

การกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิตบนแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเครื่องเป่าลม

DUST REMOVAL AND STATIC ELECTRICITY ON PRINT CIRCUIT
BOARD BY AIR BLOWER

ชาคริต	วันเสื่อ
ชานนท์	ทองคำ
ทรงชัย	เต็งรัง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิตบนแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเครื่องเป่าลม

DUST REMOVAL AND STATIC ELECTRICITY ON PRINT CIRCUIT
BOARD BY AIR BLOWER

ชาคริต วันเสื่อ

ชานนท์ ทองนำ

ทรงชัย เต็งรัมย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

DUST REMOVAL AND STATIC ELECTRICITY ON PRINT CIRCUIT
BOARD BY AIR BLOWER

CHAKIT WANSUA

CHANNON THONGNAM

SONGCHHAI TENGRUNG

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิตบนแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเครื่องเป่าลม

DUST REMOVAL AND STATIC ELECTRICITY ON PRINT CIRCUIT BOARD

BY AIR BLOOWER

ผู้จัดทำ	นายชาคริต	วันเสื่อ	57010310
	นายชานนท์	ทองนำ	57010317
	นายทรงชัย	เต็งรัง	57010500

.....*ดร. นพดล มณีรัตน์*.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์)

การกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิตบนแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเครื่องเป่าลม

โดย

นายชาคริต วันเสื่อ 57010310

นายชานนท์ ทองนำ 57010317

นายทรงชัย เต็งรัง 57010500

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ประดิษฐ์เครื่องกำจัดไฟฟ้าสถิตและฝุ่นบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไฟฟ้าสถิตสามารถทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวของอุปกรณ์เอง โดยไฟฟ้าสถิตอาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตหรือเกิดจากการนำของฝุ่นและสิ่งสกปรก เครื่องกำจัดไฟฟ้าสถิตสามารถช่วยสนับสนุนในระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อลดความเสียหายและค่าใช้จ่ายเมื่ออุปกรณ์เกิดความเสียหาย ทั้งยังคัดกรองคุณภาพของชิ้นส่วนอีกด้วย ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสภาพแวดล้อมที่อับชื้น กระบวนการตัดแผ่น PCB และกระบวนการประกอบชิ้นส่วนย่อมทำให้เกิดฝุ่นและการเสียดสี โดยฝุ่นนั้นเป็นตัวนำไฟฟ้าสถิตและยังสามารถติดอยู่ตามรอยเชื่อมต่างๆภายในวงจร อาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้ ในสภาพแวดล้อมที่อับชื้นและอากาศไม่ถ่ายเท ไอออนที่มีประจุก็จะกระจุกตัวอยู่บริเวณชิ้นส่วนอุปกรณ์ หลักการทำงานของเครื่องกำจัดไฟฟ้าสถิตก็คือ สร้างไอออนโดยมาจากกระบวนการไอออนไนเซชันของอากาศให้แตกตัวเป็นไอออนเพื่อสลายไฟฟ้าสถิตให้ประจุเป็นกลาง และยังทำความสะอาดชิ้นส่วนโดยใช้เครื่องเป่าลม

DUST REMOVAL AND STATIC ELECTRICITY ON PRINT CIRCUIT BOARD BY AIR BLOWER

By

Mr. Chakit Wansua 57010310

Mr. Chanon Thongnam 57010317

Mr. Songchai Tengrung 57010500

Advisor

Asst.Prof.Dr. Noppadol Maneerat

Academic Year 2017

ABSTRACT

This thesis has devised an electrostatic discharge and dust on electronics devices. Electrostatic discharge can cause damage inside device. Electrostatic discharge may occur at the manufacturing stage or from the introduction of dust and dirt. Static Eliminator can assist during the production process. For reduce the damage and expense when the device is damaged. They also screen quality of parts as well. In industrial environments with damp conditions. PCB cutting and assembly processes result in dust and abrasion. Dust is an electrostatic conductor and can be attached to any wiring in the circuit. May cause damage to the device. In a damp and unfavorable environment. The charged ions are concentrated on the equipment. The principle of static elimination is Formation of ions by ionization of the air breaks down into ions to disrupt electrostatic discharge. And also clean the parts using a blower.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากการที่ข้าพเจ้าและคณะผู้จัดทำได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางและช่วยแก้ไขปัญหาลดจนให้ความรู้ ประสบการณ์ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างมากต่อผลของความสำเร็จวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ผู้เขียนอยากได้แสดงออกถึงการขอบคุณต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อย่างสุดซึ้งสำหรับคำแนะนำแนวทางในการศึกษาเพื่อให้งานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้มีการพัฒนาไปในทิศทางที่ถูกต้อง และสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ของการศึกษาในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี

สำหรับคุณงานความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ข้าพเจ้าและคณะผู้จัดทำการวิจัยในครั้งนี้ ขอชื่นชมอย่างจริงใจกับภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสำหรับการเอื้อเฟื้อ การสนับสนุนตลอดทั้งอุปกรณ์และคำปรึกษาต่างๆ ถ้าข้าพเจ้าและคณะผู้จัดทำไม่ได้รับการอนุเคราะห์ดังกล่าวมา การศึกษาในครั้งนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

คณะผู้จัดทำ

นายชาคริต วันเสื่อ

นายชานนท์ ทองน้ำ

นายทรงชัย เต็งรัง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	V
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3 ขอบเขตของโครงการ	3
1.4 องค์ประกอบของโครงการ	4
1.5 ประโยชน์ของโครงการ	4
1.6 ขั้นตอนของการศึกษาวิจัย	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 บทนำ	6
2.2 Electrostatic Discharge	6
2.3 Ionizer	8
2.3.1 ประเภทของไอออนไนเซอร์	9
2.4 การไหลภายในท่อ	11
2.5 Programmable Logic Control : PLC	14
2.5.1 ทำไมถึงเลือกใช้ PLC	14
2.5.2 การทำงานของ PLC	15
2.5.3 โครงสร้างของ PLC	15
2.5.4 Ladder Diagram	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างเครื่อง	20
3.1 การวางแผนการดำเนินงานในการสร้างเครื่อง	20
3.2 การออกแบบเครื่องด้วยโปรแกรม SolidWorks	22
3.3 การออกแบบระบบไฟฟ้าและ Wiring Diagram	26
3.3.1 Wiring Diagram	26
3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้า	28
3.4 การประกอบเครื่อง	33
3.4.1 กล่องวงจรไอออนไนเซอร์และเซนเซอร์	34
3.4.2 เครื่องเป่าลม Air Blower	35
3.5 วงจรไอออนไนเซอร์	36
3.6 การออกแบบระบบควบคุม	38
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	43
4.1 การทดลองการกำจัดฝุ่น	43
4.2 การทดลองการกำจัดไฟฟ้าสถิต	45
4.3 ผลการทดลอง	48
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	49
5.1 สรุปผลการทดลอง	49
5.2 ปัญหาที่พบและวิธีแก้ไข	49
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการศึกษาต่อ	49
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก	52
ประวัติผู้เขียน	58

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 วงจรภายในโทรศัพท์ในอดีตและปัจจุบัน	1
1.2 ความเสียหายจากไฟฟ้าสถิตบน Print Circuit Board	2
2.1 การเกิด Triboelectric Charge	6
2.2 ความเสียหายที่เกิดจากประจุไฟฟ้า	7
2.3 การทำงานของเครื่อง Ionizer	9
2.4 วงจร AC Ionizer	9
2.5 วงจร DC Ionizer	10
2.6 การไหลแบบ Laminar Flow และ Turbulent Flow	13
2.7 PLC รุ่นต่างๆ ที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรม	14
2.8 โครงสร้างการทำงานของ PLC	16
2.9 รูปแบบวงจรแลตเตอร์ทางไฟฟ้าอย่างง่าย	17
3.1 แผนการทำงานทั้ง 3 ส่วน	21
3.2 โปรแกรม SolidWorks	22
3.3 ข้อต่อของโครงสร้างที่ออกแบบโดยโปรแกรม SolidWorks	23
3.4 โครงสร้างจากท่อ PVC	23
3.5 โครงสร้างภายในพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าพอสังเขป	24
3.6 โครงสร้างจำลองของมอเตอร์แบบกันหอย	24
3.7 ตัวเครื่องโดยรวมที่ออกแบบโดยโปรแกรม SolidWorks	25
3.8 แผ่นกันด้านข้างและแผ่นกรองฝุ่นตามลำดับ	26
3.9 Wiring Diagram	27
3.10 Switching Power Supply	28
3.11 Terminal	29
3.12 Photoelectric Sensor	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.13 Programmable Logic Controller (PLC) Panasonic รุ่น FP0r-C32T	30
3.14 2/2 Pneumatic Valve	31
3.15 Relay	31
3.16 Blower 24VDC	32
3.17 Wire	32
3.18 Ionizer รุ่น DTY-ELK01	33
3.19 ตัวเครื่องที่เสด็จสมบูรณ์	34
3.20 กล่องวงจรไอออนไนเซอร์และเซนเซอร์	35
3.21 เครื่องเป่าลมกันห้อย เพื่อดูดฝุ่นออกจากระบบ	35
3.22 วงจรทวิแรงดัน Cockcroft Walton	36
3.23 แผนผังการทำงานของระบบ	39
3.24 FPWIN GR7s	40
3.25 เมื่อออกแบบ Ladder Diagram เรียบร้อยจะต้อง Upload to PLC	40
4.1 ขวดทดลองที่ติดสัญลักษณ์ไว้ด้านหลัง	43
4.2 เริ่มการทำการทดสอบโดยใช้ควันทูบแทนฝุ่นละออง	43
4.3 เปรียบเทียบความใสของขวดโหลทั้งสอง	44
4.4 เปรียบเทียบระหว่างขวดโหลที่ใส่วงจรไอออนไนเซอร์และขวดโหลเปล่า	44
4.5 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบและเม็ดโพลีเมอร์ในการทดสอบการดูด	45
4.6 กระบวนการถูบนชิ้นงานด้วยผ้าแห้งให้เกิดไฟฟ้าสถิตและนำไปดูดกับเม็ดโพลีเมอร์	45
4.7 เม็ดโพลีเมอร์ที่ดูดติดกับชิ้นงานด้วยไฟฟ้าสถิต	46
4.8 กระบวนการทำความสะอาดและกำจัดไฟฟ้าสถิตบนชิ้นงาน	47
4.9 ทดสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดและกำจัดไฟฟ้าสถิต	47

สารบัญตาราง

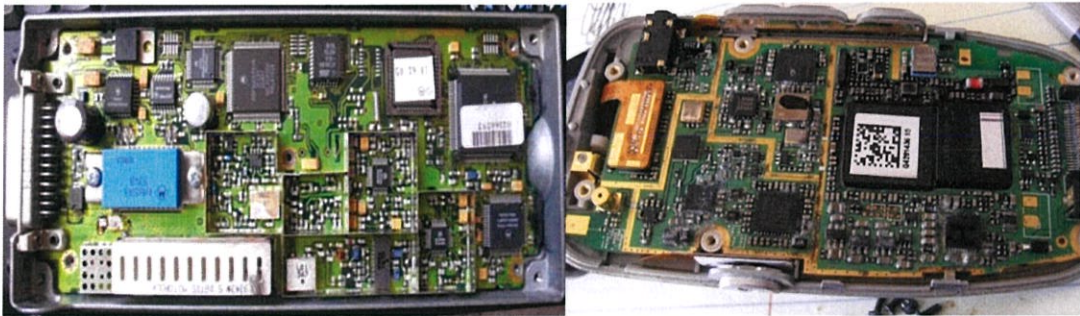
ตารางที่	หน้า
2.1 ความแตกต่างระหว่าง AC และ DC Ionizer	11
2.2 แสดงสัญลักษณ์และคำสั่งพื้นฐานของ Ladder Diagram	18
4.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องกับผู้ประกอบการอื่นๆ	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญญานิพนธ์

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีได้มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมากในทุกๆ ด้านทั้งในด้านชีวิตประจำวัน การศึกษา การทหาร และด้านอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตประจำวันในทุกๆด้านเช่นกัน ในด้านของชีวิตประจำวันอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบไปด้วยเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาให้ทันสมัยอยู่เสมอ เช่น โทรศัพท์จอบาน คอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน ต่างพัฒนาให้มีฟังก์ชันที่หลากหลายมากขึ้นอยู่เสมอ แต่ในด้านของรูปลักษณะภายนอกกลับทำให้เล็กและบางลงเช่นกัน ทำให้ตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในวงจรไฟฟ้าเหล่านี้มีลักษณะที่เล็กลงและบางมาก อุปกรณ์เหล่านี้จึงมีความไวและความทนต่อไฟฟ้าที่ลดต่ำลงเช่นกัน ลักษณะของวงจรไฟฟ้าในปัจจุบัน ดังรูปที่ 1.1



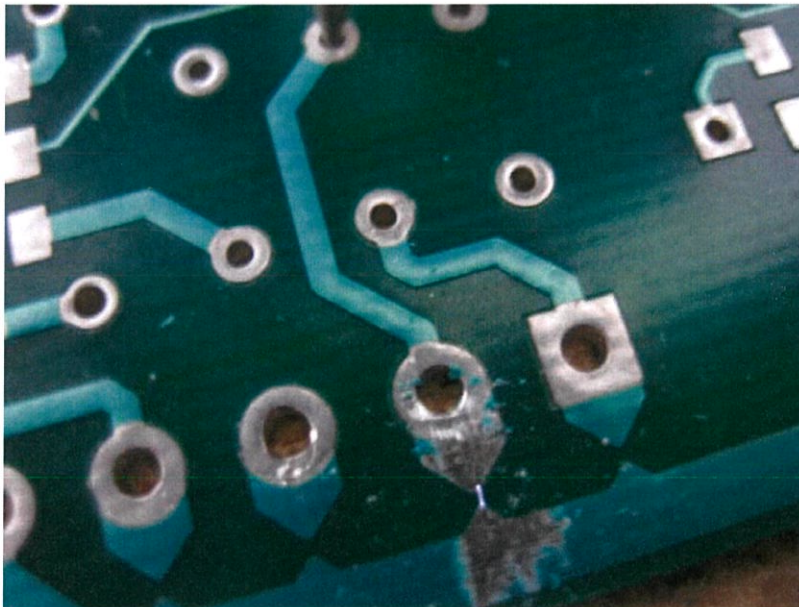
รูปที่ 1.1 วงจรภายในโทรศัพท์ในอดีตและปัจจุบัน

ในอุตสาหกรรมการผลิตเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มักเจอกับความเสียหายของชิ้นงานในระหว่างการผลิต ความเสียหายที่มักเกิดขึ้นบ่อยคือ ความเสียหายที่เกิดจากการถูกทำลายของอุปกรณ์ไฟฟ้า แผ่นวงจรไฟฟ้าหรือความสูญเสียคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนแผ่นวงจรไฟฟ้า เช่น ทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

สาเหตุของปัญหาเหล่านี้ส่วนหนึ่งมาจากไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นสิ่งที่มีอยู่รอบตัวในธรรมชาติ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไปและเกิดขึ้นได้ง่าย ร่างกายคนสามารถทนต่อไฟฟ้าสถิตเหล่านี้ได้ แต่ในวงจรไฟฟ้าระดับที่เล็กมากนั้นจะมีความไวต่อไฟฟ้าสูง จึงไม่สามารถทนต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ในทางอุตสาหกรรมจะเรียกความเสียหายประเภทนี้ว่า ESD (Electrostatic Discharge)

ESD คือ ความไม่สมดุลของประจุไฟฟ้าภายในหรือบนพื้นผิวของวัสดุหนึ่ง ประจุยังคงอยู่กับที่จนกระทั่งสามารถเคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของอิเล็กตรอนหรือมีการปลดปล่อยประจุ (Electrical Discharge)

ไฟฟ้าสถิตที่ขัดกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเส้นลวดหรือตัวนำอื่นและนำส่งพลังงาน ลักษณะของชิ้นงานที่เกิดความเสียหายจะมีลักษณะ ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ความเสียหายจากไฟฟ้าสถิตบน Print Circuit Board

อีกสาเหตุหนึ่งของปัญหาคือ ฝุ่นจากการผลิตหรือบรรยากาศภายในโรงงานหรือรอบๆ เครื่องจักร ซึ่งฝุ่นอาจจะไปติดตามขาของอุปกรณ์ทำให้เกิดการลัดวงจร การสูญเสียคุณสมบัติทางไฟฟ้า การสะสมของความชื้นร้อน ทำให้เกิดความเสียหายต่อวงจรไฟฟ้า เช่น ถ้าฝุ่นติดอยู่ระหว่างขาของอุปกรณ์ที่ต่อ

ภายในวงจร และฝุ่นนั้นสามารถนำไฟฟ้าได้ (ฝุ่นที่เกิดจากการตัดแผ่น PCB, ฝุ่นประเภทผงโลหะ) ก็จะเกิดการนำไฟฟ้าและการลัดวงจร

ความเสียหายที่เกิดจากปัจจัยข้างต้นส่งผลกระทบต่อการผลิต เพราะทำให้เกิดความเสียหายได้ทั้งยังสูญเสียทรัพยากร เสียเวลา และถ้าสินค้าถูกส่งคืนกลับมาเพราะความเสียหายนี้ ก็จะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของบริษัทผู้ผลิตด้วยเช่นกัน

