานได้ก่อนการประกอบ จึงสรุปได้ว่าปัญหาการเสื่อมสภาพของขดลวดหลังผ่านการใช้งาน โดยอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบไม่สามารถตรวจค่าได้คลอบคลุมเพียงพอ

3.3 การออกแบบการทำงาน

จากการเก็บข้อมูล พบว่าการเสื่อมสภาพความนำกระแสไฟฟ้าของขดลวด เกิดจากความบกพร่องทางการผลิต โดยไม่ได้เกิดจากขั้นตอนใดๆ ในการประกอบ และไม่สามารถแก้ไขได้ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบชิ้นงานที่มีปัญหาเพื่อคัดแยกออกจากสายการผลิต โดยขดลวดจะมีการเสื่อมสภาพเมื่อมีศักย์ไฟฟ้าไหลผ่าน และเกิดการทำปฏิกิริยาทางเคมีบนขดลวดจนทำให้ค่าความต้านทานสูงเกินกว่ามาตรฐาน กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านไปสู่เซนเซอร์ตรวจจับภาพหน้ารถยนต์ได้ สามารถเขียนขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

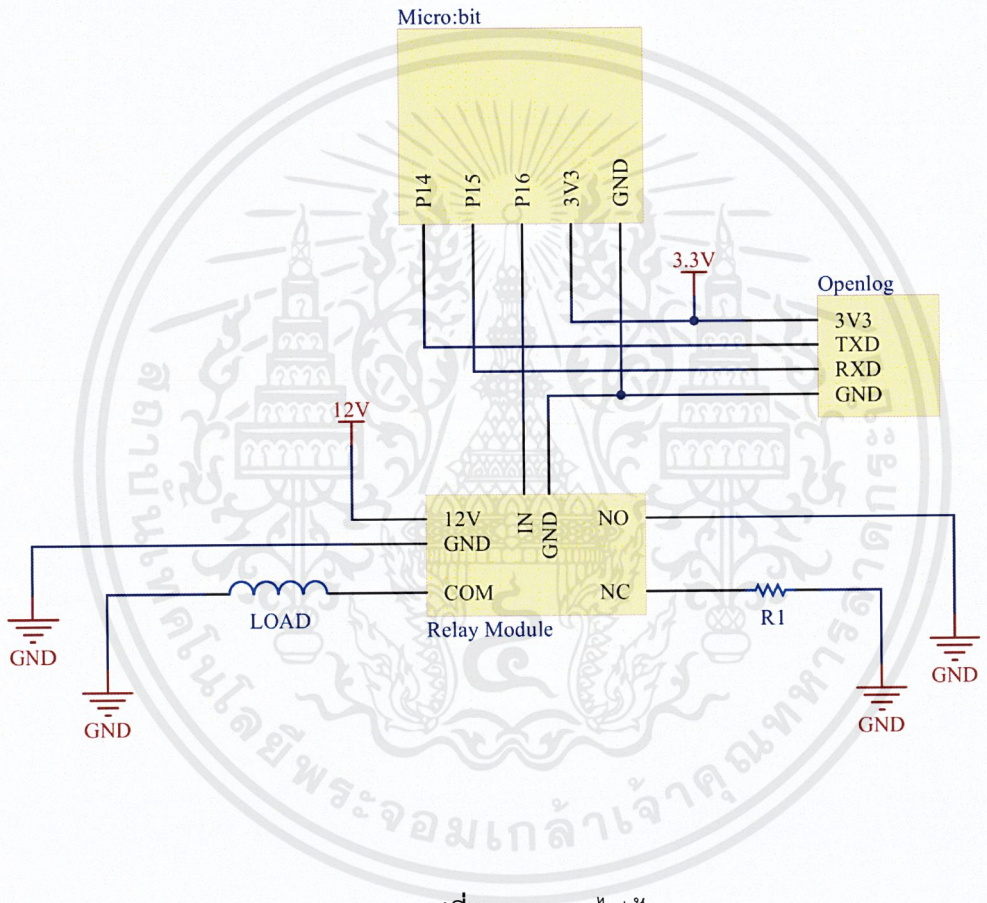


รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

จากขั้นตอนการทำงานที่วางไว้ อุปกรณ์ที่ใช้งานคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ รีเลย์ และบอร์ดเขียนข้อมูลการ์ด ซึ่งจะได้วงจรดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงจรไฟฟ้า