ดังนั้นเพื่อที่จะลดความเสียหายที่เกิดขึ้น จึงมีการจัดทำอุปกรณ์ทำความสะอาดวงจรรวมทั้งกำจัดไฟฟ้าเหล่านี้ และประยุกต์กับการใช้ระบบควบคุมในการทำงาน เพื่อความสะดวกในการทำงานและประหยัดเวลาได้มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ออกแบบและสร้างเครื่องจักรทำความสะอาดแผ่น Print Circuit Board ที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพดี
2. เครื่องจักรที่มีความคุ้มค่าและประหยัดงบประมาณให้ได้มากที่สุด
3. เครื่องจักรต้องง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการดูแลรักษา
4. เครื่องจักรที่ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ในวงการอุตสาหกรรมมีเครื่องแอร์โรวเวอร์ที่ใช้ในการกำจัดไฟฟ้าสถิตอยู่มากมาย แต่ทั้งหมดนั้นเป็นเครื่องจักรที่ต้องนำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งต้องใช้เวลาในการนำเข้าและยังมีราคาที่สูงอย่างมาก จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องแอร์โรวเวอร์ที่พัฒนาขึ้นเอง โดยพัฒนาขึ้นเองทั้งในด้านของโครงสร้างและเครื่อง Ionizer แต่ก็ออกแบบให้ตัวเครื่องจักรสามารถที่จะดัดแปลง และรองรับอุปกรณ์อื่นๆ ที่จะเข้ามาเพื่อประยุกต์เพิ่มเติมได้ภายหลัง เช่น Ionizer ที่มีขายอยู่ในท้องตลาด โดยเครื่องแอร์โรวเวอร์ที่ทำขึ้นนั้น จะสามารถที่จะกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิตได้ และมีคุณภาพที่ทัดเทียมกับผู้ผลิตรายอื่น

1.4 องค์ประกอบของปริญญาโท

1. การคำนวณและออกแบบวงจรไอออนไนเซอร์
2. การออกแบบเครื่องเป่าลมและวงจรการทำงานของวาล์วลม
3. การออกแบบระบบควบคุมด้วย PLC
4. การออกแบบโครงสร้างเพื่อรองรับการทำงานของเครื่อง

1.5 ประโยชน์ของโครงการ

ในการออกแบบเครื่องจักรเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และคุณภาพจากการทำงานของเครื่อง ขอบเขตที่จะศึกษาเป็นการเปรียบเทียบตัวคุณภาพระหว่างเครื่องที่ออกแบบ และเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพกับเครื่องที่มีจำหน่ายในแวดวงอุตสาหกรรม ซึ่งมีตัวแปรในการศึกษา ได้แก่

1. ปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการทำความสะอาด
2. คุณภาพในการกำจัดปริมาณไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้น
3. ความสะอาดของชิ้นส่วนทดสอบ
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด

1.6 ขั้นตอนของการศึกษาวิจัย

ปริญญาโทนี้ได้ศึกษา ออกแบบ และสร้างเครื่องแอร์โบเวอร์สำหรับการทำความสะอาดฝุ่นและ กำจัดไฟฟ้าสถิตและจะทำการทดลองถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักรและนำกลับมาปรับปรุงโดยการ วิเคราะห์หาจุดบกพร่องของเครื่องเพื่อพัฒนาให้ดีขึ้นทั้งในด้านของโครงสร้าง ระบบควบคุม และการ กำจัดไฟฟ้าสถิต ให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพที่หน้าพอใจ และเพียงพอต่อการใช้งานในโรงงาน อุตสาหกรรม

บทที่ 2 กล่าวถึง แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 กล่าวถึง การวิเคราะห์และการสร้างเครื่อง

บทที่ 4 กล่าวถึง การทดลอง

บทที่ 5 กล่าวถึง สรุปผลและการวิจารณ์

บทที่ 2

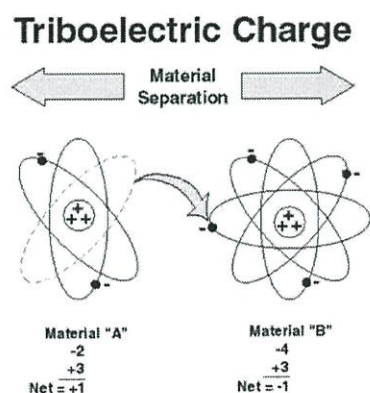
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในการออกแบบเครื่องจักรนี้ขึ้นมา จะต้องคำนึงถึงการออกแบบ 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนของการกำจัดไฟฟ้าสถิต ส่วนของการกำจัดฝุ่น และส่วนการควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยทั้ง 3 ส่วนนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันในเวลาที่เครื่องจักรทำงาน และสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้มีคุณภาพที่ดีตามวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้

2.2 Electrostatic Discharge (ESD)

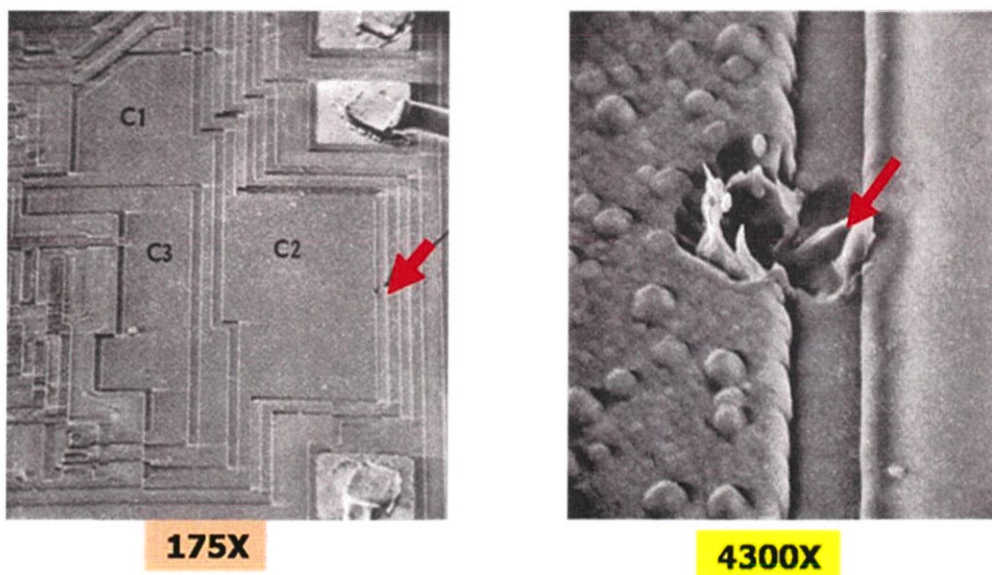
Electrostatic Discharge (ESD) คือ ไฟฟ้าสถิตชนิดหนึ่ง เมื่อปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าของวัตถุ 2 ชนิดอย่างรวดเร็ว เกิดจากการสะสมของประจุไฟฟ้าไว้บนผิววัตถุ เมื่อวัตถุมีปริมาณประจุไฟฟ้าแตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดการถ่ายเทของประจุไฟฟ้า และเมื่อไปสัมผัสกับอีกวัตถุหนึ่งจะทำให้เกิดการดึงดูด/ผลักกัน ซึ่งปริมาณหรือความรุนแรงของไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับชนิดและพื้นผิวสัมผัสของวัสดุทั้งสอง ระยะเวลาในการสัมผัส ความชื้นสัมพัทธ์ ยิ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำก็ยิ่งทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตมากนั่นเอง สาเหตุของการเกิดไฟฟ้าสถิตมีหลายสาเหตุ โดยอาจจะเกิดจากการเสียดสีกันระหว่างวัตถุ และไทรโบลิคซาร์จโดยการชักนำ โดยไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากการถ่ายเทประจุไปยังอีกวัตถุหนึ่ง ทำให้วัตถุทั้งสองเสียสมดุลของประจุ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การเกิด Triboelectric Charge

ความเสียหายที่เกิดจาก ESD

การเกิด ESD เป็นการเกิดจากความเปลี่ยนแปลงของจำนวนประจุ จากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง เมื่อเกิดปรากฏการณ์นี้บนแผ่นวงจรอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการช็อต สูญเสียคุณสมบัติทางไฟฟ้าและไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ หรืออาจจะเสียหายถาวร นอกจากนั้นยังทำให้ชิ้นส่วนของชิ้นงานเสียหายเกิดการไหม้ เพราะประกายไฟจากประจุทั้งหมดมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ แต่ส่วนมากมักจะมองไม่เห็น เนื่องจากเป็นจุดเล็กบนชิ้นส่วนของวงจรมากกว่า จึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ในการสังเกต ความเสียหายที่เกิดจาก ESD ดังรูปที่ 2.2 อาจเกิดจากสาเหตุแบ่งได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.2 ความเสียหายที่เกิดจากประจุไฟฟ้า

1. การคายประจุสู่ชิ้นงาน

วัตถุที่มีความไวต่อไฟฟ้าเมื่อมีการสะสมของประจุไฟฟ้าสถิตบนวัตถุ แล้วนำไปสัมผัสกับชิ้นงานอื่นจะทำให้เกิดการถ่ายเทประจุไปสู่ชิ้นงาน ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดมากเกินไปไหลผ่านบนวงจรไฟฟ้า นอกจากนั้นร่างกายมนุษย์ยังสามารถเป็นสื่อนำประจุ ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถถ่ายเทไปประจุจากชิ้นงานสู่ร่างกายมนุษย์ หรือผู้ปฏิบัติงานอาจจะมีการสะสมของประจุไฟฟ้าจากกิจกรรมต่างๆ ที่

อาจจะเกิดการขัดสี ก็สามารที่จะสะสมประจุไฟฟ้าและถ่ายเทลงชิ้นงานได้ แต่ในกรณีนี้มักเกิดขึ้นได้น้อย เพราะในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นจะมีเครื่องแบบในการทำงาน ที่มีความพิเศษสามารถป้องกันการสะสมของไฟฟ้าสถิตได้อยู่แล้ว ดังนั้นในการศึกษานี้จะเน้นการศึกษาไปที่การถ่ายเทประจุชิ้นงานสู่ชิ้นงาน

2. การคายประจุออกจากชิ้นงาน

การถ่ายเทประจุออกจากชิ้นงานเป็นปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าสถิตชนิดหนึ่ง ส่วนใหญ่เกิดจากการสัมผัสหรือแยกออกจากกันของวัตถุสองชิ้น หรืออาจจะเกิดจากการสั้นของชิ้นงาน ซึ่งทำให้มีพลังงานมากพอให้เกิดการคายประจุออกจากชิ้นงาน

3. การคายประจุของสนามเหนี่ยวนำ

เมื่อมีการเกิดไฟฟ้าสถิตบนชิ้นงาน ชิ้นงานนั้นๆ ย่อมเกิดสนามไฟฟ้าสถิตขึ้นรอบๆ วัตถุ เนื่องจากมีการไหลของประจุไฟฟ้าบนชิ้นงาน เมื่อวัตถุอยู่ภายในสนามไฟฟ้าสถิตจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้เกิดประจุบนวัตถุและทำให้เกิด ESD บนวัตถุตามมาด้วยทำให้วัตถุเกิดความเสียหายบนผิวหน้ารวมทั้งคุณสมบัติทางไฟฟ้า

2.3 Ionizer

ไอออนไนเซอร์ คือ อุปกรณ์สำหรับการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน โดยตัวเครื่องจะให้พลังงานกับอากาศผ่านทางเข็มโลหะขนาดเล็ก โดยจะให้ปลายเข็มมีความต่างศักย์ที่สูงมากทำให้ปลายเข็มโลหะเกิดการสะสมพลังงานที่สูง และส่งถ่ายพลังงานสู่ไอออนในอากาศ ทำให้ไอออนในอากาศแตกตัวเป็นไอออนทั้งประจุบวกและประจุลบในช่วงเวลาหนึ่ง โดยไอออนที่เกิดขึ้นจะไปจับตัวกับฝุ่นทำให้ฝุ่นที่มีการสะสมของประจุไฟฟ้า ส่งผลให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุมีสถานะเป็นกลาง ซึ่งเป็นการทำลายประจุไฟฟ้าที่สะสมเป็นตัววัตถุและแรงสถิตบนตัวฝุ่น ทำให้ฝุ่นจากที่ติดและเป่าออกได้ยากสามารถเป่าลมออกได้ง่าย ดังรูปที่ 2.3



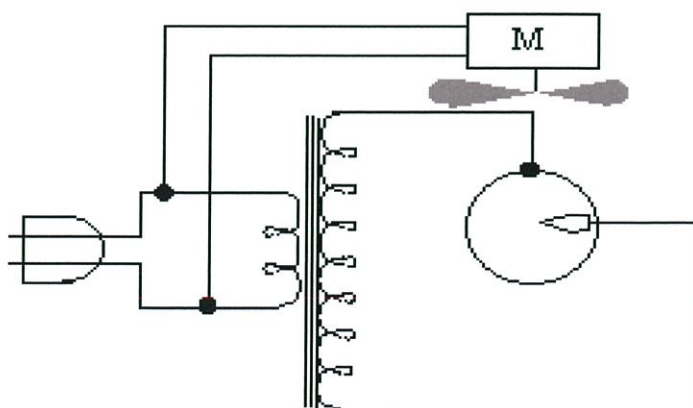
รูปที่ 2.3 การทำงานของเครื่อง Ionizer

จากที่กล่าวข้างต้น การทำงานของเครื่องไอออนไนเซอร์มีหลายรูปแบบและแตกต่างกันไปตามประเภทและจุดประสงค์การใช้งาน ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจถึงข้อแตกต่างในการทำงานของเครื่องไอออนไนเซอร์ ดังต่อไปนี้

2.3.1 ประเภทของไอออนไนเซอร์

1. AC Ionizer

เป็นวงจรไอออนไนเซอร์ที่ใช้แหล่งจ่ายไฟแรงดันกระแสสลับ โดยมีแรงดันขาออกที่หัวจ่าย (Emitter) ที่สูงและมีการจ่ายประจุไฟฟ้าชนิดบวกและลบภายในจำนวนที่ค่อนข้างเท่ากัน โดยใช้หัวจ่ายที่เดียวกัน ดังนั้นเมื่อมีการไอออนที่ระยะเวลาหนึ่ง จะทำให้ประจุลบและประจุบวกจะกลับมารวมประจุกันให้เป็นกลางอีกครั้ง จึงมีระยะเวลาในการแยกตัวของประจุ เมื่อมีการจ่ายไอออนเท่ากับหนึ่งส่วนแรงดันของแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ เช่น (1/220, 1/240) ดังรูปที่ 2.4



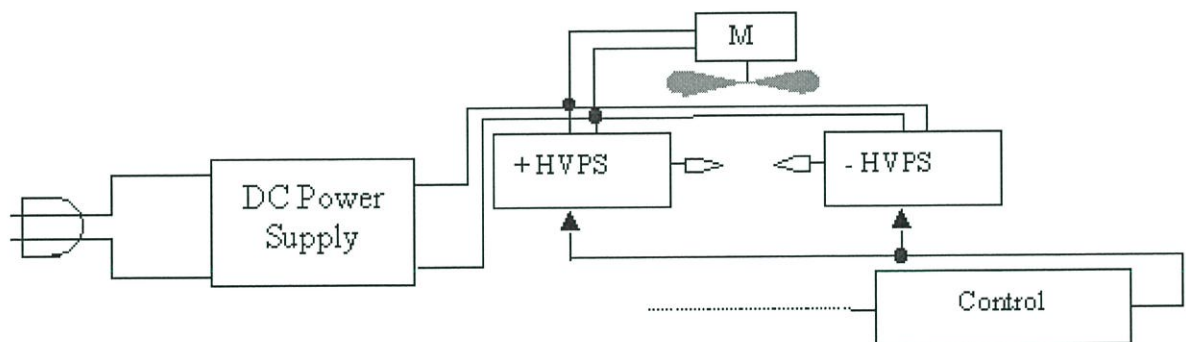
รูปที่ 2.4 วงจร AC Ionizer

2. DC Ionizer

เป็นวงจรไอออนไนเซอร์ที่ใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง โดยใช้หัวจ่ายไอออนแยกจากกัน โดยมีสองหัวจ่ายแบ่งเป็นหัวจ่ายประจุบวกและประจุลบ ดังนั้นจึงมีอัตราการกลับมารวมกันของประจุ (Recombination) ที่ต่ำ จึงทำให้มีเสถียรภาพและง่ายต่อการควบคุมการทำงาน รองรับการใช้งานได้หลากหลาย

- Steady State DC เป็นวงจรจ่ายกระแสไอออน โดยการแยกแรงดันไฟฟ้าไปยังหัวจ่ายไอออนบวกและลบอย่างละครึ่ง สามารถทำงานได้ดีในอัตราการไหลของลมที่ต่ำและสูง ขึ้นอยู่กับพื้นที่ในการทำงาน นิยมใช้กับห้องทำความสะอาด เครื่องเป่าลม และปืนยิงลมไอออน

- Pulse DC เป็นวงจรการจ่ายไอออน โดยมีการทำงานของวงจรแบบเปิดและปิด ทำให้เกิดกลุ่มก้อนของประจุบวกและประจุลบ การทำงานในลักษณะลูกคลื่นนี้ยังสามารถให้ดัดแปลงการทำงานแบบรอบการทำงานเหมาะกับการทำงานที่เฉพาะเจาะจง นิยมใช้ในห้องปลอดเชื้อ เครื่องไอออนไนเซอร์แบบคานานิยมใช้กับปืนยิงลมและเครื่องเป่าลม ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วงจร DC Ionizer

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่าง AC และ DC Ionizer

AC Ionizer	DC Ionizer
มีหัวจ่ายประจุบวกและลบอันเดียวกัน	แยกหัวจ่ายประจุไอออนเป็นบวกและลบ
แรงดันไฟฟ้าขาออกมีค่ามาก	แรงดันไฟฟ้าขาออกมีค่าต่ำและปานกลาง
ควบคุมแรงดันและการทำงานได้ยาก	ควบคุมการทำงานได้ง่ายเหมาะกับระบบควบคุม
มีอัตราการรวมตัวกลับของประจุสูง	มีอัตราการรวมตัวกลับของประจุต่ำ
มีการจ่ายปริมาณไอออนจำนวนมาก	มีการจ่ายปริมาณไอออนปริมาณปานกลาง
เวลาในการสลายฝุ่นและไฟฟ้าสถิตสูง	เวลาในการสลายฝุ่นและไฟฟ้าสถิตปานกลาง
มีความเสถียรในการทำงานดีมาก	มีความเสถียรในการทำงานค่อนข้างดี
ต้องการการบำรุงรักษาต่ำ	ต้องการการบำรุงรักษาสูง

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่า AC Ionizer เหมาะสำหรับการใช้งานในงานที่ใหญ่ และไม่อาศัยความละเอียดอ่อนในการทำงานและมีการใช้งานที่หลากหลาย ในขณะที่ DC Ionizer นิยมใช้งานที่เฉพาะเจาะจงและอาศัยความละเอียดอ่อนในการใช้งาน และเหมาะกับการใช้งานภายในระบบควบคุม

2.4 การไหลของอากาศภายในเครื่อง

คุณสมบัติของของไหลจะมีคุณสมบัติ ได้แก่ ความดัน ความหนาแน่น ความเร็ว จำนวนเลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number) ค่าเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์ต่อการไหลซึ่งจะกล่าวต่อไป

1. ความดัน เนื่องจากความดันมีความสัมพันธ์กับแรงต่อพื้นที่หน้าตัด ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดจะทำให้ค่าความดันเปลี่ยนแปลงไปด้วย สามารถนำหลักการนี้ไปคำนวณหาความเร็วการไหลของของไหลได้ จากสมการของ Bernoulli ซึ่งเป็นสมการสำหรับการไหลของ Steady, Incompressible, In Viscid และใช้ได้ตามเฉพาะการไหล

2. ความหนาแน่น ใช้ในการคำนวณค่าความดันของของไหล ณ จุดใดๆ โดยความหนาแน่นบ่งบอกถึงมวลต่อปริมาตร ความเร็ว จะเป็นค่าตัวแปรที่กำหนดพฤติกรรมของการไหลของของไหลว่าจะไปในลักษณะใด กล่าวคือ เมื่อความเร็วเฉลี่ยของของไหลเป็นไปอย่างช้าๆ จะเรียกการไหลแบบนี้ว่า การไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) ในบริเวณใกล้กับเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ความเร็วของการไหลจะมีค่ามากกว่าบริเวณที่ห่างออกไป และหากความเร็วมีค่ามากขึ้นถึงระดับหนึ่งจะทำให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วน

(Turbulent Flow) ซึ่งการไหลแบบหลังนี้จะพบเห็นกันเป็นส่วนมาก อนึ่งการไหลแบบปั่นป่วนนี้จะเป็นการไหลที่มีรูปแบบไม่แน่นอน

3. จำนวนเลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number) เป็นเลขดัชนีที่บอกสภาพปรากฏการณ์ การไหลของของไหล ซึ่งเป็นสัดส่วนของ Inertia/Viscous จำนวนเลขเรย์โนลด์จะมีค่าขึ้นอยู่กับความเร็วการไหล ความหนืด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ และความหนาแน่นของของไหล อาจเขียนความสัมพันธ์ดังกล่าวได้เป็น

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (2.1)$$

เมื่อ Re = จำนวนเลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number)

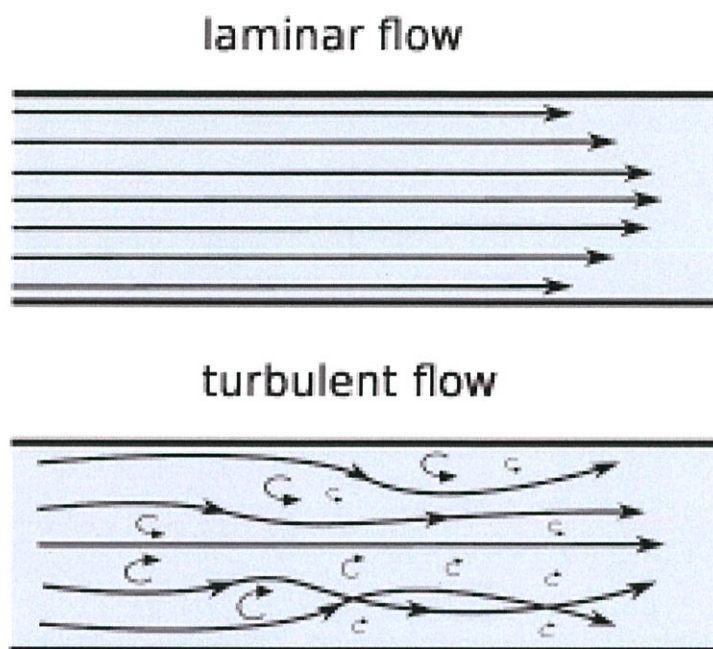
V = ความเร็วการไหล m/s

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ

ρ = ความหนาแน่นของของไหล kg/m^3

μ = ความหนืดของของไหล kg/m s

จำนวนเลขเรย์โนลด์ไม่มีหน่วย และมีความสำคัญอย่างมากกล่าวคือจำนวนเลขนี้ใช้เป็นตัวกำหนดรูปแบบการไหลของของไหลว่าเป็นแบบใด เช่น Re อยู่ในช่วง 0 - 2000 สภาพการไหลเป็นแบบ Laminar Flow Re อยู่ในช่วง 2001 ถึง 4000 สภาพการไหลเป็นแบบ Transition Zone คือ มีการไหล 2 แบบ คือ Laminar + Turbulent Re มากกว่า 4000 สภาพการไหลเป็นแบบ Turbulent Flow ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การไหลแบบ Laminar Flow และ Turbulent Flow

สาเหตุหนึ่งของการไหลปั่นป่วนเกิดจากการที่ของไหลที่ไหลเข้ามาในระบบ มีอัตราการไหลขาออกมาก หรือเข้ามาในระบบที่ไม่มีอัตราการไหลออกเลย ทำให้มวลของของไหลเกิดการเฉื่อยจากความเร็วที่ลดลง ทำให้ของไหลเกิดการม้วนตัวและมีทิศทางการไหลที่ไม่แน่นอนเกิดเป็นการไหลปั่นป่วน

เนื่องจากระบบของไหลในระบบของเครื่องจักรเป็นอากาศ ซึ่งสามารถเกิดการไหลปั่นป่วนได้ง่ายมากเพราะคุณสมบัติที่ไม่มีความหนืด จึงไม่เกิดการเกาะตัวของอากาศเป็นกลุ่มก้อน และนอกจากนั้นอากาศยังขยายตัวได้ง่าย จึงต้องประยุกต์หลักการของเลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number) คือให้อัตราการดูดบริเวณที่ดูดฝุ่นมีกำลังดูดที่มากกว่าลมที่ใช้ในการเป่า เพื่อให้เกิดการไหลปั่นป่วนของอากาศให้น้อยที่สุด และจะประยุกต์ใช้ม่านลมช่วยในการปิดกั้นพื้นที่ทำความสะอาดไม่ให้อากาศ ฝุ่น มลภาวะจากข้างนอกเข้าสู่ด้านใน และมลภาวะจากภายในเครื่องสู่ง่ายนออก ซึ่งมีม่านลมสามารถพบเห็นได้ทั่วไปตามทางเข้าห้างสรรพสินค้า โดยม่านลมนี้จะครอบคลุมถึง 3 ด้านของเครื่องจักร และจะเสริมการป้องกันด้วยแผ่นอะคริลิกอีกชั้นในด้านข้างทั้ง 2 ข้างอีกเช่นกัน

2.5 Programmable Logic Control : PLC

เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย สามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand Alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมาก ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 PLC รุ่นต่างๆ ที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรม

2.5.1 ข้อดีของการใช้ PLC

ในวงการอุตสาหกรรมที่เป็นการผลิตจำนวนมากนั้น จะมีความต้องการใช้เครื่องจักรจำนวนมาก เพื่อให้เพียงพอต่อปริมาณการผลิตที่ได้ทั้งจำนวนที่มากต่อความต้องการ คุณภาพที่ดี และเวลาในการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นเครื่องจักรจะต้องมีความน่าเชื่อถือ เกิดการผิดพลาดน้อยหรือผิดพลาดในระดับที่แคบ ตรวจสอบเช็ค ซ่อมบำรุง ด้ดแปลงได้ง่าย มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และที่สำคัญที่สุดคือ ง่ายต่อการนำไปใช้ในหลายๆ ด้าน ทั้งในด้านของการควบคุม ด้านของการซ่อมแซม ด้านของการประยุกต์ และด้านของภาษาที่ใช้ ซึ่ง PLC สามารถตอบสนองได้ทุกความต้องการที่กล่าวมาข้างต้น ทั้งความน่าเชื่อถือ การ

ทำงานผิดพลาดที่น้อย ความคงทน และที่สำคัญคือ ง่ายต่อการใช้งานและบำรุงรักษา ทางผู้ประกอบการสามารถให้ช่างเทคนิคฝึกอบรม Ladder Diagram ซึ่งเป็นภาษาของเครื่อง PLC ที่ไม่มีความยุ่งยากในการใช้งาน และเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ช่างเทคนิคสามารถลงไปปฏิบัติงานซ่อม ดูแล แทนวิศวกรผู้ออกแบบได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการสามารถประหยัดทรัพยากรทางด้านบุคคลลงได้อย่างมาก

2.5.2 การทำงานของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-state Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิต - สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.5.3 โครงสร้างของ PLC

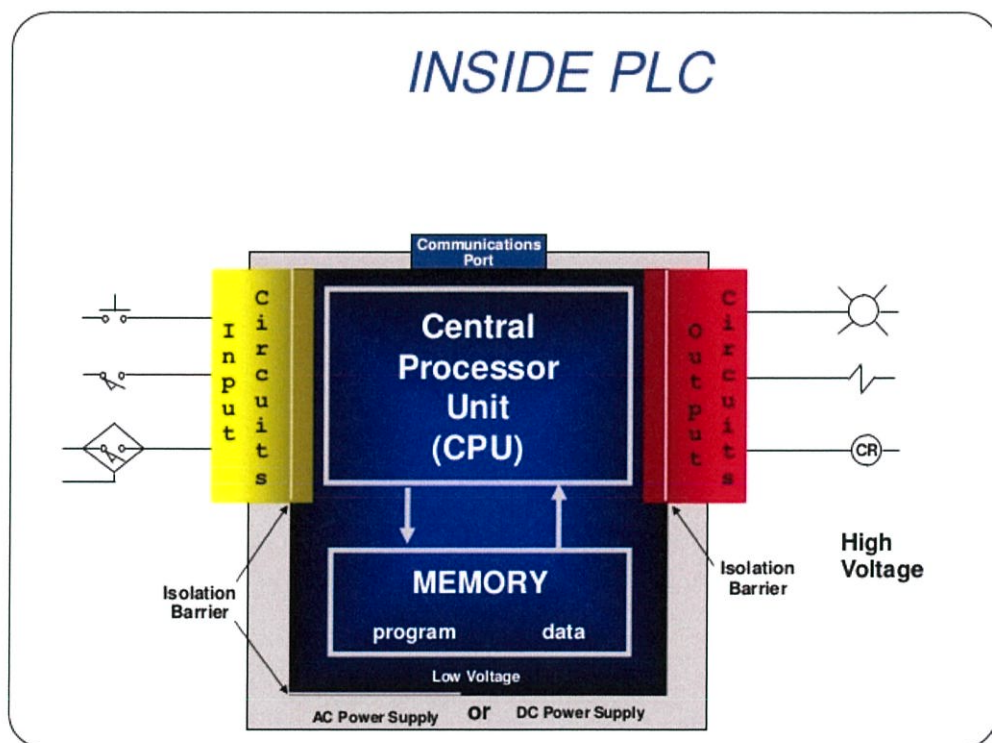
PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็น ส่วนประกอบย่อยๆ ได้

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ และข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตหรือ ตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

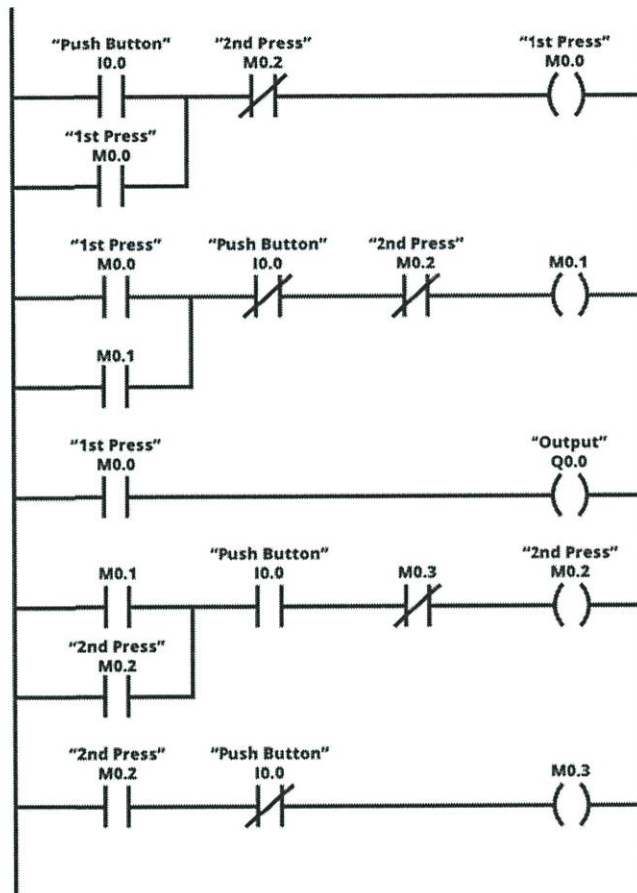
3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของ ทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โครงสร้างการทำงานของ PLC

2.5.4 Ladder Diagram

ภาษาแลตเตอร์ (Ladder) เป็นภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมสำหรับการควบคุมการทำงานของ PLC แบบดั้งเดิม โดยมีรูปแบบเหมือนวงจรควบคุมลำดับขั้นด้วยไฟฟ้า รูปแบบภาษาจะแสดงต่อการทำงาน (Field Device) กับตัวกระตุ้น (Activation) หรือตัวเปิด ดังรูปที่ 2.9

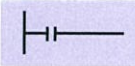
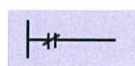
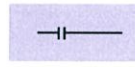
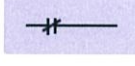
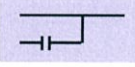
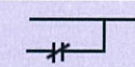
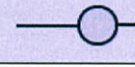

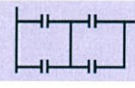
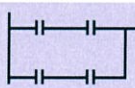
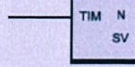
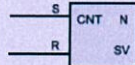
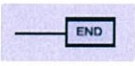


รูปที่ 2.9 วงจรแลตเตอร์ทางไฟฟ้าอย่างง่าย

วงจรถ่ายแลตเตอร์กำเนิดขึ้นมาเพื่อให้คำแนะนำตรรกะ (Logic) ของวงจรถ่ายทางไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไป เนื่องจากวงจรถ่ายแลตเตอร์ใช้กันอย่างแพร่หลาย จึงกลายเป็นมาตรฐานในการนำเสนอรหัสระหว่างผู้ออกแบบวงจรถ่ายควบคุมกับผู้ใช้อุปกรณ์ เมื่อ PLC กำเนิดขึ้นในช่วงแรกๆ จึงใช้วงจรถ่ายแลตเตอร์มาเป็นรูปแบบของภาษาแลตเตอร์ เพื่อให้ผู้ออกแบบวงจรถ่ายควบคุมทำการโปรแกรมได้ง่าย เนื่องจากคุ้นเคยมาก่อนหน้านั้นแล้วสามารถใช้ภาษาแลตเตอร์ใน PLC ทำการเขียนโปรแกรม โดยการปรับแต่งจากวงจรถ่ายแลตเตอร์เพียงเล็กน้อย อินพุตและเอาต์พุตจะถูกต่อเข้ากับตัวเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุตของ PLC (Input-Output Interface) การทำงานของโปรแกรมแลตเตอร์ใน PLC จะเสมือนการต่อวงจรถ่ายตรรกะจริงๆ (Hardwired) ระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตภายใน PLC ซึ่งลักษณะนี้ เรียกว่า Softwired (การต่อกันภายในหน่วยประมวลผลกลางของ PLC จะเรียก Softwired จะแทน Hardwired ซึ่งจะต่อกันในแผงควบคุม) ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อ PLC อ่านสถานะอินพุตถ้าสอดคล้องกับโปรแกรมที่เขียนลงไป PLC ก็จะสั่งเอาต์พุตทำงานโดยผ่านตัวเชื่อมต่อทางเอาต์พุต (Output Interface)