3.5 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

หลังจากที่รู้ถึงลำดับการทำงานของเครื่องจักรดังรูปที่ 3.10 แล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้มาเขียนเป็นโปรแกรมเพื่อทำการควบคุมการทำงาน โดยสามารถเขียนโปรแกรมได้ในเว็บไซต์ https://microbit.org/ ด้วย Javascript ได้เป็นโปรแกรมควบคุมดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
input.onButtonPressed(Button.A, function () {
    second = 60
    pins.digitalWritePin(DigitalPin.P16, 1)
    while (second >= 0) {
        whaleysans.showNumber(10)
        basic.pause(100)
        second += 0 - 1
    }
    pins.digitalWritePin(DigitalPin.P0, 0)
    reading = pins.analogReadPin(AnalogPin.P0)
    voltage = reading / 319.75
    R2 = voltage / ((3.2 - voltage) / 1000)
    row = "" + R2 + "," + voltage + "," + reading
    serial.writeLine("")
    if (R2 <= 16 && R2 >= 12) {
        basic.showIcon(IconNames.Yes)
    } else {
        basic.showIcon(IconNames.No)
    }
})
let row = ""
let R2 = 0
let voltage = 0
let reading = 0
let second = 0
serial.redirect(
    SerialPin.P15,
    SerialPin.P14,
    BaudRate.BaudRate115200
)
let header = "R2" + "," + "V" + "," + "Analog"
serial.writeLine(header)
```

รูปที่ 3.12 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจสอบการทำงานของขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

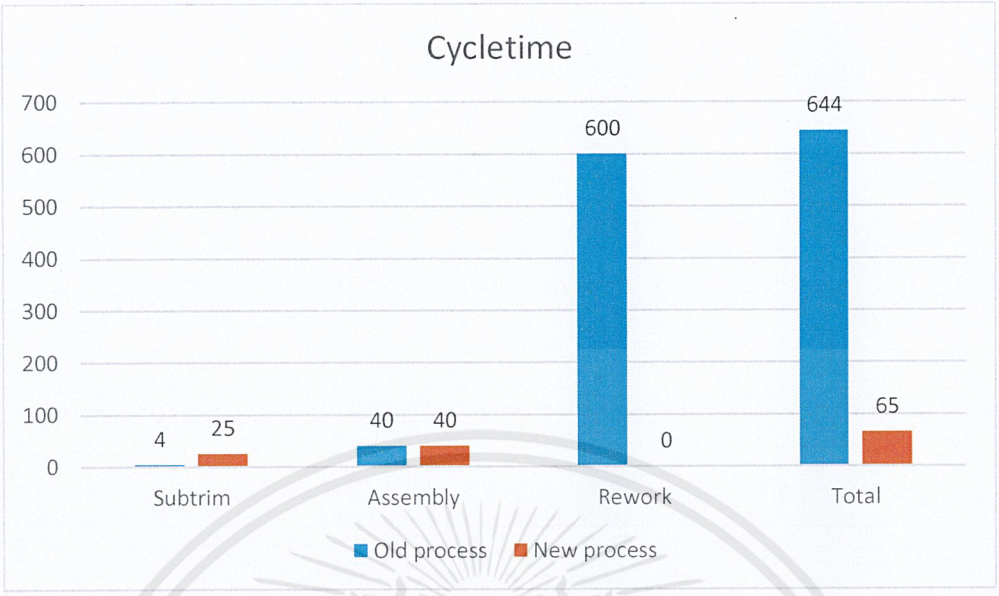
บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงงาน

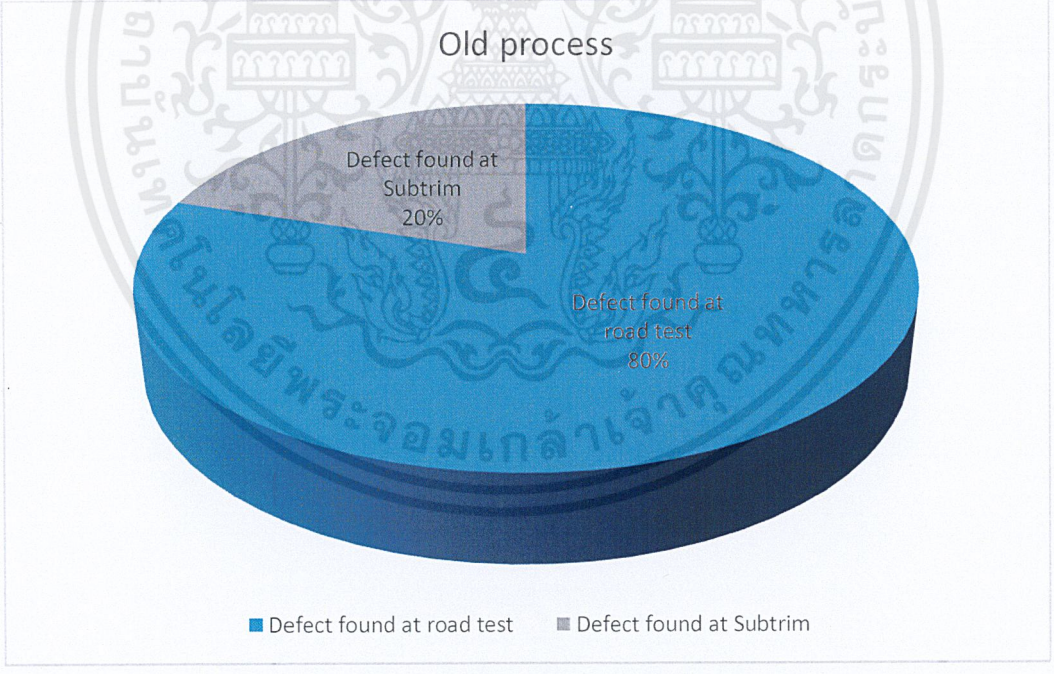
4.1 ผลการดำเนินโครงงาน

สำหรับผลการดำเนินงานจากการใช้งานอุปกรณ์เครื่องทดสอบการใช้งานขดลวดบนกระจกหน้าที่ออกแบบไว้ ในช่วงแรกสามารถตรวจสอบค่าได้อย่างแม่นยำและครอบคลุม แต่ยังเกิดความผิดพลาดพบขดลวดที่เสื่อมสภาพหลังการใช้งาน เนื่องจากเลือกใช้ค่าศักย์ไฟฟ้าที่ต่ำที่สุดจากช่วงศักย์ไฟฟ้าที่อุปกรณ์สามารถรองรับได้ หลังจากปรับมาใช้ค่าศักย์ไฟฟ้าสูงสุดที่อุปกรณ์สามารถรับได้ ไม่พบปัญหาในการตรวจสอบและไม่พบรถยนต์ที่มีฟังก์ชันการทำงานของชิ้นงานนี้ผิดพลาดหลังประกอบอีก