สัญลักษณ์และคำสั่งพื้นฐาน

ตารางที่ 2.2 แสดงสัญลักษณ์และคำสั่งพื้นฐานของ Ladder Diagram

คำสั่ง	สัญลักษณ์	ความหมาย
LOAD หรือ LD		เป็นการนำค่าสถานะคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O.) โดยคำสั่งนี้จะ เป็นคำสั่งเริ่มต้นของ LADDER หรือ Block
LOAD NOT หรือ LD NOT		เป็นการนำค่าสถานะคำสั่งหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) โดยคำสั่งนี้เป็น คำสั่งเดียวกับ LD
AND		เป็นการนำค่าสถานะของอินพุท เอาต์พุตตัวตั้งเวลา ตัวนับ ซีพียู รีจิสเตอร์ หรือรีเลย์ภายในที่กำหนด เข้ามาทำลอจิก AND กับค่า สถานะปัจจุบัน
AND NOT		เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) มากระทำลอจิก AND หรืออนุกรมกับคำสั่งข้างหน้า
OR		เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O.) มากระทำลอจิก OR หรือขนานกับคำสั่งข้างหน้า
OR NOT		เป็นการนำคำสั่งหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) มากระทำลอจิก OR หรือขนานกับคำสั่งข้างหน้า
OUT		เป็นการนำค่าสถานะผลการทำงานออกเอาต์พุตหรือคอยล์
OUT NOT		เป็นการนำเอาค่าสถานะผลการทำงานออกเอาต์พุตหรือคอยล์ ตรงกันข้ามกับสถานะอินพุท
AND LOAD หรือ AND-LD		เป็นการนำคำสั่งระหว่างบล็อกกับบล็อก มากระทำลอจิก AND หรือ อนุกรมกัน
OR LOAD หรือ OR LD		เป็นการนำเอาคำสั่งระหว่างบล็อกกับบล็อกมากระทำลอจิก OR หรือขนานกัน
TIM		เป็นการเรียกใช้ตัวตั้งเวลา
CNT		เป็นการเรียกใช้คำสั่งตัวนับ
END		เป็นคำสั่งเพื่อสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม และสามารถทำให้โปรแกรม สามารถ RUN ได้

จากตารางข้างต้นเป็นคำสั่งพื้นฐานในการสั่งงาน PLC โดยการสร้างแลคเตอร์ไคอะแกรม ในปัจจุบันจะใช้ซอฟต์แวร์ซึ่งไม่จำเป็นต้องจดจำในการทำงานมากมายเหมือนภาษาทางคอมพิวเตอร์อื่นๆ โดยการเขียนคำสั่งและประสิทธิภาพในการทำงานของคำสั่งจะแตกต่างกันในแต่ละผู้ผลิต

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างเครื่อง

3.1 การวางแผนการดำเนินงานในการสร้างเครื่อง

ก่อนที่จะสร้างเครื่องมาจากวัสดุจริงๆ นั้น จะต้องมีการออกแบบให้เสียก่อน เพื่อป้องกันการผิดพลาดของหลักการทำงานของเครื่อง ป้องกันการผิดพลาดของสัดส่วนของเครื่อง และเพื่อวางแผนในการติดตั้งอุปกรณ์ การออกแบบทั้งหมดนี้ทำให้สามารถเข้าใจโดยรวมของเครื่องจักรว่าจะมีลักษณะการทำงานและมีการจัดวางส่วนประกอบของโครงสร้างด้านนอก ส่วนประกอบของโครงสร้างด้านใน และอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างไร เพื่อลดปัญหาการสูญเสียทรัพยากรไม่เกินจำเป็น

ดังนั้นจึงจะแบ่งส่วนประกอบของการดำเนินงานออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ด้าน Electrical เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าของเครื่อง ประกอบด้วย

- Electronic System Design คือ การออกแบบการวางระบบไฟฟ้าภายในว่าจะต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง มีการทำงานแบบไหน ใช้อุปกรณ์อะไรบ้างและจะต้องไม่มีขนาดใหญ่เกินไป

- Control System โดยจะเป็นส่วนของการควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่องให้สัมพันธ์กับการทำงานของเครื่อง ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของ PLC คอยควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ทำงานไปตามคำสั่ง และส่วนของ Pneumatic คอยควบคุมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับลมให้มีการทำงานสอดคล้องกับฟังก์ชันการทำงานของเครื่องเช่นกัน

- Compare Devices ขั้นตอนในการหาอุปกรณ์ที่มีความคุ้มค่า คุ้มค่าที่สุดที่สามารถหาได้ในท้องตลาดทั่วไป

- Order Devices ขั้นตอนการสั่งซื้อ อุปกรณ์ทั้งหมดมาหลังจากการเปรียบเทียบราคา และคุณภาพที่ได้มาทั้งหมด เพื่อเริ่มในส่วนของการผลิตต่อไป

2. ด้าน Mechanical เกี่ยวกับโครงสร้างและกลศาสตร์ของเครื่อง ประกอบด้วย

- Machine Design ออกแบบลักษณะภายนอกของเครื่อง โดยรวมให้สัมพันธ์กับหลักการที่นำมาใช้

- Compare Materials เปรียบเทียบวัสดุในแต่ละส่วนว่าแบบไหนจะมีความคุ้มค่า คุ้มราคาที่สุด โดยการรวบรวมหลายๆ รูปแบบที่มีความเหมาะสมกัน

- Summary Materials รวบรวมวัสดุที่ต้องการจากการเปรียบเทียบวัสดุให้เหลือเพียงชุดเดียวตามที่ต้องการ

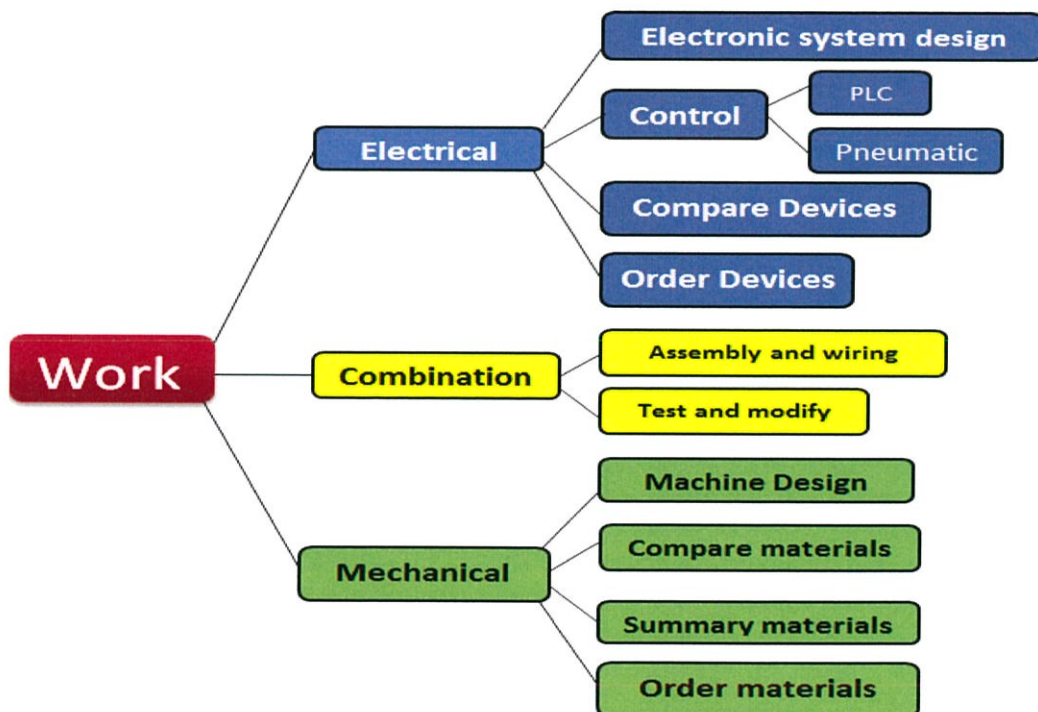
- Order Materials สั่งซื้อวัสดุทั้งหมดเพื่อเตรียมการในการผลิตเครื่องจักร

3. ด้าน Combination เกี่ยวกับการรวมกันของทั้งด้าน Electrical และ Mechanical ให้มีทำงานที่มีการทำงานที่สัมพันธ์กัน ประกอบด้วย

- Assembly and Wiring การประกอบเครื่องและการวางทางเดินของสายไฟ

- Test and Modify การทดสอบและการปรับแต่งเครื่องเพื่อประสิทธิภาพและคุณภาพที่ดีที่สุด

แผนผังการทำงานทั้งหมด จะถูกแบ่งออกได้ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานทั้ง 3 ส่วน

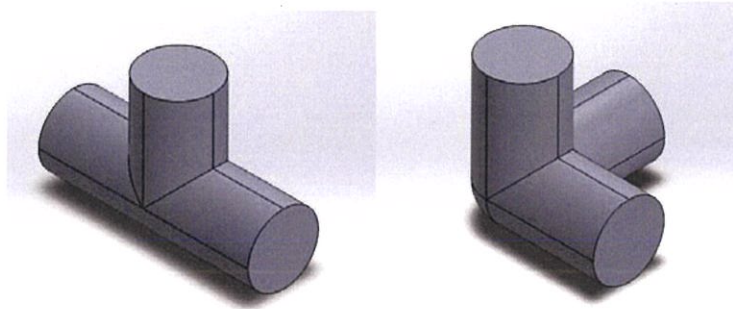
3.2 การออกแบบเครื่องด้วยโปรแกรม SolidWorks

อันดับแรกการออกแบบเครื่องจักรออกมาในโปรแกรม SolidWorks เพื่อให้รู้ค่าของพารามิเตอร์ของวัสดุที่จะใช้ เช่น ความกว้าง ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลาง เพื่อวางแผนในการจัดซื้อให้ถูกต้อง ไม่ผิดพลาด และยังรวมถึงการเข้าใจภาพรวมของเครื่องจักรว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร สามารถที่จะเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องว่าสอดคล้องกับทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ ดังรูปที่ 3.2



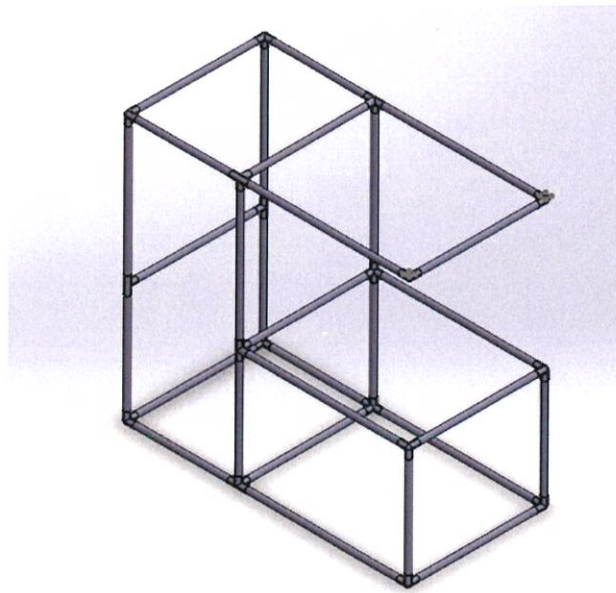
รูปที่ 3.2 โปรแกรม SolidWorks

การออกแบบส่วนแรกจะเป็นการออกแบบในส่วนของโครงสร้างทั้งหมด ถ้าเป็นในระดับที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมจะใช้เป็นหลัก Profile เนื่องจากสามารถประกอบได้ง่ายและมีความทนทานสูง แต่เนื่องจากมีราคาแพงเกินไป จะสร้างตัวต้นแบบ Prototype โดยโครงสร้างจะสร้างมาจากท่อ PVC เนื่องจากมีราคาที่ถูกหาได้ง่าย มีหลายขนาด และง่ายต่อการเชื่อมต่อกันเพราะมีข้อต่อให้เลือกมากมาย ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ข้อต่อของโครงสร้างที่ออกแบบโดยโปรแกรม SolidWorks

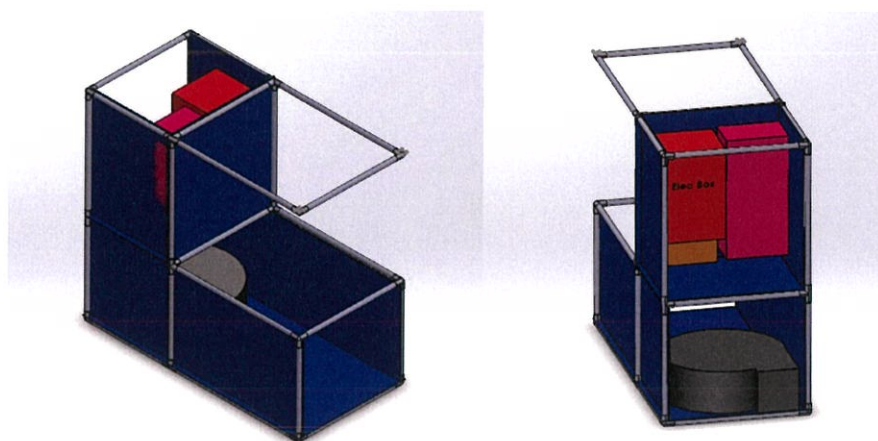
โดยการออกแบบจะนำท่อหลายๆ ท่อในความยาวแต่ละด้าน ที่ต้องการมาเชื่อมต่อกันด้วยข้อต่อ ให้ได้โครงสร้างตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 โครงสร้างจากท่อ PVC

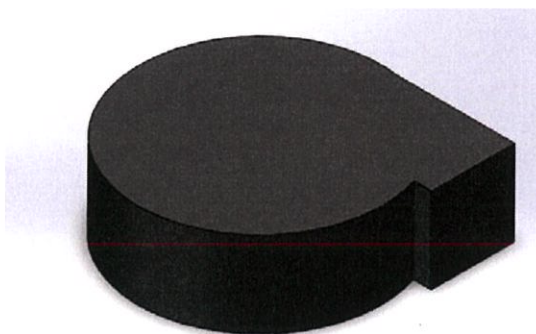
หลังจากออกแบบโครงสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการออกแบบโครงสร้างภายใน เพื่อที่จะทำให้ภายในเครื่องจักรเป็นโครงสร้างที่เป็นระบบปิดเพื่อการถ่ายเทของอากาศให้ไหลไปตามทิศทางที่ต้องการ และการออกแบบโครงสร้างภายในทำให้สามารถมองภาพรวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่

ต้องการจะวางได้อีกด้วย จึงสามารถคาดคะเนได้ว่าอุปกรณ์ในแต่ละส่วนจะมีพื้นที่ในการติดตั้งได้เท่าไหน และติดตั้งในรูปแบบใดจึงจะเหมาะสม ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 โครงสร้างภายในพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าพอสั่งเขป

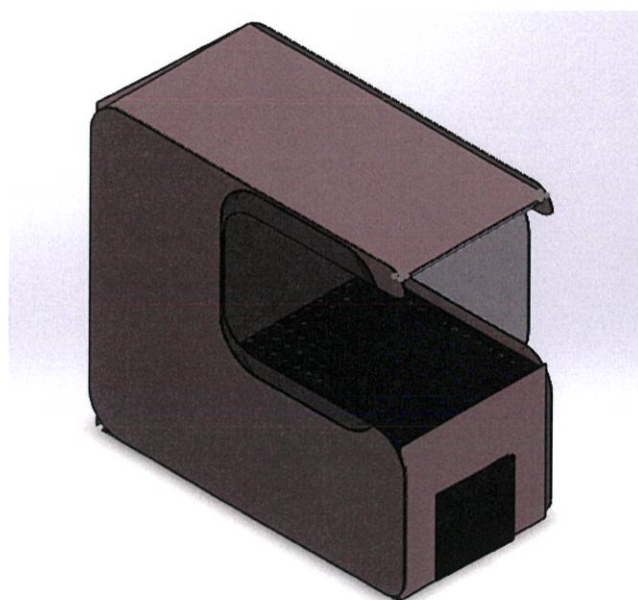
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในไม่จำเป็นต้องลงรายละเอียดของตัวอุปกรณ์มาก สิ่งที่จะต้องสนใจคือ ปริมาตรของตัวอุปกรณ์ ความกว้าง ความยาว และความสูงจะต้องถูกต้องเหมือนของจริง เพื่อที่การ ออกแบบจะได้มองเห็นภาพรวมของอุปกรณ์ที่อยู่ในเครื่องได้ทันทีก่อนที่จะผลิตขึ้นมา ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีการที่ ต้องทำและตรวจก่อนการผลิตจริงเสมอในวงการอุตสาหกรรม โดยตัวอย่างของอุปกรณ์ภายใน เช่น มอเตอร์แบบกันหอยจะมีลักษณะ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 โครงสร้างจำลองของมอเตอร์แบบกันหอย

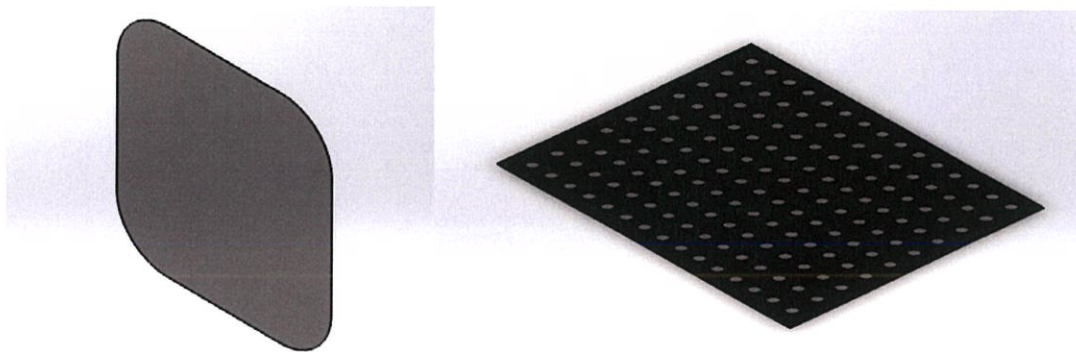
ส่วนของการออกแบบภายนอก จะเป็นการปิดครอบตัวเครื่องให้เสร็จสมบูรณ์ และยังมี 2 ส่วนที่เพิ่มขึ้นมาจากตัวเฟรมที่คอยปกคลุมเครื่อง ส่วนแรกคือ ฝาทางด้านซ้ายและขวา ซึ่งสามารถถอดออกได้ในกรณีที่เครื่องจะนำไปใช้ในระบบที่เป็นแบบอัตโนมัติได้ อีกส่วนคือส่วนกรองฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากไม่ต้องการให้มีฝุ่นที่มีขนาดใหญ่เกินไป หลุดรอดเข้าไปด้านใน เพราะอาจสร้างความเสียหายให้แก่มอเตอร์ได้

ตัวเครื่องโดยรวมที่ควรจะเป็นถ้าต้องการใช้ในระดับอุตสาหกรรมจะเป็นโลหะ และเคลือบสารที่ไม่ให้เกิดการสะสมของไฟฟ้าสถิตในตัวเครื่อง ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ตัวเครื่องโดยรวมที่ออกแบบโดยโปรแกรม SolidWorks

ชิ้นส่วนที่ไม่ได้เป็นเฟรมที่ครอบคุมตัวเครื่องคือ แผ่นปิดด้านข้าง 2 แผ่นและ แผ่นกรองฝุ่น ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผ่นกั้นด้านข้างและแผ่นกรองฝุ่นตามลำดับ

เนื่องด้วยวัสดุชนิดที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีราคาที่สูงและหาซื้อได้ยาก ในการผลิตขึ้นมาในตัวต้นแบบนี้ จะใช้แผ่นอะคริลิกในการผลิตและจะใช้เป็นนอะคริลิกใสเพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตภายในเครื่อง

3.3 การออกแบบระบบไฟฟ้าและ Wiring Diagram

ระบบไฟฟ้าภายในจะออกแบบให้ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจากการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อความสะดวกต่อการหาอุปกรณ์ใช้งานและความปลอดภัย โดยอุปกรณ์ภายในก่อนที่จะสั่งซื้อ จะต้องถูกออกแบบให้เรียบร้อยก่อน เพื่อทำการวิเคราะห์การทำงานว่าสามารถทำงานได้จริงไหม และรวมถึงขนาดของตัวอุปกรณ์ทั้งหมดเมื่อติดตั้งแล้ว จะต้องไม่มีขนาดที่ใหญ่เกินไปพื้นที่ติดตั้งของตัวเครื่องอีกด้วย

3.3.1 Wiring Diagram

ก่อนที่จะทำการสั่งซื้ออุปกรณ์ภายใน จะต้องทำการออกแบบระบบไฟฟ้าที่จะใช้ในการทำงานของเครื่องวิเคราะห์การทำงานของเครื่องเพื่อออกแบบระบบควบคุมด้วย และเพื่อจำลองการเชื่อมต่อกันของแต่ละอุปกรณ์ด้วยไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.9

โดย PLC จะทำหน้าที่เหมือนกับ Switch เพื่อ On-Off ของอุปกรณ์ต่างๆ ตาม Program Control ที่ได้ ออกแบบไว้

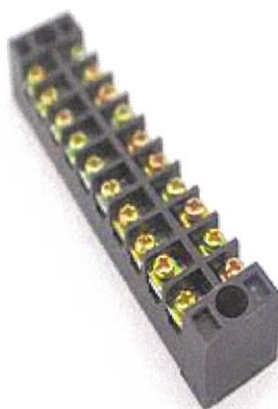
3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้า

- Switching Power Supply ขนาด 24 V ย่านกระแสไฟฟ้า 10 A, เป็นอุปกรณ์ที่แปลง กระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 VAC เป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 VDC เพื่อใช้เป็น แหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดของระบบ โดยลักษณะของอุปกรณ์จะเป็นดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 Switching Power Supply

- Terminal เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่ม Chanel ให้กับ Power Supply เนื่องจาก Chanel ของ Power Supply มักไม่พอต่ออุปกรณ์ที่ต้องการไฟฟ้า Terminal จึงเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่ม Chanel ให้กับ Power Supply สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอกับทุกอุปกรณ์ โดยลักษณะของอุปกรณ์จะเป็นดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 Terminal

- Photoelectric Sensor เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับวัตถุ ที่เลือกใช้ Photoelectric Sensor เพราะลำแสง Photon สามารถสะท้อนได้หลายพื้นผิวและมีความเสถียรสูง โดย Photoelectric Sensor ที่เลือกใช้จะเป็นแบบสะท้อนเพราะสามารถประยุกต์ใช้กับสายพานซึ่งนำไปใช้ในระบบอัตโนมัติได้ โดยลักษณะของอุปกรณ์จะเป็นดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 Photoelectric Sensor

- Programmable Logic Controller อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ในระบบไฟฟ้า โดยจะทำหน้าที่เป็น Switch คอย On-Off อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ให้มีการทำงานเป็นไปตามที่ต้องการ โดยสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างระบบควบคุมผ่านทาง Software ของ PLC แต่

ละเอียดได้ในเครื่องจักรนี้จะใช้ PLC ของ Panasonic FP0r-C32T เนื่องจากมีขนาดเล็ก มีหลาย Chanel ต่อ 1 ตัว และสามารถที่จะต่อเสริม PLC ตัวอื่นๆ ได้ จึงสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้ โดยลักษณะของอุปกรณ์จะเป็นดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 Programmable Logic Controller (PLC) Panasonic รุ่น FP0r-C32T

- 2/2 Pneumatic Valve เป็นวาล์วที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบลมที่ใช้ในเครื่อง โดยวาล์วนี้สามารถควบคุมได้ด้วยไฟฟ้า โดยควบคุมผ่าน PLC ให้ทำงานตามที่ต้องการ ข้อมูลของอุปกรณ์เป็นดังต่อไปนี้

ยี่ห้อ : AIRTAC

รุ่นที่ผลิต : 2 V025-08

แรงดันที่ใช้ในการทำงาน : DC 24 V

กำลังไฟฟ้า : 4.8 W

กระแสที่ใช้ : 120 mA

แรงดัน : 1.5~8kgf/cm³

ประเภทของวาล์ว : 2/2 (2 ตำแหน่ง 2 ทางลม)

โดยลักษณะของอุปกรณ์จะเป็นดังรูปที่ 3.14



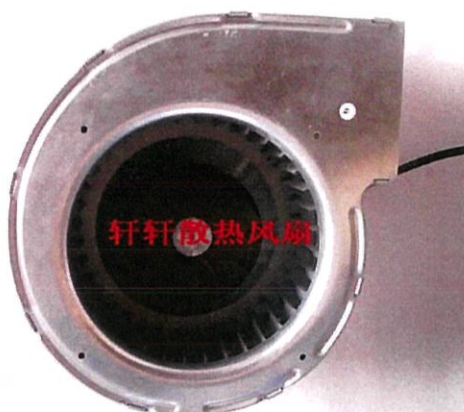
รูปที่ 3.14 2/2 Pneumatic Valve

- Relay รีเลย์ที่ใช้ในเครื่องนี้ จะใช้เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ผ่านทาง PLC อีกชั้นหนึ่ง เนื่องจาก PLC ไม่ใช่แหล่งจ่ายกำลัง ดังนั้นถ้าเชื่อมต่omotorเข้ากับ PLC โดยตรง กระแสไฟฟ้าที่วิ่งผ่าน PLC ที่มอเตอร์ดึงไปใช้งานจะทำให้เกิดการลัดไหม้ของ PLC ได้ เนื่องจากค่ากระแสที่ไหลผ่านมีขนาดที่สูงเกินไป โดยลักษณะของอุปกรณ์จะเป็นดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 Relay

- Blower 24 VDC เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในการดูดอากาศ เลือกใช้เป็นมอเตอร์แบบกันหอย เนื่องจากเมื่อเทียบกับมอเตอร์ที่เป็นแบบพัดลมแล้ว ถ้ามีขนาดเท่ากับมอเตอร์แบบกันหอยจะให้กำลังที่มากกว่า และยังสามารถติดตั้งในแนวนอนได้ทำให้เครื่องมีขนาดเล็กลง โดยลักษณะของอุปกรณ์จะเป็นดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 Blower 24 VDC

- Wire สายไฟ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์เพื่อส่งพลังงานไฟฟ้า ให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ โดยสายไฟที่ใช้จะใช้สีที่มีความต่างกันเพื่อให้สีของสายไฟบอกคุณสมบัติของพลังงานไฟฟ้าที่ผ่านในสายไฟว่าไปบวกหรือเป็นลบ ลักษณะสายไฟจะเป็นดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 Wire

- Ionizer เครื่องจักรที่สามารถที่จะรองรับการติดตั้งไอออนเซอร์รุ่น DTY-ELK01 ลักษณะของอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 Ionizer รุ่น DTY-ELK01

3.4 การประกอบเครื่อง

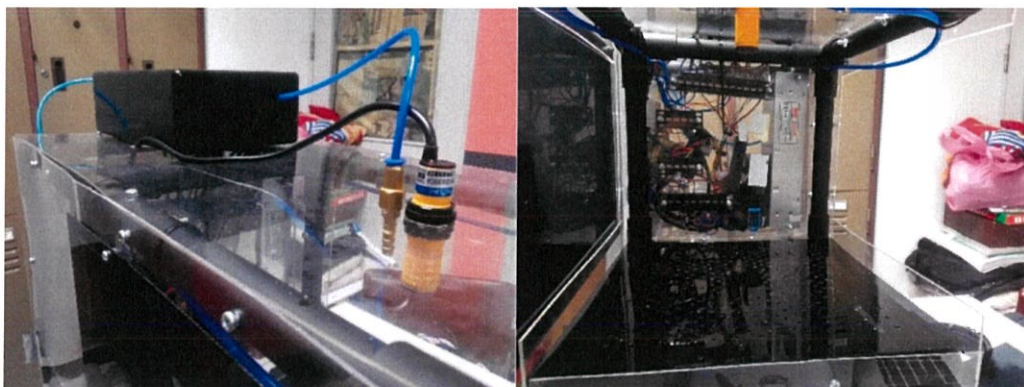
ในการประกอบเครื่องนั้น โครงของตัวเครื่องจะใช้เป็นโครงท่อ PLC และใช้แผ่นอะคริลิกเป็นส่วนเฟรม เนื่องจากวัสดุเหล่านี้หาได้ง่ายและมีราคาถูกรวมทั้งสามารถดัดแปลงใช้งานได้ง่าย โดยตัวเครื่องจะประกอบด้วยส่วนเหล่านี้ ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 ตัวเครื่องที่เสร็จสมบูรณ์

3.4.1 กล่องวงจรไอออนไนเซอร์และเซนเซอร์

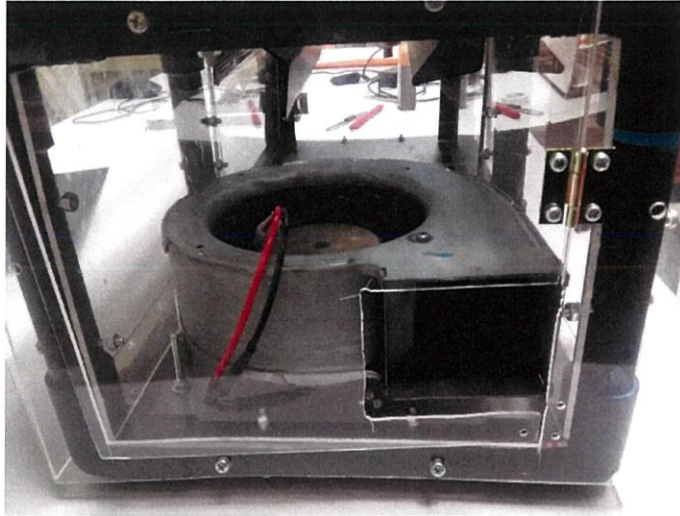
เป็นส่วนที่ปล่อยลมไอออนผ่านทางกล่องไอออนไนเซอร์ โดยมีเซนเซอร์คอยตรวจจับชิ้นงานที่เข้ามาในเครื่อง หากเซนเซอร์ตรวจจับได้จะสั่งงานให้วงจรลมทำงาน รวมไปถึงส่วนของเครื่องเป่าลม โดยลมจากวาล์วจะผ่านกล่องวงจรไอออนไนเซอร์ที่มีหัวจ่ายประจุไอออน เมื่อลมจากวาล์วไหลผ่านหัวจ่ายไอออน จะทำให้เกิดการไอออนไนเซอร์เกิดขึ้น โมเลกุลของอากาศจะแยกตัวออกมาเป็นไอออนบวกและลบ จากนั้นไอออนไหลไปตามกระแสลมภายในท่ออากาศ และออกทางหัวจ่ายลมเพื่อนำไปทำความสะอาดชิ้นงานที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 กล่องวงจรไอออนไนเซอร์และเซนเซอร์

3.4.2 เครื่องเป่าลม Air Blower

เป็นส่วนที่ใช้ในการดูดฝุ่นที่ตกลงมาจากการเป่า ทำความสะอาดและดูดออกไปภายนอกเครื่อง โดยเลือกใช้พัดลมกันหอยในการทำงาน เนื่องจากสามารถดูดลมเข้าไปยังตัวเครื่องได้ดี และมีรูปร่างที่เหมาะสมกับการดูดฝุ่นที่ตกลงมาจากแนวตั้งสามารถระบายออกในแนวราบได้ในทันที ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้งอีกด้วย ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 เครื่องเป่าลมกันห้อย เพื่อดูดฝุ่นออกจากระบบ

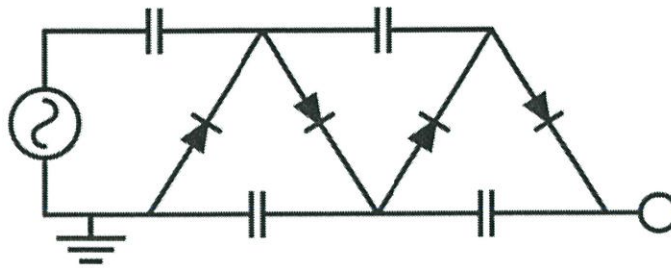
3.5 วงจรไอออนไนเซอร์

เพื่อให้เกิดการแตกตัวไอออนขึ้นภายในอากาศ จึงต้องออกแบบวงจรให้สร้างแรงดันไฟฟ้าที่สูงถึงระดับกิโลโวลต์ โดยได้ใช้วงจร Voltage Multiplier (Doubler) เพื่อเป็นการทวีแรงดันให้สูงตามลำดับขั้นของตัวเก็บประจุ ในที่นี้เลือก Input Voltage เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อลดจำนวนตัวเก็บประจุในการทำงานและเป็นแหล่งจ่ายไฟที่เข้าถึงได้ง่าย

1. จากการออกแบบได้เลือกใช้ตัวเก็บประจุชนิด Ceramic ขนาด 275 VAC เนื่องจากทนแรงดันไฟฟ้าแรงสูงเมื่อทำการเพิ่มแรงดันตามขั้น

2. เลือกใช้ไดโอดชนิด 1N4007 ซึ่งมีคุณสมบัติทวีแรงดันไบอัสกลับได้ดี

จำนวนตัวเก็บประจุเพื่อใช้ในการทวีแรงดัน เพื่อให้อากาศเกิดการไอออนไน โมเลกุลอากาศจะสามารถแตกตัวกลายเป็นไอออนได้ที่แรงดันไฟฟ้าอย่างน้อย 17 โวลต์ เนื่องจากต้องการจำนวนไอออนที่เพียงพอให้จับกับฝุ่นและประจุส่วนเกินบนชิ้นงาน จึงได้กำหนดค่าแรงดัน Output ไว้ที่ 4000 V โดยใช้วงจร Cockcroft Walton ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 วงจรทวีแรงดัน Cockcroft Walton