ซึ่งสามารถทดแทนวิธีการตรวจสอบแบบเดิมที่ไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ต้องมีการแก้ไขงานภายหลังการประกอบหลายครั้ง และแม้จะเวลาในการตรวจสอบมากขึ้นกว่าเดิม แต่ไม่มีผลกระทบต่อเวลาในการผลิต เนื่องจากหลังจากเริ่มทำงานต้องใช้เวลาสักพักในการทำงาน โดยที่สามารถทำงานอื่นได้ขณะโปรแกรมทำงาน จึงลดเวลาในการในการผลิตรถยนต์ใน 1 ล็อตให้ใช้เวลาน้อยลง ดังรูปที่ 4.1 และตรวจพบจำนวนชิ้นงานที่เสียหายมากขึ้นก่อนการประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 เทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

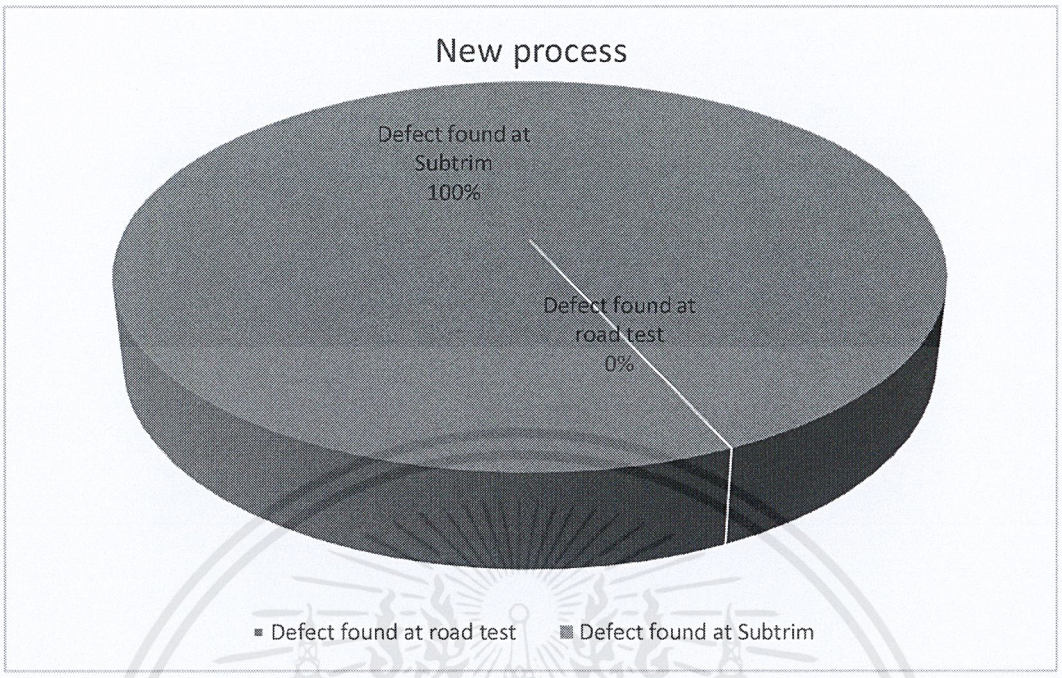


รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานในหน่วยนาที



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงจำนวนปัญหาชิ้นงานที่พบจากการใช้วิธีการตรวจสอบแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงจำนวนปัญหาชิ้นงานที่พบจากการใช้วิธีการตรวจสอบแบบใหม่ โดยใช้เครื่องทดสอบการใช้งานขดลวดบนกระจกหน้าที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

โครงงานฉบับนี้ได้นำเสนอการประดิษฐ์เครื่องทดสอบการใช้งานของขดลวดบนกระจกหน้า (Fabrication of Front Wind Screen Heater Test Equipment) ที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานของขดลวดบนกระจกหน้ารถก่อนนำมาประกอบ เพื่อแก้ปัญหาฟังก์ชันการทำงานผิดพลาดที่เกิดขึ้น และการสูญเสียเวลาจากการแก้งานโดยการเปลี่ยนกระจกบานใหม่ ซึ่งวิธีการทดสอบแบบใหม่โดยใช้อุปกรณ์นี้สามารถนำมาใช้แทนวิธีเดิมได้ และแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องแก้งานซ้ำ และใช้เวลาในขั้นตอนประกอบเร็วขึ้นเนื่องจากไม่ต้องแก้งานซึ่งใช้เวลาในขั้นตอนนี้นานที่สุด

จากการทำโครงงานการประดิษฐ์เครื่องทดสอบการใช้งานของขดลวดบนกระจกหน้า (Fabrication of Front Wind Screen Heater Test Equipment) แม้อุปกรณ์นี้จะได้รับการใช้งานเฉพาะในช่วงเวลาที่พบปัญหา แต่ก็สามารถปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ในโปรแกรมเพื่อใช้กับชิ้นงานทางไฟฟ้าอื่นๆ ได้อีกหลายชิ้น และยังสามารถเก็บข้อมูลการทดสอบเป็นสถิติ ส่งต่อไปยังบริษัทผู้ผลิตชิ้นงานนั้นๆ ตรวจสอบแก้ไขและพัฒนาคุณภาพ และกระบวนการผลิตให้มีมาตรฐานที่ดีขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า** (Voltage Divider Circuit) :