จำนวนเท่าของการทวีแรงดันขึ้นอยู่กับจำนวนตัวเก็บประจุดังรูปที่ 3.22 หากต้องการแรงดันที่ 4000 V ดังนั้น

n (จำนวนตัวเก็บประจุ)

$$\text{จำนวนตัวเก็บประจุ} = \frac{4000 \text{ V}}{220 \text{ V}} = 20 \text{ ตัว} \quad (2.2)$$

จากสูตร กำลังไฟฟ้า

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (2.3)$$

แทนค่าลงในสมการที่ (2.3)

$$P = \frac{4400^2}{3 \times 10^6}$$

ดังนั้น

$$P = 6.45 \text{ W}$$

หาค่า I จากสูตร

$$P = VI \quad (2.4)$$

แทนค่า P และค่า V ลงในสมการที่ (2.5)

$$I = \frac{P}{V} = \frac{6.45}{4400}$$

ดังนั้น

$$I = 1.45 \text{ mA}$$

หาค่าความหนาแน่นของไอออนจากวงจรไอออนไนเซอร์

จากสูตร

$$J = \frac{I}{A} \quad (2.6)$$

เนื่องจากหัว Discharge มีรัศมี 0.5 mm ดังนั้น $A = 7.85 \times 10^{-7} \text{ mm}^2$ ดังนั้นแทนค่าลงในสมการที่ (2.6)

$$J = \frac{1.45}{7.85 \times 10^{-7}}$$

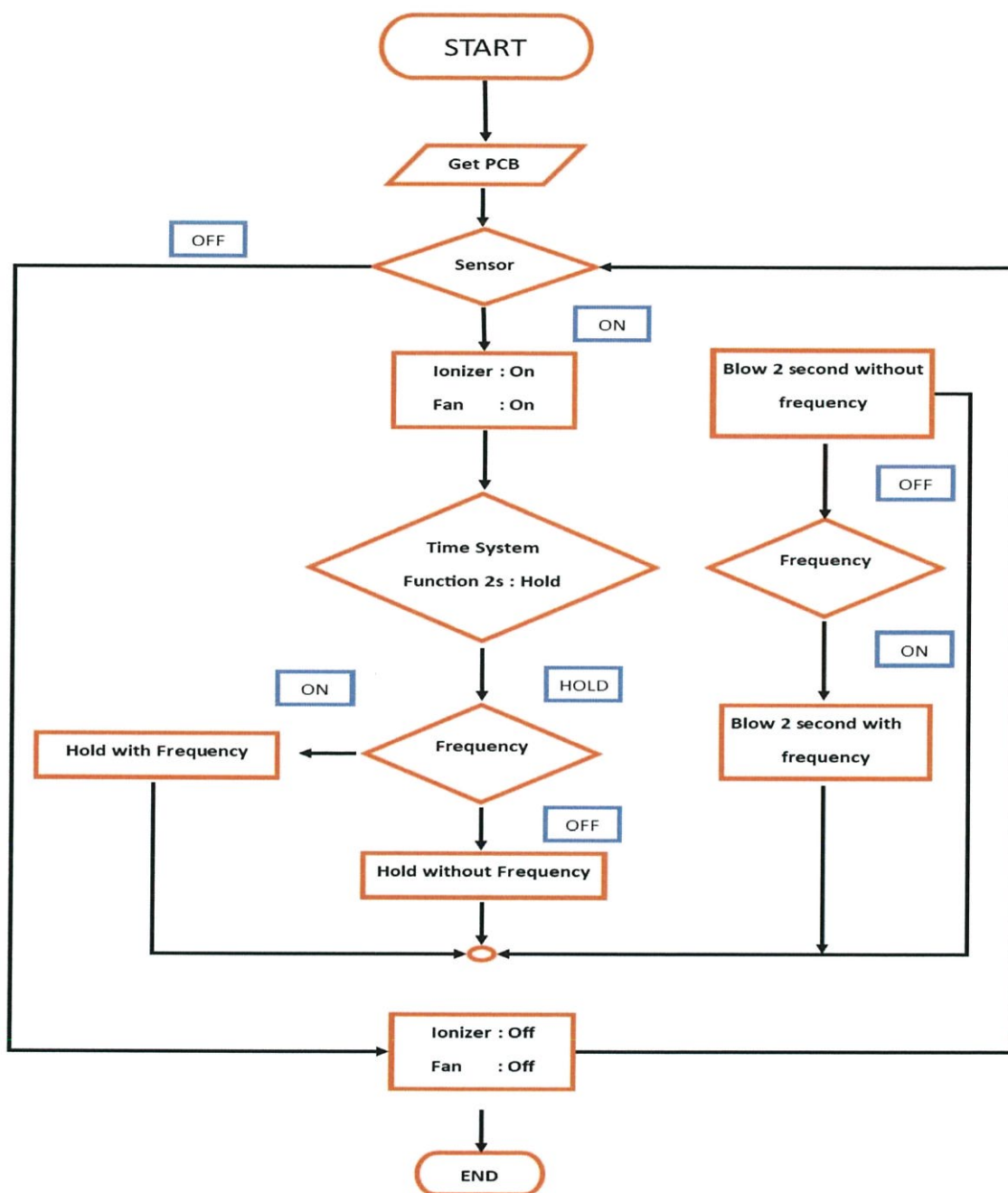
$$J = 1.87 \times 10^6 \text{ A.mm}^2$$

โดยวงจรไอออนไนเซอร์จะสามารถปล่อยไอออนออกมาได้ 1.87×10^6 ต่อวินาที

3.6 การออกแบบระบบควบคุม

ในการดำเนินงานได้เลือกใช้ PLC ยี่ห้อ Panasonic FP0r C32T เป็น Controller โดยสร้างโปรแกรมชุดคำสั่งผ่าน Software FPWIN GR7s เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนคำสั่งการทำงาน และง่ายต่อการแก้ไขโปรแกรมในภายภาคหน้าเมื่อเกิดปัญหา สิ่งที่สำคัญที่ต้องเลือกใช้ PLC และ Software ที่กล่าวมานี้ เพราะมีคำสั่งพิเศษ ซึ่งส่งผลให้การเขียนโปรแกรมมีความง่ายยิ่งขึ้น ทำให้ตัวโปรแกรมไม่มีความซับซ้อนสามารถเข้าใจได้ง่าย

ในการเขียนชุดคำสั่งที่ใช้ได้จะต้องสร้าง Flowchart Diagram ก่อน เพื่อให้มองเห็นภาพรวมของโปรแกรมได้ว่าทำงานอย่างไร ดังรูปที่ 3.23



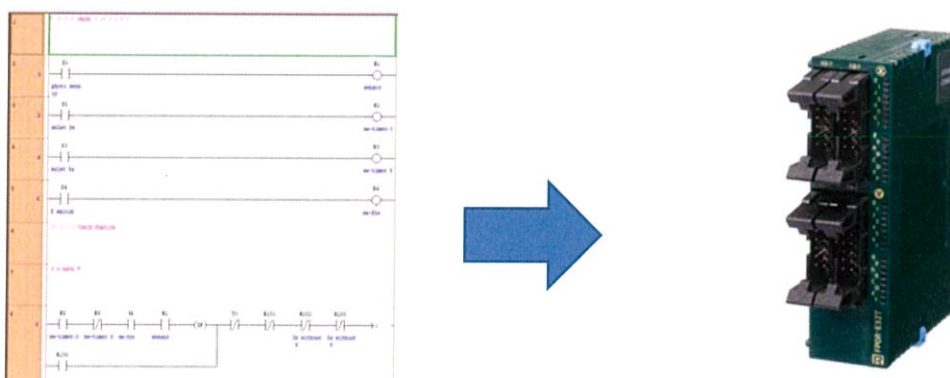
รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของระบบ

เมื่อออกแบบ Flowchart Diagram เรียบร้อยแล้ว จะต้องเปลี่ยนรูปแบบของ Flowchart Diagram ให้อยู่ในรูปแบบของชุดคำสั่งแบบ Ladder Diagram ผ่าน Software FPWIN GR7s เป็นเครื่องมือในการเขียนคำสั่ง Ladder Diagram ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 FPWIN GR7s

เมื่อชุดคำสั่ง Ladder Diagram ถูกออกแบบและตรวจสอบเรียบร้อยแล้วว่าถูกต้อง ขั้นตอนต่อไปจะต้อง Upload ชุดคำสั่งทั้งหมดลงสู่ PLC เพื่อให้ PLC จดจำชุดคำสั่งทั้งหมด และสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 เมื่อออกแบบ Ladder Diagram เรียบร้อยจะต้อง Upload to PLC

ในการใช้งาน PLC จะทำหน้าที่สั่งงานการทำงานของรีเลย์เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด การทำงานของวาล์วไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรลมเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก โดยการทำงานของเครื่องสามารถแบ่งรูปแบบทำงานออกเป็น 5 รูปแบบการทำงาน ดังนี้

1. การทำงานแบบต่อเนื่องและการเป่าลมแบบมีความถี่คือ การเป่าลมทำความสะอาดตลอดเวลาเมื่อ Sensor สามารถตรวจจับวัตถุที่เข้ามาได้ โดยจะทำงานจนกว่าจะนำชิ้นงานออกจากบริเวณทำความสะอาด และในการทำความสะอาดจะเป็นการเป่าลมอย่างมีความถี่ 0.2 ครั้งต่อวินาที

2. การทำงานแบบต่อเนื่องและการเป่าลมแบบไม่มีความถี่คือ การเป่าลมทำความสะอาดตลอดเวลาเมื่อ Sensor สามารถตรวจจับวัตถุที่เข้ามาได้ โดยจะทำงานจนกว่าจะนำชิ้นงานออกจากบริเวณทำความสะอาด และในการทำความสะอาดจะเป็นการเป่าลมอย่างต่อเนื่องเช่นกัน

3. การทำงานแบบ 3 วินาทีและการเป่าลมแบบมีความถี่คือ การเป่าลมทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 3 วินาที เมื่อ Sensor สามารถตรวจจับวัตถุที่เข้ามาได้ โดยจะทำงานเพียง 3 วินาทีและหยุดทันที และในการทำความสะอาดจะเป็นการเป่าลมอย่างมีความถี่ 0.2 ครั้งต่อวินาที

4. การทำงานแบบ 3 วินาทีและการเป่าลมแบบไม่มีความถี่คือ การเป่าลมทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 3 วินาที เมื่อ Sensor สามารถตรวจจับวัตถุที่เข้ามาได้ โดยจะทำงานเพียง 3 วินาทีและหยุดทันที และในการทำความสะอาดจะเป็นการเป่าลมอย่างต่อเนื่อง

5. การทำงานแบบ 5 วินาทีและการเป่าลมแบบมีความถี่คือ การเป่าลมทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 5 วินาที เมื่อ Sensor สามารถตรวจจับวัตถุที่เข้ามาได้ โดยจะทำงานเพียง 5 วินาทีและหยุดทันที และในการทำความสะอาดจะเป็นการเป่าลมอย่างมีความถี่ 0.2 ครั้งต่อวินาที

6. การทำงานแบบ 5 วินาทีและการเป่าลมแบบไม่มีความถี่คือ การเป่าลมทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 3 วินาที เมื่อ Sensor สามารถตรวจจับวัตถุที่เข้ามาได้ โดยจะทำงานเพียง 5 วินาทีและหยุดทันที และในการทำความสะอาดจะเป็นการเป่าลมอย่างต่อเนื่อง

จากรูปแบบการทำงานจะเห็นการทำงานที่มีความพิเศษอยู่ 2 อย่าง ได้แก่ ระยะเวลาในการทำงานและรูปแบบการทำความสะอาดที่มีความถี่ โดยจะอธิบายให้เข้าใจดังนี้

1. ระยะเวลาในการทำงาน เนื่องจากในสายการผลิต เวลาถือว่าเป็นทรัพยากรอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพในกระบวนการผลิตได้ ดังนั้นทรัพยากรด้านเวลาจึงเป็นทรัพยากรที่จะต้องจัดการ

ให้ดีที่สุด เพราะในสายการผลิต การใช้เวลาในการผลิตจะส่งผลอย่างมีนัยยะสำคัญกับคุณภาพของสายการผลิต

2. รูปแบบการทำความสะอาดที่มีความถี่ เนื่องจากระบบลมในโรงงานก็เป็นทรัพยากรอย่างหนึ่งเช่นกัน ซึ่งถือว่าเป็นต้นทุนอย่างหนึ่ง ลมที่ใช้ในการทำความสะอาด จะเป็นลมที่ใช้แล้วทิ้งไป ไม่เหมือนลมที่ใช้ในระบบแบบปิดที่ลมจะยังคงหมุนเวียนในระบบไม่ไปไหน ดังนั้นลมที่ใช้ทำความสะอาดจะมีความสิ้นเปลืองกว่าลมในระบบปิดอย่างมาก เพราะใช้แล้วหมดไป เมื่อต้องการใช้ใหม่จะต้องสร้างขึ้นมา ดังนั้นรูปแบบการทำความสะอาดที่มีความถี่นั้น จะเป็นการเป่าลมแบบกระพริบ ทำให้สามารถประหยัดลมในการทำความสะอาดได้มากขึ้น

จากรูปแบบการทำงานทั้งหมดนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ว่าจะเพิ่มรูปแบบการทำงาน ลดรูปแบบการทำงาน หรือดัดแปลงรูปแบบการทำงาน เนื่องจากเครื่องจักรที่สร้างขึ้นถูกออกแบบมาให้สามารถปรับปรุงแก้ไขผ่าน Software FPWIN GR7s ได้ ส่งผลให้รูปแบบการทำงานของเครื่องไม่ถูกตั้งค่าให้ทำงานด้วยรูปแบบนี้ถาวร เพราะเครื่องจักรนี้ถูกออกแบบมาให้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกสายการผลิต

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการกำจัดฝุ่น

สำหรับการทดลองในการกำจัดฝุ่นครั้งนี้ เนื่องจากไม่สามารถหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง สำหรับการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ลดลงในตัวอุปกรณ์เมื่อมีไฟฟ้าสถิตสะสมอยู่ได้ เนื่องจากราคาของเครื่องมือที่เฉพาะทางทำให้หายากและมีราคาที่สูง ในการทดลองครั้งนี้จึงไม่สามารถแสดงตัวเลขที่วัดจากการทดลองออกมาได้ จึงต้องใช้วิธีการดูประสิทธิภาพการทำลายไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นโดยอาศัยการสังเกตพฤติกรรมของไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้น เช่น การเหนี่ยวนำของวัตถุ

การทดลองแรกจะสังเกตจากควันธูปจากการจุดที่ลอยฟุ้งในอากาศ โดยทั้ง 2 โหลทดลองจะมีลักษณะเป็นโหลปิดและปล่อยให้ฝุ่นมีการฟุ้งกระจายอยู่ในโหล โดยจะมี 1 โหลทดลองที่จะติดตั้งเครื่องไอออนไนเซอร์ เพื่อให้อากาศที่หมุนเวียนภายในโหลทดลองถูกกำจัดไฟฟ้าสถิตและตกลงสู่ก้นของโหลทดลอง ผู้ทำการทดลองจะต้องทำการจัดเวลาและสังเกตถึงความแตกต่างของโหลทดลองทั้ง 2 มีพฤติกรรมของฝุ่นในโหลทั้ง 2 มีความแตกต่างกันในเรื่องของเวลาว่าเป็นอย่างไร

การทดลองครั้งที่ 2 จะทำการนำแผ่นอะคริลิกมาขัดกับผ้าที่แห้งและไม่มีความชื้น เพื่อให้แผ่นอะคริลิกเกิดการสูญเสียความเป็นกลางทางไฟฟ้าและเริ่มที่จะเหนี่ยวนำเม็ดโม่ซึ่งมีขนาดที่เบามาติดกับแผ่นได้ ผู้ทดลองจะนำแผ่นอะคริลิกไปผ่านลมที่เกิดจากการเป่าผ่านเครื่องไอออนไนเซอร์ เมื่อเป่าผ่านเป็นระยะเวลา 3 และ 5 วินาที ผู้ทดลองจะนำแผ่นอะคริลิกไปอยู่ใกล้ๆ เม็ดโม่อีกครั้งและสังเกตว่ามีความแตกต่างในเรื่องของการเหนี่ยวนำของแรงระหว่างประจุที่เกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไรระหว่างตอนก่อนผ่านเครื่องไอออนไนเซอร์และหลังผ่านเครื่องไอออนไนเซอร์



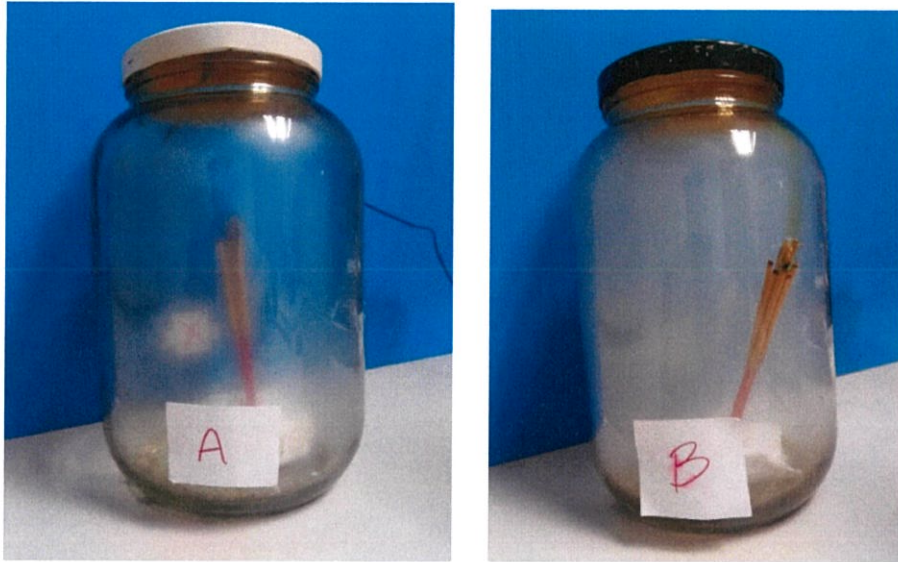
รูปที่ 4.1 ขวดทดลองที่ติดสัญลักษณ์ไว้ด้านหลัง

1. ทำเครื่องหมายไว้ด้านหลังขวดทดลองโดยกำหนดให้ขวดโหล A บรรจุวงจรรีโอดอนไนเซอร์และขวดโหล B เป็นขวดโหลเปล่า ดังรูปที่ 4.2



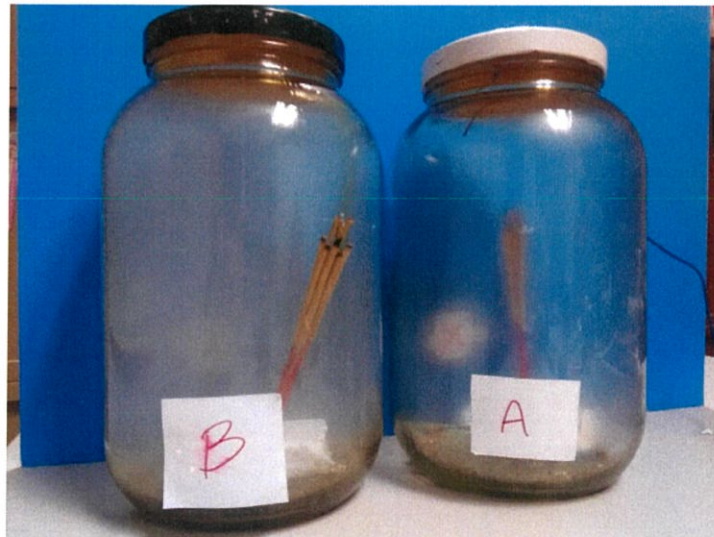
รูปที่ 4.2 เริ่มการทำการทดสอบโดยใช้ควันทนแทนฝุ่นละออง

2. ใช้ควันทนภายในภาชนะโดยปิดฝาขวดโหลไว้ให้เป็นสภาพสุญญากาศ โดยจับเวลา 3 นาทีก่อนเริ่มทำการทดสอบวงจร เพื่อให้ควันทนแพร่กระจายเต็มขวดโหล ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบความใสของขวดโหลทั้งสอง

3. เริ่มเปิดใช้งานวงจรไอออนไนเซอร์ในขวดโหล A เทียบปริมาณควีนกับขวดโหล B โดยจับเวลาการทำงาน 3 นาที จากนั้นทำการสังเกตเครื่องหมายด้านหลังขวด ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบระหว่างขวดโหลที่ใส่วงจรไอออนไนเซอร์และขวดโหลเปล่า

4.2 การทดลองการกำจัดไฟฟ้าสถิต

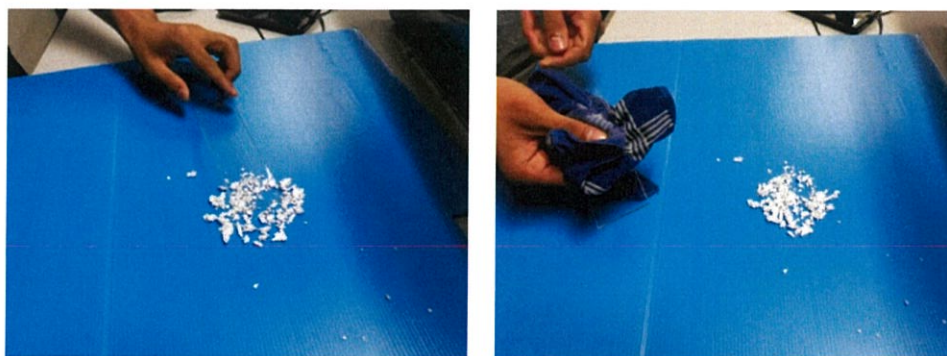
เนื่องจากค่าไฟฟ้าสถิตไม่สามารถวัดด้วยวิธีทั่วไปได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ละเอียดในการวัด และมีราคาที่สูงกว่า จึงได้ทดลองการกำจัดไฟฟ้าสถิตบนชิ้นงาน โดยวิธีการทางกายภาพที่สามารถเห็นภาพได้ชัดเจน

1. ในการทดลองจะใช้ชิ้นงานเป็นแผ่นอะคริลิกและเม็ดโพลีเมอร์ในการทดลองทางกายภาพ ดังรูปที่ 4.5



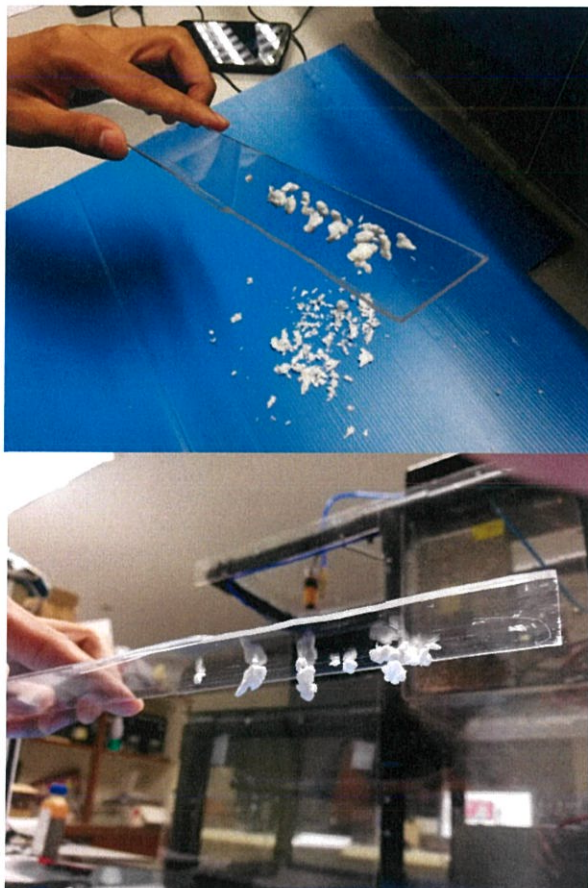
รูปที่ 4.5 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบและเม็ดโพลีเมอร์แทนอนุภาคของฝุ่น

2. ทำการถูชิ้นงานกับผ้าแห้ง เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดไฟฟ้าสถิตขึ้น จากนั้นนำชิ้นงานไปใกล้กับเม็ดโพลีเมอร์ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กระบวนการถูชิ้นงานด้วยผ้าแห้งให้เกิดไฟฟ้าสถิตและนำไปติดกับเม็ดโพลีเมอร์

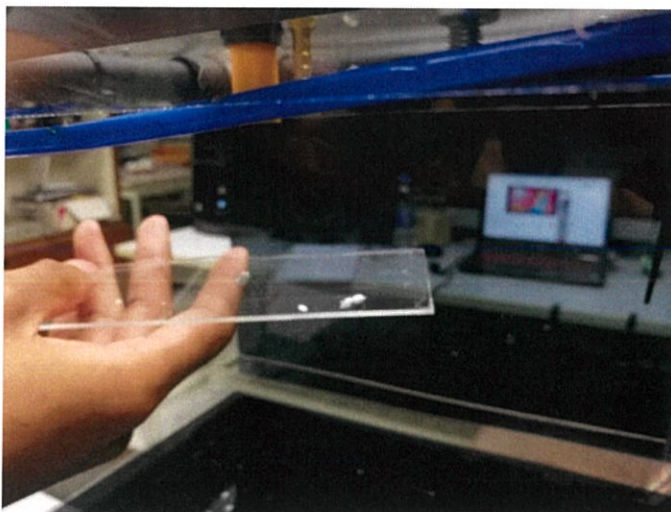
3. เมื่อสังเกตจะพบว่าเม็ดโพลีเมอร์จะติดกับชิ้นงานที่ผ่านการเหนียวนำดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 เม็ดโพลีเมอร์ที่ติดติดกับชิ้นงานด้วยไฟฟ้าสถิต

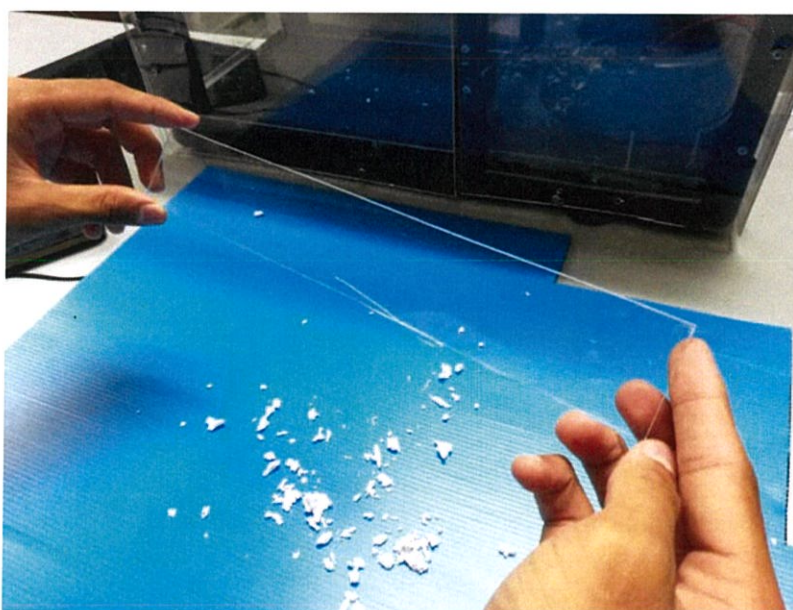
4. นำชิ้นงานที่มีไฟฟ้าสถิตไปผ่านการทำความสะอาด โดยเครื่องกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิต ดังรูปที่

4.8



รูปที่ 4.8 กระบวนการทำความสะอาดและกำจัดไฟฟ้าสถิตบนชิ้นงาน

5. ชิ้นงานที่ผ่านการทำความสะอาด เมื่อนำไปใกล้กับเม็ดโพลีเมอร์จะไม่เกิดการเหนียวนำและไม่ติดชิ้นงานอีก ดังรูปที่ 4.9



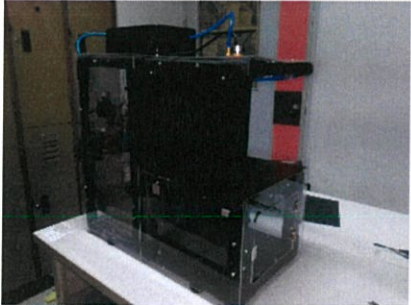

รูปที่ 4.9 ทดสอบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดและกำจัดไฟฟ้าสถิต

4.3 ผลการทดลอง

จากการทดลองการกำจัดฝุ่นบนชิ้นงาน เนื่องจากค่าของฝุ่นบนชิ้นงานไม่สามารถวัดได้ ต้องใช้อุปกรณ์ที่เฉพาะทาง และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดนั้นหาได้ยาก มีราคาแพง แต่เนื่องจากต้องการทดสอบระบบการทำงานของเครื่องและการทำงานของไอออนไนเซอร์ จึงทำการทดลองที่สามารถเห็นผลการทดลองได้ แต่เนื่องจากไม่สามารถบันทึกค่าที่แน่นอนจากการทดลองได้ ในการทดลองจึงสามารถระบุได้เพียงว่าเครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบการทำงานทุกอย่างใช้งานได้ดี ไม่ติดขัด การกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิตสามารถทำได้และเห็นผลทางกายภาพ แต่ไม่สามารถระบุคุณภาพของไอออนไนเซอร์ว่ามีคุณภาพในระดับไหนในการทดลอง ดังนั้นในด้านของคุณภาพจะมีเพียงข้อมูลจากการคำนวณเพียงอย่างเดียว และนำค่าที่คำนวณเปรียบเทียบกับคุณภาพของไอออนไนเซอร์จากผู้ผลิตเท่านั้น

จากการทดลองและการออกแบบสามารถสรุปผลการทำงาน และนำเสนอเป็นตารางเทียบกับเครื่องกำจัดไฟฟ้าสถิตของผู้ประกอบการอื่นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องกับผู้ประกอบการอื่นๆ

คุณสมบัติ	Model 1	KE-60X
รูปภาพ		
Input Voltage	220 VAC 50 Hz	220 VAC 50 Hz
Applies Voltage	4,400 VAC	2,200 VAC
Air Pressure	4.0 Bar	5 Bar
Destaticing Time	3.0 Second	2.0 Second
Applicable Fluid	Air	Air

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิต สามารถกำจัดฝุ่นและสิ่งสกปรกบนชิ้นงานได้ดี และเนื่องจากไม่สามารถวัดค่าไฟฟ้าสถิตบนชิ้นงานได้ จึงใช้การขัดสีให้เกิดไฟฟ้าสถิตบนชิ้นงานและทำการเป่าจัดไฟฟ้าสถิต พบว่าเมื่อชิ้นงานมีการติดต่อกับวัตถุทดลองน้อยลงและไม่ติดเลย ทั้งนี้การที่กำจัดฝุ่นได้เนื่องมาจากการที่วงจรไอออนไนเซอร์ปล่อยไอออนมาจับกับประจุบนชิ้นงานทดลองและฝุ่น ทำให้ชิ้นงานและฝุ่นมีสถานะทางไฟฟ้าเป็นกลาง แต่การทดสอบได้พบปัญหาจากลมที่เป่ามีความชื้นสูง ทำให้ไอออนไปถ่ายเทประจุสู่อากาศแทน จึงทำให้การทำงานไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควร

5.2 ปัญหาที่พบและวิธีการแก้ไข

ปัญหาที่พบในการดำเนินโครงการคือ ไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าไฟฟ้าสถิตบนชิ้นงานที่ใช้ในการกำจัดไฟฟ้าสถิต แนวทางแก้ไขคือ การทดสอบการทำงานด้านคุณสมบัติ โดยการกำจัดไฟฟ้าสถิตบนชิ้นงานผ่านทางเครื่องกำจัดไฟฟ้าสถิต หลังจากนั้นจึงเอาไปทดสอบการติดกับเม็ดโฟม โดยชิ้นงานที่ผ่านการกำจัดไฟฟ้าสถิตจะไม่มี การติดต่อกับเม็ดโฟมหรือติดต่อน้อยลง

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการศึกษาต่อ

จากการทดลองยังมีข้อผิดพลาดตัวเครื่องกำจัดฝุ่นและไฟฟ้าสถิต โดยเครื่องเป่าลมยังคงทำงานได้ ประสิทธิภาพไม่ตรงตามที่ต้องการ และตัวเครื่องมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น

1. ควรปรับปรุงวงจรไอออนไนเซอร์ให้ปล่อยแรงดันให้สูงขึ้นเพื่อเพิ่มจำนวนไอออนได้ดียิ่งขึ้น
2. ควรใช้ลมที่มีความดัน 5 Bar เพื่อให้กระจายรัศมีและความเร็วในการทำความสะอาดที่เพิ่มขึ้น
3. ควรเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำโครงจากท่อ PLC เป็น Aluminium Profile เพื่อความแข็งแรงและง่ายต่อการประกอบ