http://www.tatc.ac.th/files/110528099420636_11062312120245.pdf

[2] **วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า** (Current Divider Circuit) :

http://ice04electric.blogspot.com/2018/04/blog-post_26.html

[3] **สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า**:

http://www.tutor59.com/31042005/ALTUnit11/1102Unit11-1.pdf

[4] **ไมโครคอนโทรลเลอร์** (Microcontroller) **:**

https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/getting-started-with-the-microbit.html

http://www.ayuttech.ac.th/2017/images/pdf/boonkoed/microcontroller_9.pdf

http://www.robotsiam.com/article/1/%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C-arduino

https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/raspberry-pi-programming-with-qt-ch1.html

https://www.ett.co.th/prod2015/%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%94%20Raspberry%20Pi%20A+.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

https://www.scimath.org/article-technology/item/8667-micro-bit

[5] **รีเลย์** (Relay) :

https://www.factomart.com/th/factomartblog/type-of-relay/

http://www.psptech.co.th/%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B9%8Crelay%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-15696.page

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล นางสาวแพรวรุ่ง วิเชียร

วัน เดือน ปีเกิด 5 กันยายน พุทธศักราช 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 305 ม.2 ม.แฮปปี้เพลสพาร์ค ถ.เจ้าคุณทหาร
คลองสามประเวศ ลาดกระบัง กทม. 10520

เบอร์โทรศัพท์ 061-978-5581

E-mail praewrung.vichian@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2547-2552	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา จาก โรงเรียนโสมาภานุสรณ์
พุทธศักราช 2556-2558	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลายจาก โรงเรียนสารสาสน์วิเทศร่มเกล้า
พุทธศักราช 2559-2563	ศึกษาระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการฝึกงาน

พุทธศักราช 2562	ฝึกงานและเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้