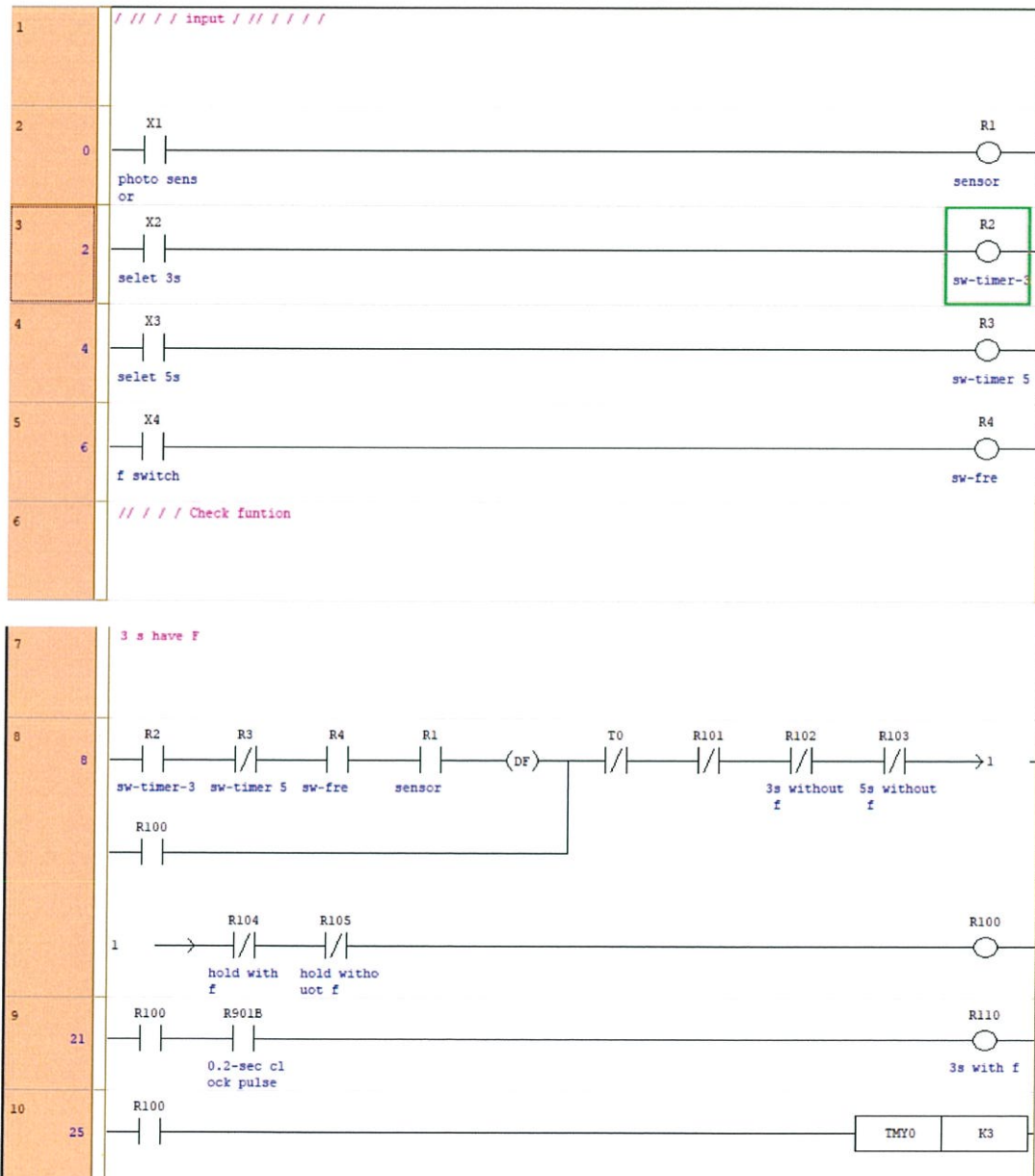
เอกสารอ้างอิง

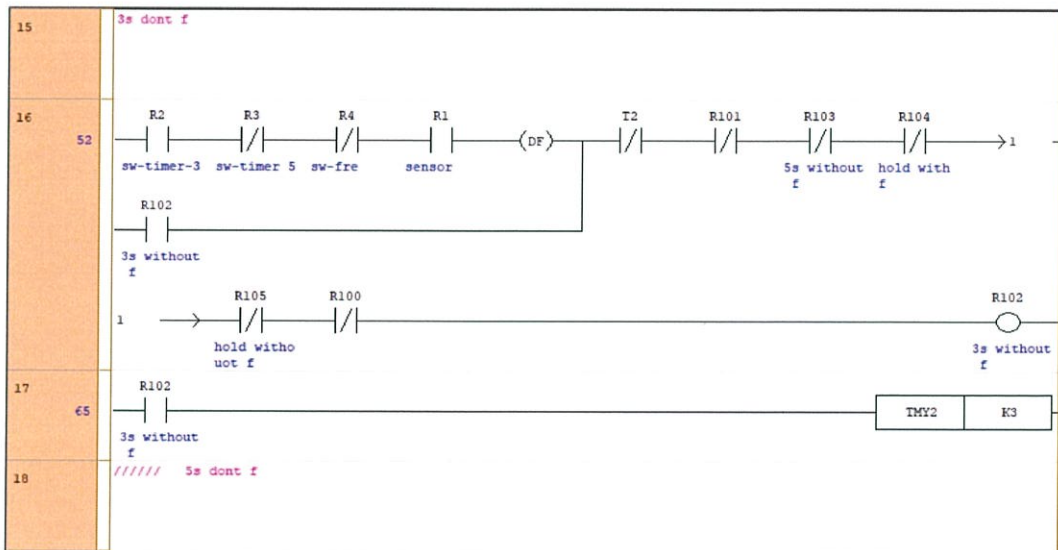
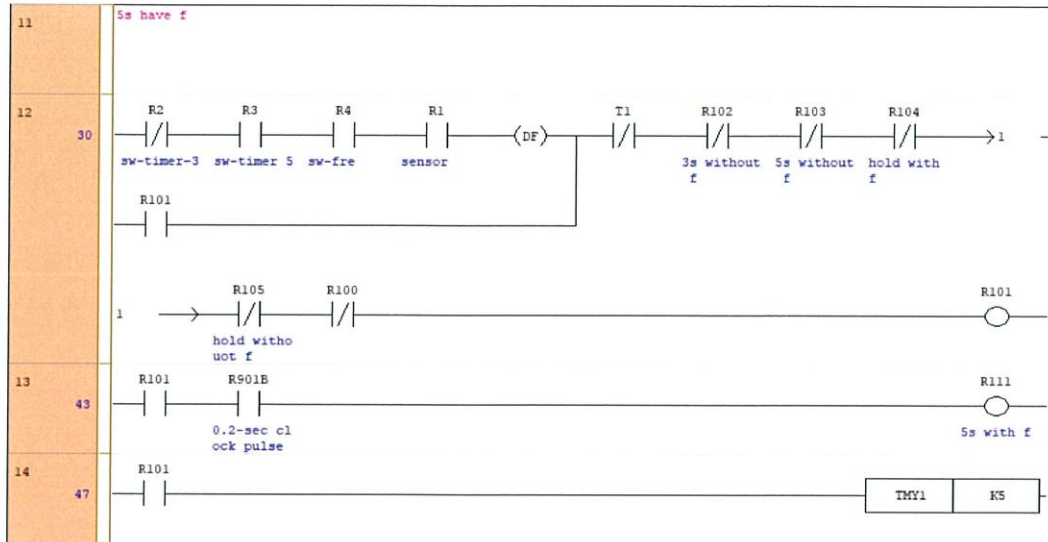
- [1] S.Arnold, “The Basic of air ionization for High – Technology manufacturing application,” [Online] (access 2018-01-15).
Available: http://www.bystat.com/page/info/article/Articles_Compliance_Engineering_sep06.pdf.
- [2] Electrostatic Solution Ltd,2012.”ESD sensitivity of electronic device”.[Online] (access 2017-12-23).
Available: http://www.electrostatic.net/ESD_Guide/technical/ESD_sensitivity.html
- [3] U.zimmermand.2009.”An air ionizer”.[Online] (access 2018-01-28).
Availble: <https://www.sciencetronics.com/geocities/electronics/projects/ionizer.html>.
- [4] J.W.Leake , “Ionic Mobility,” kayelaby[Online]. (Access: 2018-3-15).
Available: http://www.kayelaby.npl.co.uk/atomic_and_nuclear_physics/4_4/4_4_1.html
- [5] Schlichting Herrmann,and Gersten Klaus, Boundary-Layer Theory, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000
- [6] Khanacademy, “What is volume flow rate,” Khanacademy [Online]. (Access: 2018- 3-15)
Available : <https://www.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-volume-flow-rate>.
- [7] Carl Newberg, “A Study of the short term Balance Properties of Ionizers,” ESD Journal [Online]. (Access 2018-3-16)
Available: <http://www.esdjournal.com/techpapr/steinman/ionbal.html>.
- [8] IEE, “CPM study: Discharge time and offset voltage, their relationship to plate 3/geometry,” IEEExplore[Online]. (Access 2018-3-5)
Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/527281>.
- [9] Doglas W. Cooper et al. “Controlling Electrostatic of Particles in Production Equipment,”[Online]. (Access 2018-3-18)
Available: http://sonozap.com/Articles/Electrostatic_Particle_Attraction.pdf.
- [10] SalmonTek. “การเขียน Ladder Diagram,”[Online]. (Access 2018-4-2)
Available: <https://nirootgrill1.wixsite.com/salmontek/single-post/2017/07/25>.

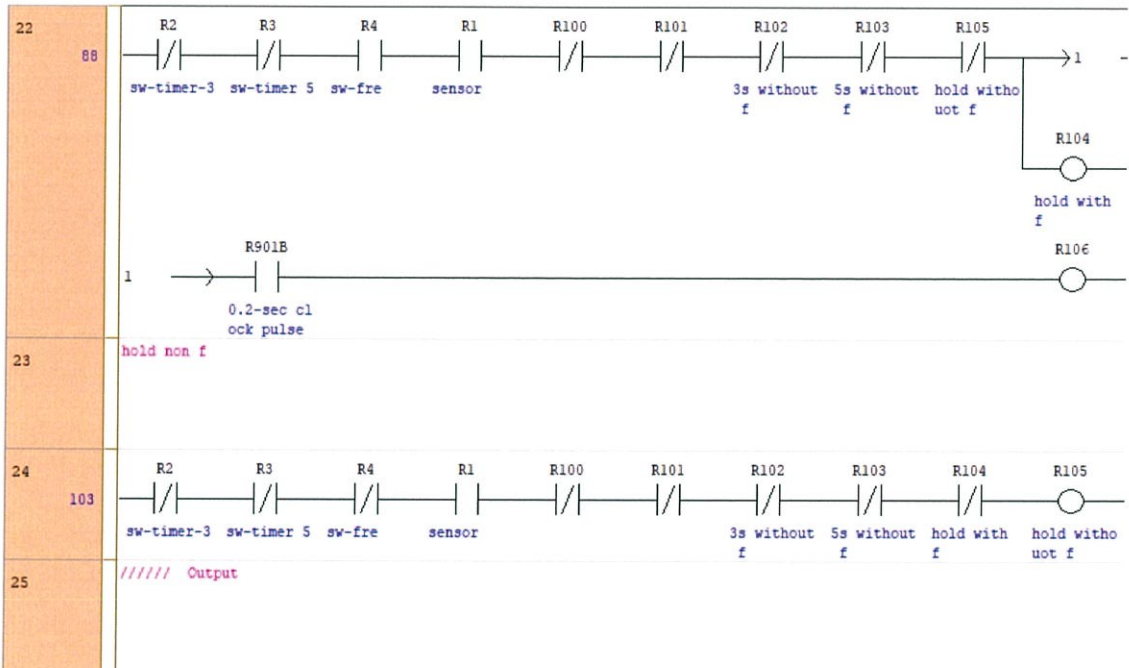
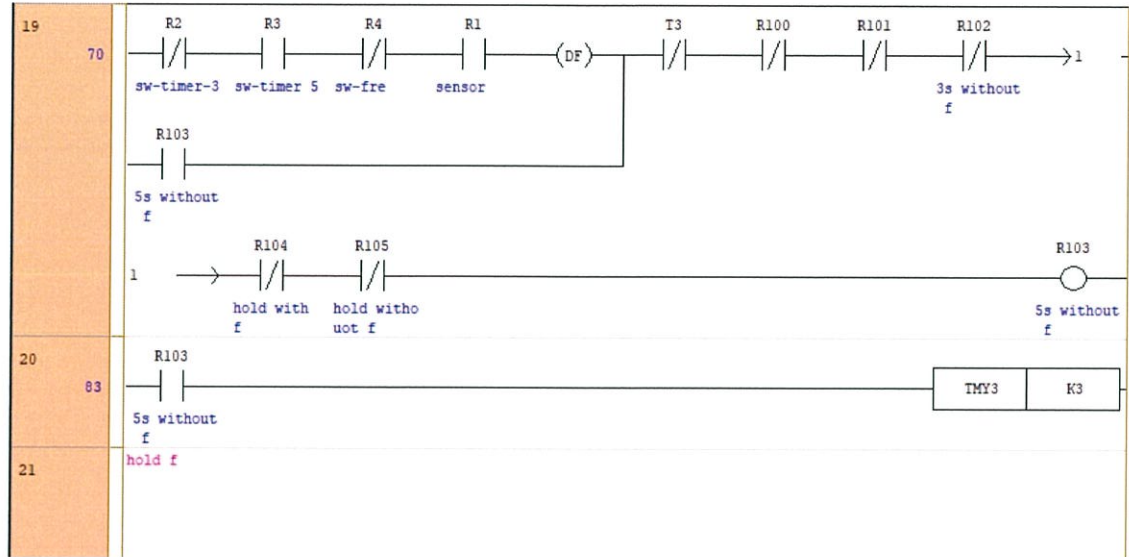
ภาคผนวก

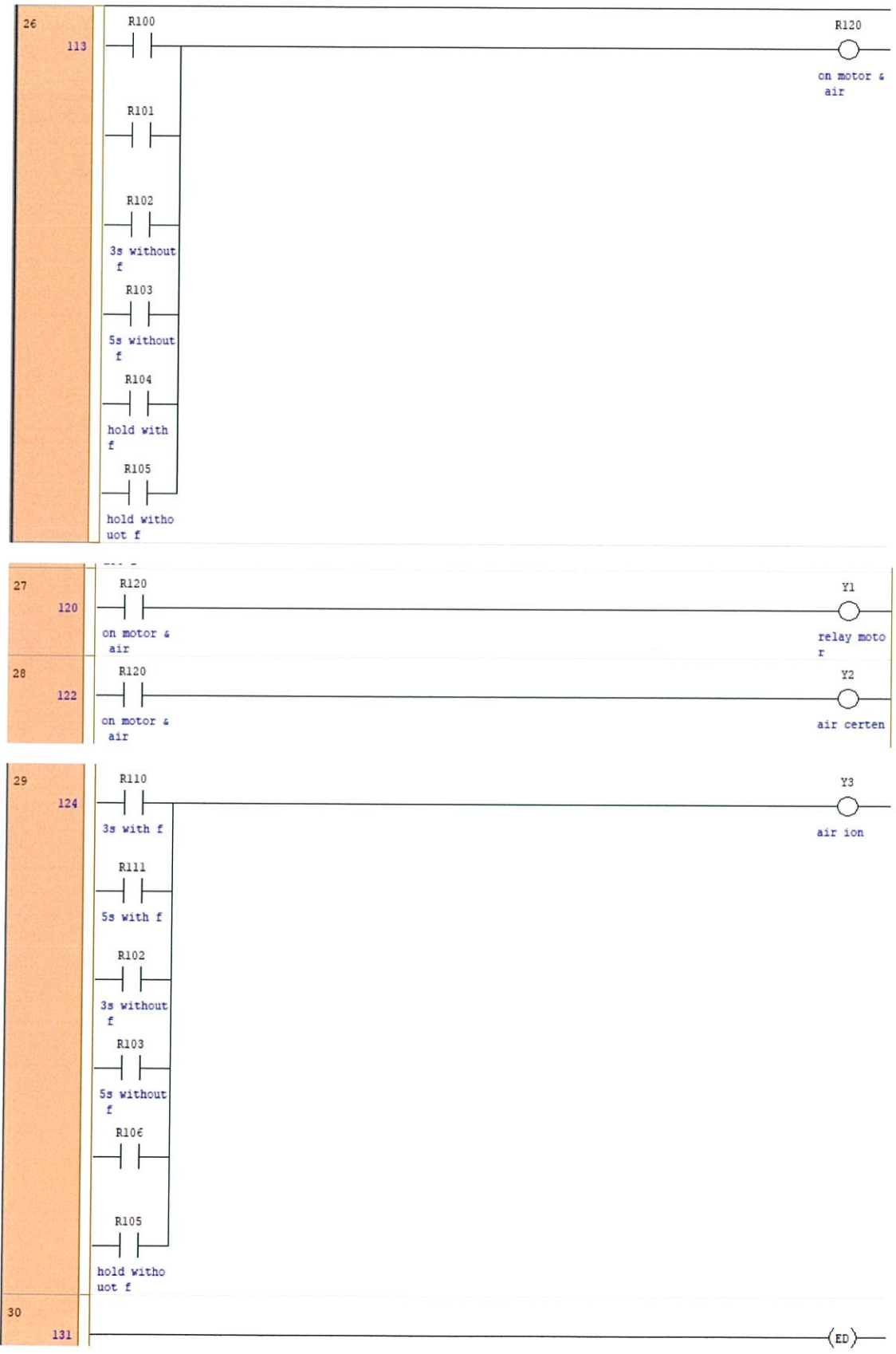
ภาคผนวก ก

Ladder Diagram ในการสั่งงาน









ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายทรงชัย เต็งรัง
วัน เดือน ปีเกิด	1 กรกฎาคม 2538 ที่กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	180 หมู่บ้านคชา ซ.เฉลิมพระเกียรติ ร.9 28 แยก 4 แขวงหนองบอน เขต ประเวศ 10250 โทร.0923988069
ประวัติการศึกษา	2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ชื่อ-นามสกุล	นายชานนท์ ทองนำ
วัน เดือน ปีเกิด	28 กรกฎาคม 2538 ที่กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	1035/19 ปรีดีพนมยงค์ 40 ถ.สุขุมวิท 71แขวงคลองตันเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพ 10110
ประวัติการศึกษา	2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ชื่อ-นามสกุล	นายชาคริต วันเสื่อ
วัน เดือน ปีเกิด	28 สิงหาคม 2538 ที่กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	32 อ่อนนุช 57 แยก 2 แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250
ประวัติการศึกษา	2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง