รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรื่อง ระบบการนับสินค้าด้วยเซ็นเซอร์นับจำนวน

System for Product by Counting Sensor

จัดทำโดย

นายอานนท์ วิรัตน์ รหัสนักศึกษา 6340703116

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาสหกิจศึกษา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2566

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ระบบการนับสินค้าด้วยเซ็นเซอร์นับจำนวน

กรณีศึกษา : บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด

System for Product by Counting Sensor

CASE STUDY: KORAT INDUSTRY COMPANY LIMITED

นายอานนท์ วิรัตน์

โครงงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

พ.ศ.2566

หัวข้อวิจัย ระบบการนับสินค้าด้วยเซ็นเซอร์นับจำนวน
ชื่อผู้วิจัย นายอานนท์ วิรัตน์
ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม
อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.พงษ์นรินทร์ ศรีพลอย
สถานที่ประกอบการ บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด
หน่วยงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา ที่บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด โรงงานน้ำตาลพิมาย ที่ตั้ง เลขที่ 111 หมู่ 8 ตำบลหนองระเวียง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา การฝึกเสมือนเป็นพนักงาน ในตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกรออโตเมชั่น ปฏิบัติหน้าที่ภายในโรงงาน

รายงานเล่มนี้เป็นการศึกษาขั้นตอน ระบบการนับสินค้าด้วยเซ็นเซอร์นับจำนวน เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานในแต่ละครั้งในสถานที่จริงและเพื่อให้เข้าใจถึงหลักการปฏิบัติงานอย่างแท้จริง จากการศึกษาและปฏิบัติงานนักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้จากทฤษฎีเกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้กับเทคนิคการปฏิบัติงานจริงได้และสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าจากการปฏิบัติงานจริงได้

จากการศึกษาและปฏิบัติงานเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าระบบการนับสินค้าด้วยเซ็นเซอร์นับจำนวนนั้นได้รับทั้งความรู้ ประสบการณ์ และขั้นตอนในการปฏิบัติงาน รวมถึงในขั้นตอนการปฏิบัติงาน สามารถนำความรู้จากที่ได้จากการปฏิบัติงานจริงมาปรับใช้ในงานอื่นๆได้

คำสำคัญ: เซ็นเซอร์นับจำนวน

Title System for Product by Counting Sensor
Researcher Mr. Arnont Wirat
Degree Bachelor of Engineering (Industrial Electrical Engineering)
Advisor Asst. Peof. Dr. Pongnarin Sriploy
Establishment Korat Industry Co., Ltd
Institute Nakhon Ratchasima Rajabhat University
Year 2023

Abstract

The Cooperative Report of internship at Korat industry company limited. The address company is 111 Moo 8, Nong Rawaeng Subdistrict, Phimai District, Nakorn Ratchasima Province. The internship experience simulating the role of an assistant automation engineer performing office duties.

This volume presents a study of the process of System for Product by Counting Sensor technology to understand the actual procedures in the workplace and grasp the principles of real-world operations. Through study and practical experience, interns can apply theoretical knowledge to practical techniques and solve specific problems encountered in real work situations.

After a 4-month period of study and practical work, it was found that the inventory counting system using sensor technology provided valuable knowledge, experience, and procedural understanding. Furthermore, interns were able to adapt the knowledge gained from practical work to other tasks and situations.

Keyword: Counting Sensor

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด โรงงานน้ำตาลพิมาย ตั้งแต่วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2567 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีคุณค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีจากความร่วมมือ และการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. นางสาวมณีวรรณ ชั่งหนอง ตำแหน่ง วิศวกรออโตเมชั่น

2. นายสุวิทย์ แพงไธสง ตำแหน่ง ผู้ช่วยหัวหน้ากะออโตเมชั่น

นอกจากนี้ยังมีบุคคลท่านอื่นๆ ที่ยังไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งได้อบรมสั่งสอนให้คำแนะนำที่ดีในการทำงานและการจัดทำรายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงและหากเนื้อหารายงานฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้ากราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำ

นายอานนท์ วิรัตน์

นักศึกษาผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2567

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... **ก**

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **ข**

กิตติกรรมประกาศ ..... **ค**

สารบัญ ..... **ง-ฉ**

สารบัญตาราง ..... **ช**

สารบัญภาพ ..... **ซ-ฎ**

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **4**

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1.1 Inductive Proximity Sensor 4

2.1.2 หลักการทำงานของ Inductive Proximity Sensor 4

2.1.3 การแบ่งประเภทโดยใช้สายของ Proximity Sensor 5

2.1.4 การแบ่งประเภทแบบ Shielded/Flush และ Non-shielded/ Non-flush 6

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

2.1.5 การแบ่งประเภทจากลักษณะการใช้งาน 7
2.1.6 ปัจจัยในการเลือก Inductive Proximity Sensor 9
2.1.7 Capacitive Proximity Sensor 16
2.1.8 หลักการทำงานของ Capacitive Proximity Sensor 16
2.1.9 ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะการตรวจจับ 17
2.1.10 การคำนวณหาระยะการตรวจจับของเซ็นเซอร์ 17
2.1.11 การคำนวณหาระยะการตรวจจับจากค่า Sn และ Sd 18
2.1.12 การเลือกใช้ Capacitive sensor แบบ Flush และ Non-Flush 19
2.1.13 โครงสร้างของ Capacitive proximity sensor 20
2.1.14 หลักการทำงานของ Siemens S7-1200 22
2.1.15 การเก็บข้อมูลดิจิตอลใน Bits, Bytes, Words, Double Word 23
2.1.16 การจัดเรียง Address ของ PLC 24
2.1.17 HMI Programming 24
2.1.18 คุณสมบัติของ HMI ในส่วนของ Hardware 25
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 28
3.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและอุปกรณ์ 28
3.2 ขั้นตอนการออกแบบกระบวนการทำงาน 29

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

3.3 หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์ 30

3.4 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมการทำงานของระบบ 32

3.5 วิธีการจำลองผล 34

3.6 ขั้นตอนการต่อวงจร 39

3.7 การเตรียมการทดลองในรูปแบบการจำลองผล 40

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 47

4.1 ขั้นตอนการทดลองในรูปแบบการจำลองผล 47

4.1.1 ถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งเข้า 47

4.1.2 ถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งออก 49

4.2 สรุปผลการทดลองในรูปแบบการจำลองผล 51

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 52

5.1 สรุปผลการวิจัย 52

5.2 ข้อเสนอแนะ 53

บรรณานุกรม ..... ฏ

ประวัติผู้วิจัย ..... ฐ

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางแสดงชนิดของโลหะที่มีผลกับ Inductive Proximity Sensor.....9

2.2 ตารางพื้นที่ Address ของแต่ละตัว.....24

3.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์.....30

3.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ (ต่อ).....31

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ส่วนประกอบของ Inductive Proximity Sensor 5

2.2 Inductive Proximity Sensor ชนิด 2 สาย 5

2.3 Inductive Proximity Sensor ชนิด 3 สาย 6

2.4 แบบ Shielded/Flush 6

2.5 แบบ Non-shielded/ Non-flush..... 7

2.6 Factor ในการคูณระยะตรวจจับเมื่อใช้งานกับวัตถุในแต่ละชนิด 7

2.7 ค่าระยะทางตรวจจับสูงสุด (Sd) ที่ตัว Proximity Sensor สามารถตรวจจับได้ของ M12 .. 10

2.8 การคำนวณหาค่าความถี่สูงสุดในการตรวจจับของ Proximity Sensor..... 11

2.9 ขนาดของ Inductive Proximity Sensor และ Capacitive Proximity Sensor (Housing size).....11

2.10 วงจร NPN และ PNP ของ Proximity Sensor แบบคอนเน็คเตอร์ และแบบมีสาย 12

2.11 NPN เอาท์พุทออกมาเป็นไฟลบ (-) เรียกอีกอย่างว่า SINK ต้องต่อไฟบวก (24VDC) รอที่โหลดหรือ Common PLC..... 13

2.12 PNP เอาท์พุทออกมาเป็นไฟบวก (24VDC) เรียกอีกอย่างว่า SOURCE ต้องต่อไฟลบ (-) รอที่โหลดหรือ Common PLC..... 13

2.13 กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Close (NC) ที่เอาท์พุตของเซ็นเซอร์เป็นแบบ PNP 14

2.14 กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Close (NC) ที่เอาท์พุตของเซ็นเซอร์เป็นแบบ NPN..... 15

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.15 กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Open (NO) ที่เอาท์พุตของเซ็นเซอร์เป็นแบบ PNP 15

2.16 กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Open (NO) ที่เอาท์พุตของเซ็นเซอร์เป็นแบบ NPN 16

2.17 ค่า Factor เพื่อใช้คำนวณกับระยะ Sensing distance ของเซ็นเซอร์ เมื่อใช้ตรวจจับวัตถุแต่ละชนิด 17

2.18 การปรับค่าความไวในการตรวจจับได้โดยการใช้ไขควงพลาสติก 18

2.19 ความแตกต่างระหว่างค่า Sn (S) และค่า Hysteresis (H) 19

2.20 Capacitive Proximity Sensors แบบ Flush type และ Non-Flush type 20

2.21 การติดตั้ง Capacitive Proximity Sensors แบบ Flush type และ Non-Flush type .. 21

2.22 การติดตั้ง Capacitive Proximity Sensors แบบหันหน้าเซนเซอร์เข้าหากัน 21

2.23 แสดงสถานะการทำงานด้วยการ Online CPU จากหน้าโปรแกรม 22

2.24 แสดงสถานะการทำงาน Online จากตัว CPU 23

2.25 การเชื่อมต่อระหว่าง HMI กับ PLC และอุปกรณ์อื่นๆ 25

3.1 กระบวนการทำงานของระบบ 29

3.2 แสดงแบบโปรแกรมการทำงานของระบบ 32

3.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมการนับกระสอบฝั่งทางเข้าโกดัง 33

3.4 แสดงการทำงานของโปรแกรมการนับกระสอบฝั่งทางออกจากโกดัง 33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.5 แสดงการทำงานของโปรแกรมโดยการนำค่าตัวแปร Count_IN ลบค่าตัวแปร Count_OUT 34

3.6 Compile โปรแกรมเพื่อประมวลผล 35

3.7 ผลลัพธ์ของ Compile 35

3.8 เริ่ม Start simulation 36

3.9 แสดงหน้าต่างตั้งค่าเพื่อหาตัวแบบจำลอง PLC 36

3.10 แสดงหน้าต่างการโหลดข้อมูลลงที่ตัวแบบจำลอง PLC 37

3.11 แสดงหน้าต่างแจ้งสถานะการทำงาน 37

3.12 Compile ส่วนของหน้าจอ Touch Screen และ Start simulation 38

3.13 แสดงแบบจำลองหน้าจอ Touch Screen 38

3.14 การต่อวงจรเซ็นเซอร์การนับ 39

3.15 แสดงการ Download ข้อมูลลงที่ตัว PLC 40

3.16 แสดงการ Download ข้อมูลลงที่หน้าจอ Touch Screen 41

3.17 แสดงการต่อวงจรแปลงไฟจาก 220/240 VAC เป็น 24 VDC 42

3.18 การต่อไฟเลี้ยง 0 และ +24VDC ที่อุปกรณ์ Terminal Block 42

3.19 แสดงการต่อไฟเลี้ยงให้กับ PLC การต่อวงจรให้กับ PLC และการส่งข้อมูลให้กับ PLC 43

3.20 แสดงการต่อไฟเลี้ยงให้กับหน้าจอ Touch Screen และการส่งข้อมูลให้กับหน้าจอ Touch Screen 44

3.21 การต่อวงจรของ Capacitive Proximity Sensor เข้ากับ PLC 45

3.22 การต่อใช้งานซีเล็คเตอร์สวิตช์เข้ากับ PLC 45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.23 การต่อใช้งานหลอดไฟ LED AC/DC 24V 46

4.1 แสดงสถานะไฟสีเขียว เมื่อมีกระสอบผ่านที่เซ็นเซอร์นับจำนวนฝั่งเข้า..... 47

4.2 หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลถุงที่ 1 เมื่อถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งเข้า.... 48

4.3 แสดงถุงน้ำตาลที่อยู่ในโกดังสินค้า..... 48

4.4 หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลทั้งหมด 5 ถุง เมื่อถุงน้ำตาลอยู่ในโกดังสินค้า 49

4.5 แสดงสถานะไฟสีเขียว เมื่อมีกระสอบผ่านที่เซ็นเซอร์นับจำนวนฝั่งออก..... 49

4.6 หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาล เมื่อถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งออก 50

4.7 แสดงถุงน้ำตาลที่ออกจากโกดังสินค้า..... 50

4.8 หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลทั้งหมด 5 ถุง เมื่อถุงน้ำตาลออกจากโกดังสินค้า.. 51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในโลกของการทำธุรกิจหรืออุตสาหกรรมในปัจจุบันนี้มีการนำระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามาใช้งานมากขึ้น เป็นระบบที่ช่วยลดการใช้กำลังคนและช่วยควบคุมการทำงานให้มีประสิทธิภาพได้ตลอด 24 ชั่วโมงและระบบควบคุมอัตโนมัตินี้ช่วยให้การทำงานง่าย สะดวก และปลอดภัยมากขึ้น ช่วยการลดความเสี่ยงที่เกิดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ได้ ดังนั้นหากผู้ผลิตสินค้ามองเห็นศักยภาพในระบบควบคุมอัตโนมัติ ว่าสามารถช่วยให้ธุรกิจเติบโตอย่างก้าวกระโดด นอกจากนี้ระบบควบคุมอัตโนมัติยังสามารถติดตามและตรวจสอบการทำงานได้อย่างเป็นระบบ ในทุกๆ ขั้นตอนการผลิต

บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด โรงงานน้ำตาลพิมาย ที่ตั้ง เลขที่ 111 หมู่ 8 ตำบลหนองระเวียง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา บริษัทดำเนินการผลิตภัณฑ์ธุรกิจน้ำตาล จากการศึกษากระบวนการทำงานของการลำเลียงกระสอบน้ำตาลเข้าโกดังสินค้าและออกจากโกดังสินค้า พบปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานดังกล่าว ทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากการนับจำนวนกระสอบน้ำตาล ส่งผลให้ไม่ทราบจำนวนกระสอบน้ำตาลที่เข้าโกดังสินค้า หรือออกจากโกดังสินค้าที่แน่ชัด เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้น จากที่ได้ศึกษาที่โกดังสินค้าของบริษัทอุตสาหกรรมโคราช ปรากฏว่า ใช้เป็นเซ็นเซอร์และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control) โดยให้แสดงผลการทำงานผ่าน Touch Screen จึงได้เริ่มศึกษาและหาตัวอย่างเซ็นเซอร์, โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control) มาทดลองและแสดงผลกับ Touch Screen

ดังนั้นจากการศึกษาปัญหาดังกล่าว ที่กล่าวมาข้างต้นเกิดขึ้นในกระบวนการลำเลียงกระสอบน้ำตาล จึงได้นำเซ็นเซอร์มาใช้ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบและยังลดความผิดพลาดจากการนับจำนวน

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากการนับจำนวนกระสอบน้ำตาล

2) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบมากขึ้น

3) เพื่อศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์

4) เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ และได้รับประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ใช้ Capacitive Proximity Sensor ทดสอบร่วมกับอุปกรณ์ Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1217c DC/DC/DC

2) แสดงผลผ่าน Siemens KTP700 Basic

3) ตั้งแต่วันที่ 29 ธันวาคม 2566 ถึง วันที่ 5 เมษายน 2567

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2) ออกแบบแผนภาพแสดงกระบวนการทำงานของโปรแกรม

3) ออกแบบโปรแกรมกระบวนการทำงาน

4) ทดสอบต่อใช้งานจริง

5) ทำการสรุปผลการศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถนำไปใช้งานจริงได้

2) ลดข้อผิดพลาดจากการนับจำนวนกระสอบน้ำตาล

3) สามารถนำเอาความรู้ไปต่อยอดได้

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

หัวข้อ	ธ.ค. 2566				ม.ค. 2567				ก.พ. 2567				มี.ค. 2567				เม.ย. 2567			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. เสนอหัวข้อวิจัย																				
2. เก็บข้อมูล/ Data																				
3. สำรวจ/ Drawing																				
4. นำเสนอ โครงการ/ ผจก. พิจารณา																				
5. ดำเนินการตาม แผนที่วางไว้																				
6. ตรวจมอบ โครงการ																				
7. รายงานการ ประชุมผู้บริหาร																				

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยส่วนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

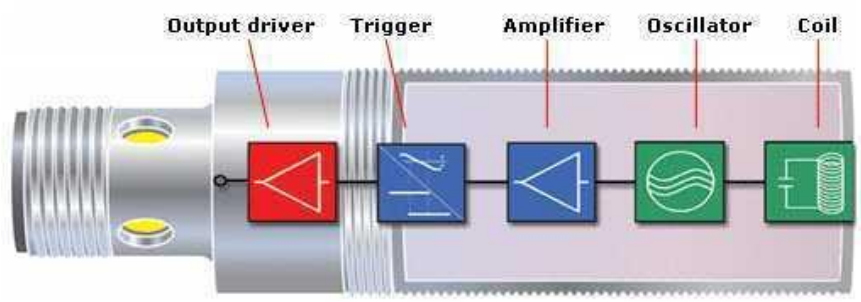
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Inductive Proximity Sensor

Inductive Proximity Sensor คือเซ็นเซอร์ประเภทหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานตรวจจับวัตถุประเภท “โลหะ” ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุในระยะที่กำหนดได้โดยไม่มีการสัมผัสกับตัวของวัตถุ ด้วยการกำหนดระยะของวัตถุนั้นมีความเกี่ยวเนื่องกับชนิดและขนาดของวัตถุที่ต้องการตรวจจับหรือกล่าวได้ว่าระยะค่าการตรวจจับของเซ็นเซอร์นั้นถูกนำมาคำนวณได้โดยอาศัยค่าแฟกเตอร์ (Factor) จากวัตถุ

2.1.2 หลักการทำงานของ Inductive Proximity Sensor

Inductive Proximity Sensor ใช้หลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในการทำงาน โดยที่มาของสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้น เกิดจากบริเวณส่วนหัวของเซ็นเซอร์ ซึ่งภายในมีขดลวด (Coil) ที่คอยทำหน้าที่ปล่อยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงซึ่งขดลวดนั้นได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากวงจรกำเนิดความถี่ (Oscillator) เพื่อคอยตรวจจับโลหะที่เคลื่อนที่ผ่านเข้ามา และเมื่อชิ้นงานอยู่ในระยะที่เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ ซึ่งทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลท Oscillate หรือ ในบางครั้งอาจถึงจุดการหยุดออสซิลเลท ในขณะที่เกิดการหน่วงหรือการหยุดออซิเลทนั้นวงจรขยาย (Amplifier) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเพื่อส่งต่อไปยัง วงจรทริกเกอร์ (Trigger) ซึ่งวงจรนี้มีหน้าที่เปลี่ยนแปลงสถานะของวงจร Output ว่าให้มีการทำงานหรือหยุดการทำงาน



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของ Inductive Proximity Sensor

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2.1.3 การแบ่งประเภทโดยใช้สายของ Proximity Sensor

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้งาน Inductive Proximity Sensor นั้น คือ รูปแบบการเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้า โดยปกติตัว Inductive Proximity Sensor มีแบบ 2 สาย และแบบ 3 สาย ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน

1) ชนิดแบบ 2 สาย

ชนิดแบบ 2 สาย เป็นแบบ AC หรือ DC ที่มาสถานะเป็น NO หรือ NC ก็ได้

ภาพที่ 2.2 Inductive Proximity Sensor ชนิด 2 สาย

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2) ชนิดแบบ 3 สาย

ชนิดแบบ 3 สาย เป็น Inductive Proximity Sensor ที่เป็นแบบใช้งานกับไฟ DC โดยมี Output เป็นแบบ PNP หรือ NPN และมีสถานะทั้ง 2 แบบ คือ NO หรือ NC ก็ได้

ภาพที่ 2.3 Inductive Proximity Sensor ชนิด 3 สาย

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2.1.4 การแบ่งประเภทแบบ Shielded/Flush และ Non-shielded/ Non-flush

1) แบบ Shielded/Flush

แบบ Shield/Flush หรือ แบบหัวเรียบ นิยมใช้ในงานที่สามารถติดตั้ง Inductive Proximity Sensor ฝังเข้าไปในอุปกรณ์จับยึดที่เป็นโลหะได้ โดย Inductive Proximity Sensor ไม่มีการส่งสัญญาณตรวจจับกับวัตถุที่ใช้จับยึด

ภาพที่ 2.4 แบบ Shielded/Flush

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2) แบบ Non-shielded/ Non-flush

แบบ Non-Shielded หรือ Non- Flush หรือแบบหัวยื่น ไม่สามารถติดตั้งแบบฝังเข้าไปในโลหะที่จับยึดได้ เนื่องจาก Inductive Proximity Sensor นี้มีการตรวจจับวัตถุรอบตัวตลอดการทำงาน รวมถึงตรวจจับส่วนจับยึดเช่นกัน จึงอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของสถานะ output ได้

ภาพที่ 2.5 แบบ Non-shielded/ Non-flush

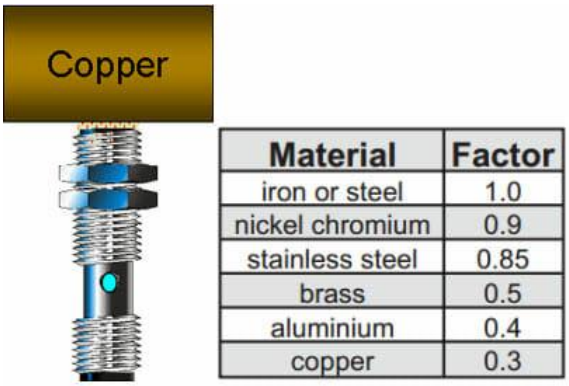
ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2.1.5 การแบ่งประเภทจากลักษณะการใช้งาน

การแบ่งประเภทของ Inductive Proximity Sensor ตามรูปแบบหรือลักษณะการใช้งานของประเภทนั้นๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1) Factor 1 Proximity Sensor

Inductive Proximity Sensor นั้นสามารถตรวจจับวัตถุได้ โดยอาศัยหลักการทำงานของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อระยะการตรวจจับนั้นก็คือ ชนิดของวัตถุที่ใช้ในการตรวจจับ ตัวอย่างเช่น ถ้าระยะตรวจจับอยู่ ที่ 10 mm เป็นการอ้างอิงกับวัตถุที่เป็นเหล็กเท่านั้น แต่ถ้าเป็นอลูมิเนียมระยะลดลงไป 50% เท่ากับระยะตรวจจับที่ 5 mm แต่มีรุ่นหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในแบบพิเศษ โดยรุ่นนี้มีชื่อว่า Factor 1 สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะทุกชนิดได้ในระยะที่เท่ากันทั้งหมด



Material	Factor
iron or steel	1.0
nickel chromium	0.9
stainless steel	0.85
brass	0.5
aluminium	0.4
copper	0.3

ภาพที่ 2.6 Factor ในการคูณระยะตรวจจับเมื่อใช้งานกับวัตถุในแต่ละชนิด

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2) Mini Size Proximity Sensor

สำหรับงานตรวจจับวัตถุบางประเภท ขนาดของเซ็นเซอร์ทั่วไปอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากมีขนาดที่ใหญ่หรือมีน้ำหนักที่มากเกินไป จึงทำให้ไม่เหมาะสมกับเครื่องจักรบางประเภท Proximity Sensor ที่เป็นแบบ Miniature Proximity Sensor จึงได้ถูกออกแบบมาสำหรับงานเฉพาะเจาะจง โดยมีน้ำหนักเบาเพียง 0.7 กรัม และ เหมาะสำหรับงานที่มีแรงสั่นสะเทือนค่อนข้างมาก

โดยการติดตั้ง mini size proximity สามารถทำได้ง่าย และ สามารถติดตั้งรวมเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีพื้นที่แคบ เหลือไว้สำหรับติดตั้งตัวเซ็นเซอร์ เช่น ตัวลิเนียร์สไลด์ หรือวาล์ว กระบอกลม หรือ การตรวจจับตำแหน่งของแขนหุ่นยนต์ ซึ่งทำให้เราสามารถลดขนาดพื้นที่ในการติดตั้งได้ ถึงแม้ว่าจะมีขนาดที่เล็ก โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 mm, 4 mm, 5 mm และ 6 mm เท่านั้น แต่ก็ไม่ได้มีปัญหาเรื่องของความแข็งแรงของตัวเซ็นเซอร์ เนื่องจากโครงสร้างทำจากสแตนเลสสตีล

3) Stainless steel (food grade)

สำหรับงานที่ต้องรักษาความสะอาดของกระบวนการผลิต โดยปราศจากการการสะสมของเชื้อโรคนั้น จึงจำเป็นต้องมี Proximity ที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยเฉพาะ เพื่อตอบสนองจุดประสงค์และให้เป็นไปตามมาตรฐานการผลิตต่างๆ เช่น GMP, HACCP ซึ่งถ้าใช้ Proximity ที่ไม่ตรงประเภทก็อาจเกิดปัญหาในการทำงานได้ ตัวอย่างเช่น ในกระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่มมีโอกาสที่ Proximity sensor อาจไปสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ หรือสารเคมีต่างๆ ได้

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีของ Proximity sensor ที่สามารถใช้งานในสภาวะแวดล้อมเหล่านี้ได้ เช่น Proxinox Stainless Steel Sensor เป็น Proximity Sensor ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในกระบวนการเหล่านี้โดยเฉพาะ โดยมีคุณสมบัติพิเศษ เช่น ไม่มีการแสดงผล LED ที่เป็นแบบออกจากรู ซึ่งโดยปกติจะมีร่องให้แสงส่องออกมาบริเวณนั้น ซึ่งอาจเป็นแหล่งเพาะเชื้อได้ จึงมีการปรับการออกแบบให้แสงส่องผ่านพลาสติกใสของคอนเน็คเตอร์แทน

ด้วยโครงสร้างที่ทำจาก Stainless Steel 1.4571 เป็นวัสดุที่สามารถใช้ในงานอาหารและเครื่องดื่มได้ อีกทั้งยังใช้หน้าคอนแท็กที่เคลือบด้วยทองคำ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนที่ขั้วต่อ สุดท้ายเป็นเรื่องของป้ายแสดงข้อมูลต่างๆ ใช้แสงเลเซอร์ในการทำขึ้นบนผิว โดยไม่มีการใช้แผ่นกระดาษ หรือพลาสติก ในการติดเพื่อป้องกันการหลุดล่วงที่อาจเกิดขึ้นได้

4) Proximity Sensor Analog output

ในการตรวจจับตำแหน่งของวัตถุหรือชิ้นงานที่ต้องการความละเอียดสูง ถึงขั้นรู้ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับตัวเซ็นเซอร์ Proximity Sensor ที่เรารู้จักกันโดยทั่วๆ ไปไม่สามารถทำงานหรือตอบโจทย์งานแบบนี้ได้ เนื่องจากโครงสร้างของเอาท์พุทเป็นแบบเปิดหรือปิดเท่านั้น

แต่ปัจจุบันมี Proximity Sensor แบบ Inductive Distance Sensor ที่สามารถนำมาใช้งานในลักษณะนี้ได้ คือการวัดระยะห่างแบบใกล้ๆ ของวัตถุกับตัวเซ็นเซอร์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับชิ้นงาน

ซึ่ง Inductive Distance Sensor สัญญาณเอาท์พุทที่เป็นแบบอนาล็อก เช่น แรงดัน 0-10VDC หรือกระแส 4-20mA โดยแปรผันตามระยะห่างของวัตถุกับตัวเซ็นเซอร์ การใช้งานเซ็นเซอร์ประเภทนี้นิยมใช้ใน การเฝ้าดูระยะห่างของการเคลื่อนที่ หรือระยะการปั้มชิ้นงาน การล็อคชิ้นงาน หรือการดูความ Balance ของเครื่องจักรต่างๆ

2.1.6 ปัจจัยในการเลือก Inductive Proximity Sensor

1) ประเภทของชิ้นงาน

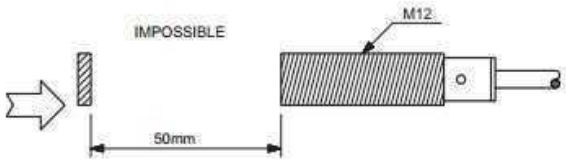
Material	Sensing Range
เหล็ก (Steel, Fe360)	1.00 x อัตราระยะตรวจจับ
สแตนเลส (Stainless Steel)	0.6 – 1.0 x อัตราระยะตรวจจับ
อลูมิเนียม (Aluminum)	0.30 – 0.45 x อัตราระยะตรวจจับ
ทองเหลือง (Brass)	0.35 – 0.50 x อัตราระยะตรวจจับ
ทองแดง (Copper)	0.25 – 0.45 x อัตราระยะตรวจจับ

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงชนิดของโลหะที่มีผลกับ Inductive Proximity Sensor

ชนิดของโลหะมีความสัมพันธ์กับระยะการตรวจจับ เซ็นเซอร์มีระยะในการตรวจจับวัตถุแต่ละชนิดไม่เท่ากัน โดยสามารถเลือก ระยะในการตรวจจับ Sensing Distance ให้มีความสัมพันธ์กับชนิดของโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง ซึ่งสามารถเอา Factor มาเป็นตัวคูณเพื่อคำนวณหาระยะทางที่แท้จริงในการตรวจจับ

2) ระยะทางในการตรวจจับ

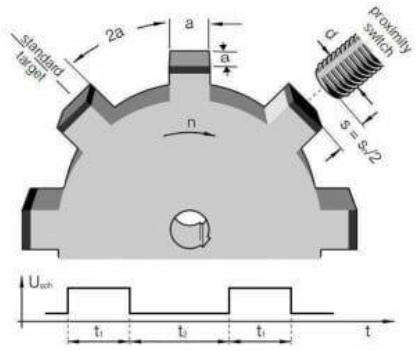
พิจารณา 2 ค่า คือ (Sn), (Sd) ซึ่งแต่ละค่ามีความหมายดังนี้ **(Sn) หรือ Normal Sensing Distance** เป็นค่าของระยะในการตรวจจับ ตามมาตรฐานที่ถูกทดสอบกับแผ่นมาตรฐาน ตาม **IEC 947-5-2** โดยเป็นระยะที่สามารถตรวจจับได้จริง **(Sd) หรือ Sensing Distance** เป็นค่าระยะในการตรวจจับสูงสุดที่มีความเป็นไปได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของ Coil ภายใน **Inductive Proximity Sensor** โดยไม่ควรนำค่านี้มาพิจารณาในการเลือกใช้งานตรวจจับในระยะปกติ แต่ควรใช้พิจารณาถึงโอกาสที่มีวัตถุไม่พึงประสงค์ผ่านเข้ามาในระยะตรวจจับเท่านั้น



ภาพที่ 2.7 ค่าระยะทางตรวจจับสูงสุด (Sd) ที่ตัว Proximity Sensor สามารถตรวจจับได้ของ M12
ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

3) ความถี่ในการตรวจจับหรือ Switching Frequency

ส่วนนี้เป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในเรื่องของการเลือกใช้งาน Inductive Proximity Sensor โดยพิจารณาจากความเร็วสูงสุดของวัตถุหรือชิ้นงานที่วิ่งผ่านด้านหน้าของ Inductive Proximity Sensor โดยที่เซ็นเซอร์นั้นยังคงตรวจจับและวัดค่าได้อย่างแม่นยำ ตัวอย่างเช่น การใช้งาน Inductive Proximity Sensor ในงานตรวจจับความเร็วรอบของเฟืองที่ต้องพิจารณาเรื่องความถี่ ถ้าเป็น Proximity ที่มี Switching Frequency 1 kHz มีความเร็วในการตรวจจับชิ้นงานที่ 1 ms หรือ 1000 ชิ้นต่อวินาที

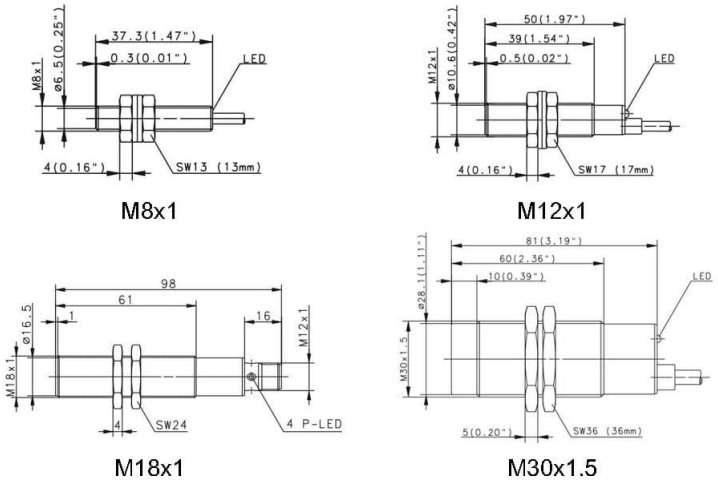


ภาพที่ 2.8 การคำนวณหาค่าความถี่สูงสุดในการตรวจจับของ Proximity Sensor

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

4) ขนาดของ Inductive Proximity Sensor และ Capacitive Proximity Sensor (Housing size)

ขนาดเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องระยะทางในการตรวจจับหรือ ค่า (Sn) โดยที่นิยมใช้งาน ส่วนมากนั้นมีขนาดบอกเป็นหน่วย Metrix คือ M8x1, M12x1, M18x1, M30x1.5 ซึ่งเป็นรูปทรงกระบอกมีเกลียว โดยถ้ามีขนาดเล็กให้ ค่า Sn ที่ใกล้กว่าที่มีขนาดใหญ่ ในส่วนของทรงสี่เหลี่ยมส่วนใหญ่แล้วมีรูปร่างที่ไม่เป็นมาตรฐานขึ้นอยู่กับแต่ละผู้ผลิต



ภาพที่ 2.9 ขนาดของ Inductive Proximity Sensor และ

Capacitive Proximity Sensor (Housing size)

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

5) แบบสายหรือคอนเน็คเตอร์

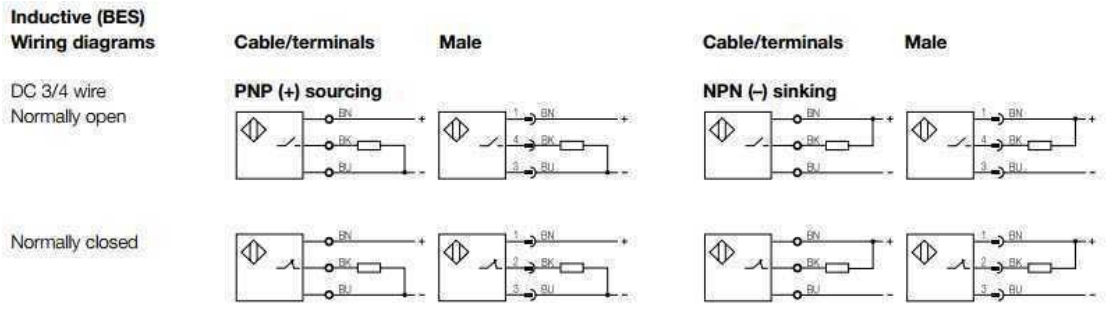
การเลือก Inductive Proximity Sensor และ Capacitive Proximity Sensor ประเภทที่มีสายในตัวและแบบใช้คอนเน็คเตอร์ โดยชนิดของสายขึ้นอยู่กับพื้นที่ในการติดตั้งว่ามีสภาวะแวดล้อมเป็นแบบใด มีน้ำมันหรือสาระระเหยที่มีผลต่อวัสดุที่นำมาใช้ทำสายไฟหรือไม่ โดยวัสดุมาตรฐานที่ใช้ทำสายไฟเป็นแบบ PVC หรือหากต้องการความทนทานมากขึ้นจะเหมาะกับแบบ PU มากกว่า ส่วนรุ่นที่เป็น Connector นั้นมีโครงสร้างหรือวัสดุเป็นแบบเดียวกับสายเพียงแต่ใช้ Connector ขนาด M8 หรือ M12 ต่อกับตัว Proximity Sensor แทนเพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้งและบำรุงรักษา

6) แหล่งจ่ายไฟ Power Supply

การเลือกใช้งานแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงสำหรับเซ็นเซอร์นั้นขึ้นอยู่กับหน้างานและตัวควบคุมที่รับสัญญาณจากตัวเซ็นเซอร์ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ คอนโทรลเลอร์เป็นพวก PLC, Counter, Timer, Pulse Meter ใช้แหล่งจ่ายไฟชนิด DC 10-30V ซึ่งมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานมากกว่า แต่ถ้าโหลดเป็นอุปกรณ์ที่เป็น AC เช่น Coil AC 220VAC ก็สามารถใช้เซ็นเซอร์ที่ใช้แหล่งจ่ายไฟแบบ AC 220V ได้ เช่นกัน แต่ต้องใช้ความระมัดระวังในการต่อสายให้ถูกต้อง

7) สัญญาณเอาท์พุต NPN หรือ PNP

เซ็นเซอร์ที่มีสัญญาณเอาท์พุตเป็นแบบ NPN หรือ PNP หรือบางครั้งมีผู้ใช้งานบางส่วนเรียก common – หรือ common + ซึ่งจริงๆ แล้ว NPN นั้นก็คือ common – และ PNP นั้นก็คือ common +

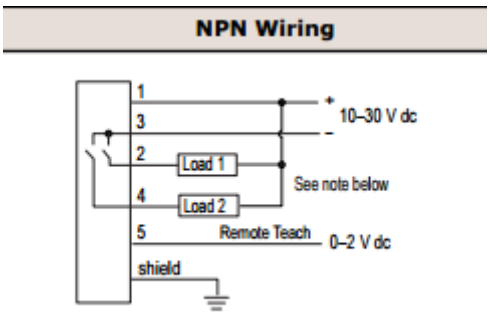


ภาพที่ 2.10 วงจร NPN และ PNP ของ Proximity Sensor แบบคอนเน็คเตอร์ และแบบมีสาย

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

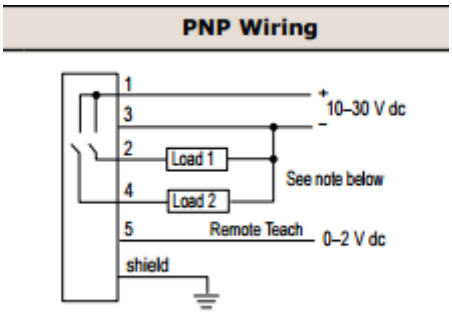
NPN กับ PNP แตกต่างกันอย่างไร

เนื่องจากเซ็นเซอร์ที่ใช้งานนั้นเป็นดิจิตอลเอาท์พุทแบบ ทรานซิสเตอร์ (Transistor) 3 สาย ซึ่งทรานซิสเตอร์สามารถแบ่งตามโครงสร้างได้ 2 ประเภทคือ NPN และ PNP หรือเรียก PNP ว่าเป็น Positive logic และเรียก NPN ว่า Negative logic



ภาพที่ 2.11 NPN เอาท์พุทออกมาเป็นไฟลบ (-) เรียกอีกอย่างว่า SINK ต้องต่อไฟบวก (24VDC) รอที่โหลดหรือ Common PLC

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com



ภาพที่ 2.12 PNP เอาท์พุทออกมาเป็นไฟบวก (24VDC) เรียกอีกอย่างว่า SOURCE ต้องต่อไฟลบ (-) รอที่โหลดหรือ Common PLC

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

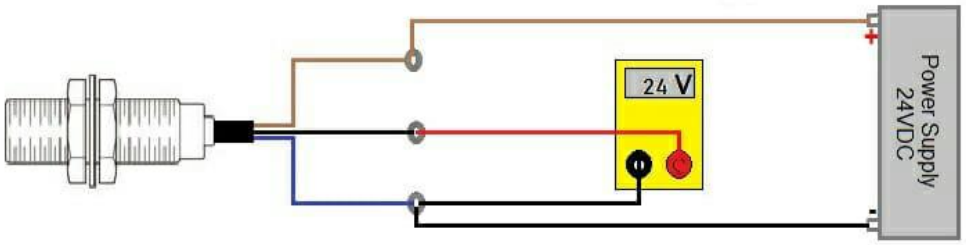
8) Switching Function NO หรือ NC

Switching Function หรือบางครั้งเรียกว่า ปกติเปิด (NO) หรือปกติปิด (NC) การเลือกใช้งานในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นการทำงานของตัวเซ็นเซอร์ โดยในกรณีที่เป็นการต่อตัวเซ็นเซอร์ในวงจรที่เป็น**การตัดการทำงานหรือส่วนของการป้องกันนิยมใช้แบบ Normally Close (NC)** หรือปกติปิด แต่ถ้าเป็นวงจรทริกเกอร์ทั่วไป เช่น **การเริ่มวงจร, การนับจำนวน นิยมใช้งานเป็นแบบ Normally Open (NO)** หรือปกติเปิด นอกจากนี้ในเซ็นเซอร์บางรุ่นอาจมีทั้งสองวงจรภายในตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับการต่อสาย

วิธีการตรวจสอบหน้าสัมผัส NO และ NC

สำหรับในกรณีที่ไม่ทราบว่า Sensor มีเอาท์พุทเป็นฟังก์ชันการทำงานแบบ NC หรือ NO ซึ่งสามารเช็คได้โดยใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ดังนี้

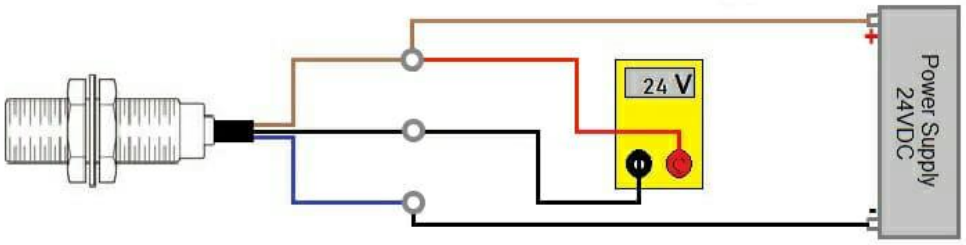
- **กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Close (NC)**



ภาพที่ 2.13 กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Close (NC) ที่เอาท์พุตของเซ็นเซอร์เป็นแบบ PNP

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

เอาท์พุทเซ็นเซอร์เป็น PNP เมื่อวัดแรงไฟฟ้าระหว่างสายไฟลบ – (สายสีน้ำเงิน) กับ สายสัญญาณเอาท์พุท (สายสีดำ) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟ (24VDC)

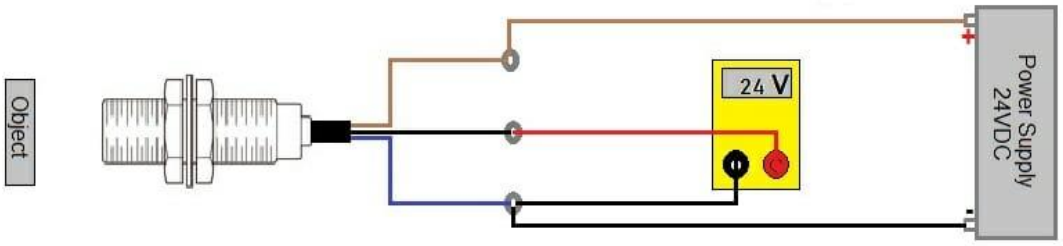


ภาพที่ 2.14 กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Close (NC) ที่เอาท์พุตของเซ็นเซอร์เป็นแบบ NPN

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

เอาท์พุทเซ็นเซอร์เป็น NPN เมื่อวัดแรงไฟฟ้าระหว่างสายไฟบวก + (สายสีน้ำตาล) กับ สายสัญญาณเอาท์พุท (สายสีดำ) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟ (24VDC)

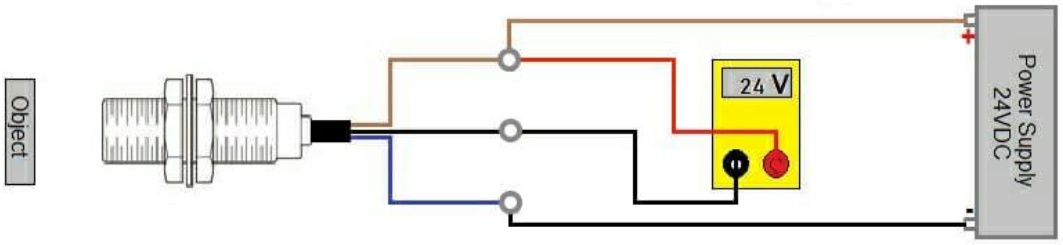
- **กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Open (NO)**



ภาพที่ 2.15 กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Open (NO) ที่เอาท์พุตของเซ็นเซอร์เป็นแบบ PNP

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

เอาท์พุทเซ็นเซอร์เป็น PNP เมื่อวัดแรงไฟฟ้าระหว่างสายไฟลบ – (สายสีน้ำเงิน) กับ สายสัญญาณเอาท์พุท (สายสีดำ) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟ (24VDC)



ภาพที่ 2.16 กรณีที่ Switching Function เป็น Normally Open (NO) ที่เอาท์พุตของเซ็นเซอร์เป็นแบบ NPN

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

เอาท์พุทเซ็นเซอร์เป็น NPN เมื่อวัดแรงไฟฟ้าระหว่างสายไฟบวก + (สายสีน้ำตาล) กับ สายสัญญาณเอาท์พุท (สายสีดำ) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟ (24VDC)

9) IP Rating

เป็นมาตรฐานที่บ่งชี้ถึงระดับการป้องกันน้ำและฝุ่นของตัวเซ็นเซอร์ แต่โดยปกติตัว Inductive Proximity Sensor ในปัจจุบันมีค่า IP67 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถทนต่อฝุ่นและน้ำในการใช้งานได้อย่างปกติ แต่สำหรับงานที่ต้องการใช้งานตัวเซ็นเซอร์ในสภาวะแวดล้อมที่เลวร้ายจะมีเซ็นเซอร์รุ่นพิเศษที่มี IP สูงกว่านี้เช่น IP68K

2.1.7 Capacitive Proximity Sensor

Capacitive Proximity Sensor คือเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุแบบไร้การสัมผัสชนิดหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ได้การจับทุกวัตถุทุกประเภท โลหะ หรือ อโลหะ สามารถตรวจจับ พลาสติก, น้ำ, ไม้, กระจก, หิน, เหล็ก โดยลักษณะการตรวจจับขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ

2.1.8 หลักการทำงานของ Capacitive Proximity Sensor

Capacitive Proximity Sensor ใช้หลักการสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ระหว่างวัตถุกับหน้าของเซ็นเซอร์ เมื่อมีการเคลื่อนที่เข้ามาของวัตถุจะให้สนามไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้า ส่งผลให้วงจรภายในเซ็นเซอร์รับสัญญาณว่ามีวัตถุอยู่ด้านหน้าและสั่งให้สัญญาณ Output มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ

2.1.9 ปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะการตรวจจับ

ระยะเซ็นเซอร์การตรวจจับของ Capacitive Proximity Sensor ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็นปัจจัยภายนอกและภายใน ดังนี้

1) ปัจจัยภายนอก

ปัจจัยภายนอกคือ ปริมาณของพื้นที่ผิวของวัตถุที่ต้องการตรวจจับและค่าไดอิเล็กทริคของตัวกลางระหว่างวัตถุและเซ็นเซอร์ ซึ่งเป็น อากาศ อุณหภูมิและความชื้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงเรื่องของความถี่ในการตรวจจับของวัตถุเช่นกัน

2) ปัจจัยภายใน

ปัจจัยภายในของตัวเซ็นเซอร์ ได้แก่ ส่วนที่เป็นพื้นที่แอคทีฟ (Active surface) ของเซ็นเซอร์ ซึ่งโดยปกติแล้ว ถ้ายิ่งมีพื้นที่มากจะส่งผลให้ระยะทางในการตรวจจับของเซ็นเซอร์นั้นมีระยะที่ไกลมากยิ่งขึ้น

2.1.10 การคำนวณหาระยะการตรวจจับของเซ็นเซอร์

Capacitive Proximity Sensor นั้นสามารถตรวจจับวัตถุได้หลากหลายชนิด แต่ระยะในการตรวจจับหรือ Sensing distance นั้นแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของวัตถุ จึงจำเป็นต้องมีหลักในการช่วยเพิ่มความสะดวกในการเลือกใช้งานเซ็นเซอร์ขึ้นมา

Target Material	Reduction Factor
Metals / water	1
Polyamide 2 mm	0.22
Polyamide 6 mm	0.69
Hard textile 2 mm	0.53
Hard textile 6 mm	0.66
Polycarbonate 2 mm	0.26
Polycarbonate 6 mm	0.4

ภาพที่ 2.17 ค่า Factor เพื่อใช้คำนวณกับระยะ Sensing distance ของเซ็นเซอร์ เมื่อใช้ตรวจจับวัตถุแต่ละชนิด

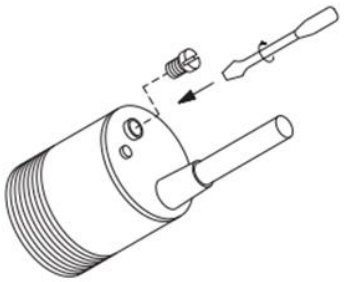
ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

ในการหาระยะที่ Capacitive Proximity Sensor นั้นสามารถตรวจจับได้ ตัวอย่าง เช่น ในกรณีต้องการตรวจจับ แผ่น Polycarbonate ที่มีความหนา 6 mm และใช้ Capacitive Proximity Sensor ที่มีระยะตรวจจับ 20 mm โดยระยะในการตรวจจับจริงมีค่าเท่ากับ

จากตารางค่า Factor ของ Polycarbonate ที่มีความหนา 6 mm นั้นมีค่าเท่ากับ 0.4 ดังนั้น ระยะในการตรวจจับจริงจะมีค่าเท่ากับ

Real Sensing = 20 mm x 0.4 = 8 mm

นอกจากการนำค่า Factor ที่คูณกับระยะ Sensing distance (SN) ของเซ็นเซอร์แล้วยังสามารถปรับระยะในการตรวจจับวัตถุได้จากการปรับค่าความไวในของการตรวจจับได้โดยการใช้ไขควงพลาสติกในการช่วยปรับ ซึ่งสามารถปรับให้เอาท์พุตทำงานได้เมื่อมีวัตถุอยู่ในระยะที่ต้องการตรวจจับและปรับให้เอาท์พุตหยุดการทำงาน เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากระยะในการตรวจจับแต่อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงค่า Hysteresis ของเซ็นเซอร์เช่นกัน



ภาพที่ 2.18 การปรับค่าความไวในการตรวจจับได้โดยการใช้ไขควงพลาสติก
ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2.1.11 การคำนวณหาระยะการตรวจจับจากค่า Sn และ Sd

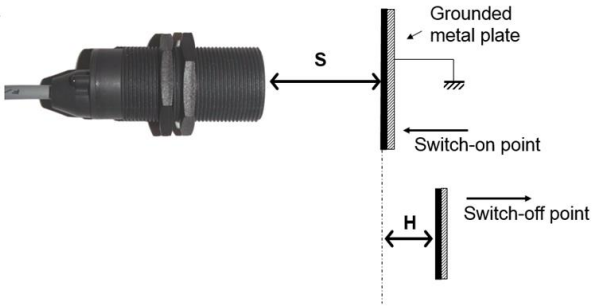
ในการหาระยะการตรวจจับ โดยปกติคำนวณได้จากการใช้ ค่า Sn และ Sd ซึ่งในแต่ละค่านั้นมีความหมายและการนำไปใช้ที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

1) Sn หรือ Normal Sensing Distance

Sn หรือ Normal Sensing Distance: เป็นค่าของระยะในการตรวจจับ ตามมาตรฐานที่ถูกทดสอบกับแผ่นมาตรฐาน ซึ่งใช้แผ่นโลหะที่เชื่อมกับกราวด์ของเซ็นเซอร์โดยเป็นระยะที่สามารถตรวจจับได้จริง

2) Sd หรือ Sensing Distance

Sd หรือ Sensing Distance: เป็นค่าระยะในการตรวจจับสูงสุด ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่น Metal Plate ที่อยู่ภายในเซ็นเซอร์ ซึ่งไม่ควรพิจารณาในการเลือกใช้งานตรวจจับในระยะปกติ แต่ใช้ในกรณีที่ต้องการพิจารณาถึงวัตถุที่ไม่พึงประสงค์ผ่านเข้ามาในระยะตรวจจับของเซ็นเซอร์และมีค่า H หรือค่า Hysteresis ของระยะในการตรวจจับ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เซ็นเซอร์ เอาท์พุตทำงาน เปลี่ยนสถานะเป็น หยุดทำงานโดยปกติแล้ว มีค่าส่วนต่างซึ่งแสดงค่าเป็น % ของค่า Sr ดังนั้นในการติดตั้งเซ็นเซอร์จำเป็นต้องพิจารณาถึงค่านี้เช่นกัน



ภาพที่ 2.19 ความแตกต่างระหว่างค่า Sn (S) และค่า Hysteresis (H)

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2.1.12 การเลือกใช้ Capacitive sensor แบบ Flush และ Non-Flush

การเลือกใช้งานเซนเซอร์ แบบ Flush และ Non-Flush นั้น ขึ้นอยู่กับว่าลักษณะหน้างานนั้นเป็นแบบใด โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) Flush-mounted capacitive sensor

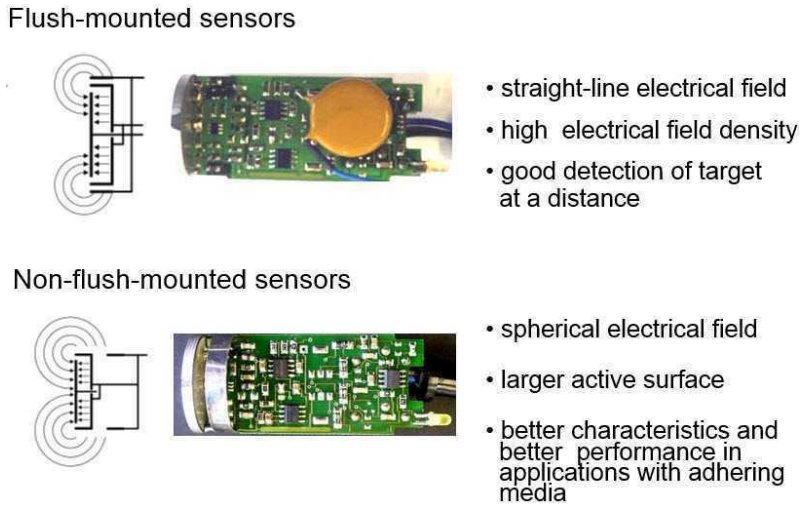
Flush-mounted capacitive sensor ใช้สำหรับการตรวจจับชิ้นงานที่เป็น อโลหะ และ มีสถานะเป็นของแข็ง เช่น แผ่นเวเฟอ ตัวอุปกรณ์ แผ่นวงจรพิมพ์ PCB ในงานอิเล็กทรอนิกส์ กล่องกระดาษ ขวด กระป๋อง พลาสติกตรวจจับของเหลวในภาชนะ ที่มีความหนาไม่เกิน 4mm. เช่น แก้วพลาสติก

2) Non Flush-mounted capacitive sensor

Non Flush-mounted capacitive sensor เหมาะสำหรับงานตรวจจับระดับในถัง เช่น ฝุ่นผง หรือ ของเหลว ตัวอย่างเช่น น้ำตาล แป้ง ทราย น้ำมัน น้ำ

2.1.13 โครงสร้างของ Capacitive proximity sensor

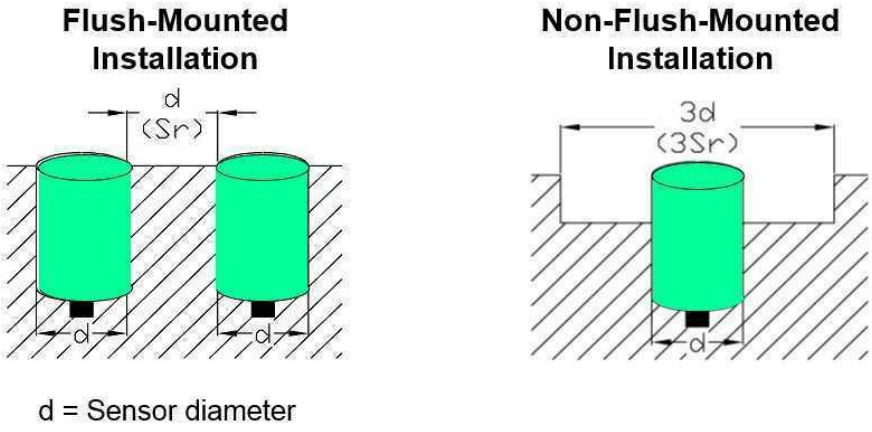
สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีข้อกำหนดในการติดตั้งที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อการตรวจจับ เช่น โครงสร้างที่เป็นแบบ Flush และ แบบ Non Flush โดยโครงสร้างภายในเซ็นเซอร์ทั้ง 2 แบบ นั้นจะมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ในเรื่องของขนาด Active Plate ซึ่งแบบ Non-Flush จะมีแผ่น Active Plate ที่มีขนาดใหญ่กว่า ทำให้ได้ระยะ SN ที่ไกลกว่า



ภาพที่ 2.20 Capacitive Proximity Sensors แบบ Flush type และ Non-Flush type

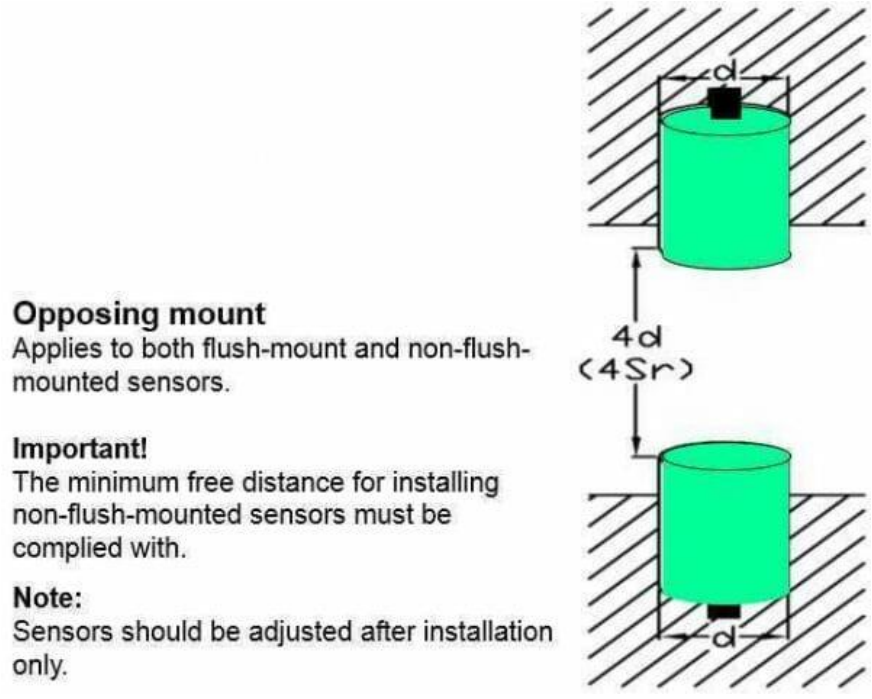
ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

นอกจากนี้การติดตั้งเซ็นเซอร์ทั้งสองแบบ ยังมีรูปแบบการติดตั้งที่แตกต่างกันเนื่องจากเซนเซอร์แบบ Flush จะสามารถตรวจจับวัตถุที่ด้านหน้าของ Active plate ได้เพียงอย่างเดียว แต่สำหรับแบบ Non-Flush นั้นจะสามารถตรวจจับวัตถุที่อยู่ด้านหน้าและด้านข้างของ Active Plate ได้ ดังนั้นในการติดตั้งควรระมัดระวัง เพื่อให้เกิดการทำงานค้างสถานะเอาท์พุตของตัวเซนเซอร์



ภาพที่ 2.21 การติดตั้ง Capacitive Proximity Sensors แบบ Flush type และ Non-Flush type

ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com



ภาพที่ 2.22 การติดตั้ง Capacitive Proximity Sensors แบบหันหน้าเซนเซอร์เข้าหากัน

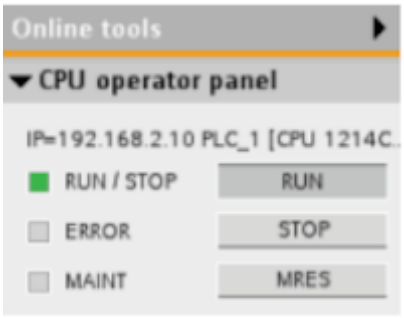
ที่มา : [ออนไลน์].https://mall.factomart.com

2.1.14 หลักการทำงานของ Siemens S7-1200

การที่ CPU ทำงานเป็นรอบ Scan Cycle เพื่อให้เกิดความมั่นคงของการดำเนินการทางโปรแกรม และป้องกันการเปลี่ยนสถานะอย่างรวดเร็วของขาเอาท์พุต (Output) ที่อาจจะมีเปลี่ยนแปลงรวดเร็วและหลายครั้งในทุกรอบ Scan Cycle ในรอบ Scan Cycle ประกอบด้วยขั้นตอน การอ่านสถานะจากขาอินพุต (Input) การดำเนินการประมวลผลโปรแกรมคำสั่ง

และการดำเนินการบำรุงรักษาระบบ ภายใต้เงื่อนไขปกติทุกดิจิตอล/เอาท์พุต (Digital/Output) และแอนาล็อกอินพุต/เอาท์พุต (Analog/Output) จะใช้พื้นที่หน่วยความจำภายในที่เรียกว่า โปรเซสอิมเมจ (Process Image) ซึ่งใช้บันทึกค่าสถานะจากขาอินพุตและเอาท์พุต เรียกว่า หน่วยความจำอินพุต (I memory) และ หน่วยความจำเอาท์พุต (Q memory)

CPU รุ่น S7-1200 จะไม่มีสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงาน (STOP หรือ RUN) เมื่อผู้ใช้กำหนดค่าคอนฟิก (Configuration) CPU ในหน้าต่าง Device Configuration ผู้ใช้สามารถกำหนดรูปแบบการสตาร์อัพใน Properties ของ CPU ในซอฟแวร์ The STEP 7 Basic จะมีหน้าต่างสำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานด้วยการ Online CPU



ภาพที่ 2.23 แสดงสถานะการทำงานด้วยการ Online CPU จากหน้าโปรแกรม

ที่มา : [ออนไลน์].https://automation360blog.wordpress.com

สีของสถานะ RUN/STOP แสดงสถานะโหมดการทำงานของ CPU ณ ขณะนั้น

สีเหลือง : อยู่ในโหมด STOP

สีเขียว : อยู่ในโหมด RUN

ไฟกระพริบ : โหมด STARTUP

ภาพที่ 2.24 แสดงสถานะการทำงาน Online จากตัว CPU

ที่มา : [ออนไลน์].https://automation360blog.wordpress.com

2.1.15 การเก็บข้อมูลดิจิดอลใน Bits, Bytes, Words, Double Word

หน่วยข้อมูลที่เล็กที่สุดของระบบดิจิตอลคือ บิต (bit) ในหนึ่งบิตจะบรรจุตัวเลข 1 หลัก ที่เป็นได้เพียง 2 ค่า คือ 0 และ 1 (เรียกว่าเลขฐานสอง) เลข 0 แทนสถานะลอจิกเท็จ (False หรือ Not True) และเลข 1 แทนสถานะจริง (True)

การจัดการจัด Bits ข้อมูลรวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 8 บิต เรียกว่า ไบต์ (Bite) ทุกบิตในไบต์ได้กำหนดแอดเดรส (Address) ของตัวเอง โดยจะมีไบต์แอดเดรสและบิตแอดเดรสตั้งแต่ 0 to 7.

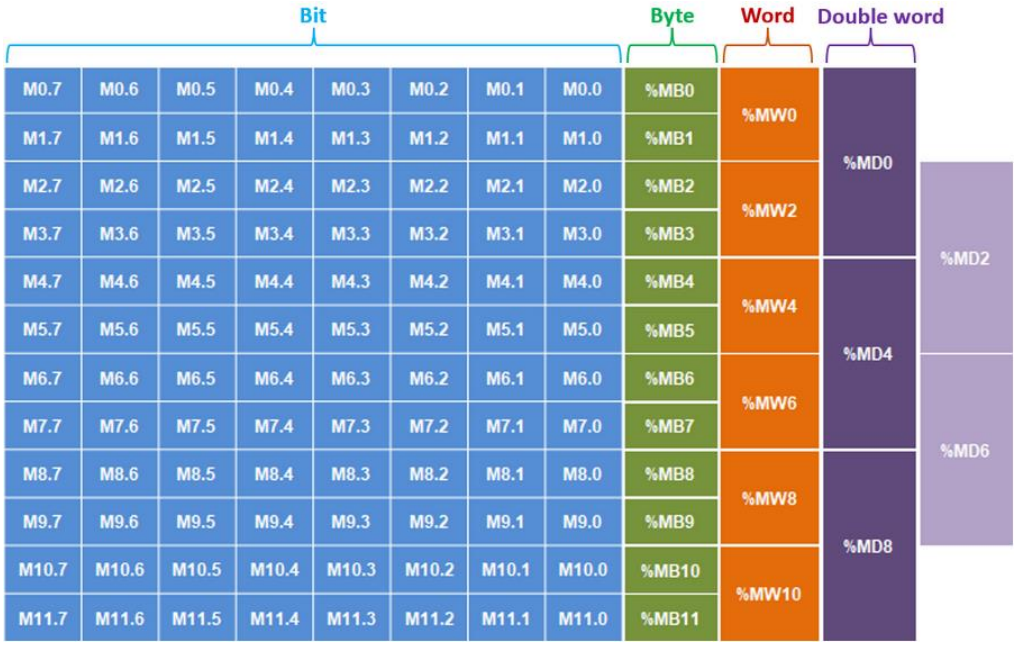
กลุ่มข้อมูล 2 ไบต์จะถูกเรียกว่า เวิร์ด (Word) และ 2 เวิร์ด เรียกว่า ดับเบิ้ลเวิร์ด (Double Word) ซึ่งมี 4 ไบต์

ซึ่ง CPU จะใช้ระบบเลขฐานสองสำหรับการคำนวณ 1 เวิร์ด สามารถแทนค่า จำนวนเต็มได้ตั้งแต่ -32768 to +32767 โดยบิตที่ 15 จะใช้ในการบอกเครื่องหมายของตัวเลข บิตที่ 15 มีค่าเป็น 1 แสดงว่าค่าของเวิร์ดนี้มีค่าเป็นลบ

2.1.16 การจัดเรียง Address ของ PLC

การกำหนด Address ที่เป็น %M นั้นมักเกิดปัญหาในการใช้งานการระบุ Address แล้วเกิดพื้นที่ทับซ้อนกันเพราะไม่เข้าใจโครงสร้างและวิธีการระบุ Address ที่ถูกต้อง ซึ่งส่งผลให้โปรแกรมทำงานผิดพลาดแล้วจะหาสาเหตุของปัญหายากมาก

ดังนั้นจึงต้องเข้าใจโครงสร้าง Address ของ PLC Siemens ซึ่งหลักการนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับ PLC ทุกรุ่นของ Siemens ตั้งแต่รุ่นแรกไปจนถึงรุ่นล่าสุด โดยดูจากตารางดังต่อไปนี้



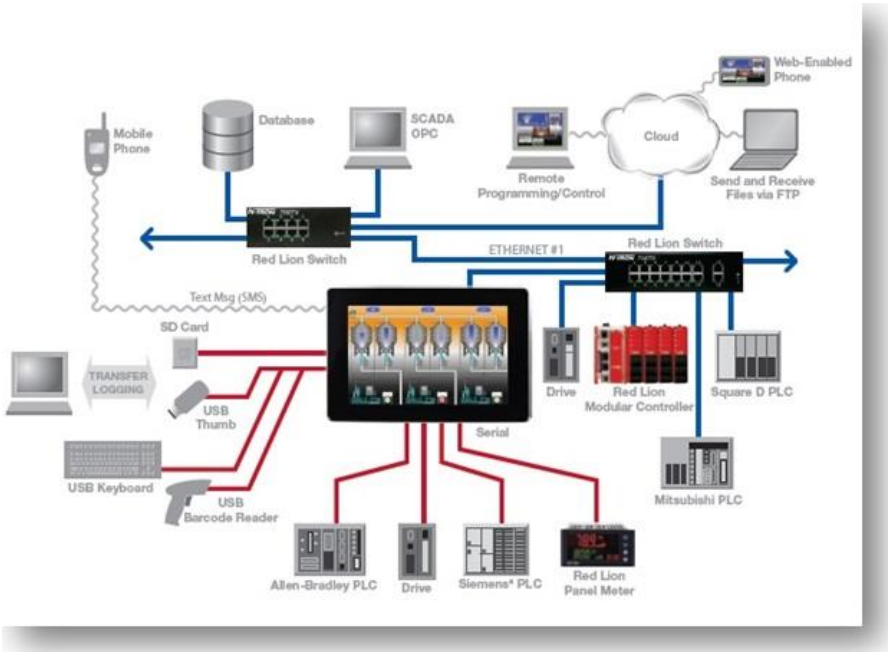
ตารางที่ 2.2 ตารางพื้นที่ Address ของแต่ละตัว

ที่มา : [ออนไลน์].https://automation360blog.wordpress.com

2.1.17 HMI Programming

การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC Programming กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI รวมไปถึง SCADA เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC เป็นตัวควบคุมอยู่ โดย HMI นั้น จะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่างๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่างๆ

เข้าด้วยกันและสามารถสั่งการได้โดยผู้เชี่ยวชาญงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกันกับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่างๆ โดยให้ PLC สั่งงาน ไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่างๆในหน้างาน โดยที่ทาง Energy Scope เลือกใช้ HMI ที่เชื่อมต่อกับ PLC ต่างๆได้ทุกยี่ห้อผ่านทาง Digital Communication Ports (RS485, RS232,MODBUS, PROFIBUS,ETHERNET) และยังสามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรง ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น



ภาพที่ 2.25 การเชื่อมต่อระหว่าง HMI กับ PLC และอุปกรณ์อื่นๆ

ที่มา : [ออนไลน์].https://automation360blog.wordpress.com

2.1.18 คุณสมบัติของ HMI ในส่วนของ Hardware

Communicate

สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นๆ ในลักษณะแบบดิจิตอล โดยมีรูปแบบของสัญญาณให้เลือกหลายแบบ และสามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่างๆ ทุกยี่ห้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถต่อได้ทั้งอุปกรณ์ PLC, Meter, Controller และอีกมากมายตามการใช้งานประเภทต่างๆ

โดยอุปกรณ์ HMI เพียงตัวเดียวสามารถควบคุม หรืออ่านค่าตัวอุปกรณ์ฮารด์แวร์อื่นๆ ที่ต่อเชื่อมอยู่ได้อย่างง่ายดาย ผ่านการเชื่อมต่อทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตหรือ Lan และ Wireless

Collect

สามารถเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตต่างๆใน รูปแบบไฟล์ Excel รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูล (Data logger) ผ่านทาง Web Browserได้อย่างง่ายดาย ทำให้สะดวกในการทราบข้อมูล แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างาน

Connect

- สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในการดูค่าหรือควบคุมกระบวนการผลิตจากระยะไกล โดยการเชื่อมต่อผ่านมือถือ หรือแท็บเล็ต

- ใช้เว็บบราวเซอร์มาตรฐานตัวใดก็ได้ในการดูค่าหรือควบคุม โดยหน้าจอแสดงผลโชว์หน้าตาเสมือนว่าอยู่ตรงหน้า

- สามารถส่งข้อความ SMS หรือ email แจ้งเตือนให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง

- สามารถดูค่าที่หน้าจอ, ค่าที่บันทึกไว้ใน Memory Card หรือควบคุมแก้ไขเปลี่ยนค่าได้แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างาน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นัศพ์ชาณัณ ชินปัญช์ธนะ (2553) วิจัยระบบตรวจนับวัตถุอัตโนมัติด้วยเทมเพลตแมชชิ่งแบบนอร์มัลไลซ์คอ รีเลชั่น ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ ผลิตสินค้าปริมาณมากในแต่ละวัน ต้องมีการนับจำนวนสินค้าที่ผลิตได้ในแต่ละวัน การใช้มนุษย์ในการนับใช้เวลานานอาจเกิดการผิดพลาดในการนับ จึงได้นำอุปกรณ์การนับมาช่วยงานมนุษย์ด้วยการใช้ทฤษฎี ทางการประมวลผลภาพเพื่อตรวจนับวัตถุเคลื่อนที่ บนรางสายพาน โดยการบันทึกภาพด้วยกล้องดิจิทัลและประมวลผลด้วย ทฤษฎีเทมเพลตแมชชิ่งแบบนอร์มัลไลซ์คอรีเลชั่นเพื่อทำการตรวจจับวัตถุ

บุญธง วสุริย์ (2551) วิจัยเรื่องการพัฒนาระบบนับผู้เข้าใช้ห้องสมุดแบบอัตโนมัติด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ทำเครื่องนับจำนวนผู้เข้าใช้บริการห้องสมุดแบบอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์และพัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับคอมพิวเตอร์สำหรับนับจำนวนผู้เข้าใช้บริการห้องสมุดแบบอัตโนมัติ โดยการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับโฟโต้เซ็นเซอร์เขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรมภาษา Quick BASIC และแสดงผลด้วยกราฟทางจอภาพพร้อมเก็บข้อมูลลงบนระบบเก็บข้อมูล

วสุนธรา ปะมา และคณะ (2558) ทำการศึกษาเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับนับจำนวนคนภายในอาคารด้วย Infrared Sensor และ Smart Floors เพื่อนับจำนวนคนเข้าออกและจำนวนคนที่อยู่ภายในอาคาร และทำการเก็บสถิติ วิเคราะห์การใช้บริการอันนำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพการให้บริการในอาคาร โดยอาศัยหลักการนับคนเขาออกด้วยเซ็นเซอร์ 2 ตัว ตั้งชื่อ เป็น Sensor1 และ Sensor 2 ถ้า Sensor1 ถูกตัดก่อน Sensor2 ให้นับเป็นคนเข้า แต่ถ้า Sensor2 ถูกตัดก่อน Sensor1 ให้ นับเป็นคนออกและส่งผลการนับมายังสถานีฐานผ่านระบบ Xbee

ณัฐวัฒน์ เรืองทอง (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่องระบบจัดการลานจอดรถ มีแนวคิดในการนำระบบจัดการลานจอดรถไร้สายมาใช้ โดยนำเซ็นเซอร์วัดระยะและอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย Xbee มาประยุกต์ใช้งานเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นระบบจัดการลานจอดรถโดยระบบสามารถนับจำนวนรถเข้าออกและ แสดงผลจำนวนที่ว่างในลานจอดโดยสามารถแสดงผลการจำนวนช่องว่างในลานจอดสูงสุด 99 ช่อง โดยระบบสามารถใช้กับรถยนต์และทำงานในที่ร่มเท่านั้น

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

เนื้อหาบทนี้ชี้แจงถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ในส่วนขั้นตอนการออกแบบกระบวนการทำงาน การออกแบบโปรแกรม TIA PORTAL V15.1 โดยใช้ภาษา Ladder และส่วนของอุปกรณ์และขั้นตอนการจำลองกระบวนการทำงาน และการต่อใช้งาน เพื่อเป็นการปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังนี้

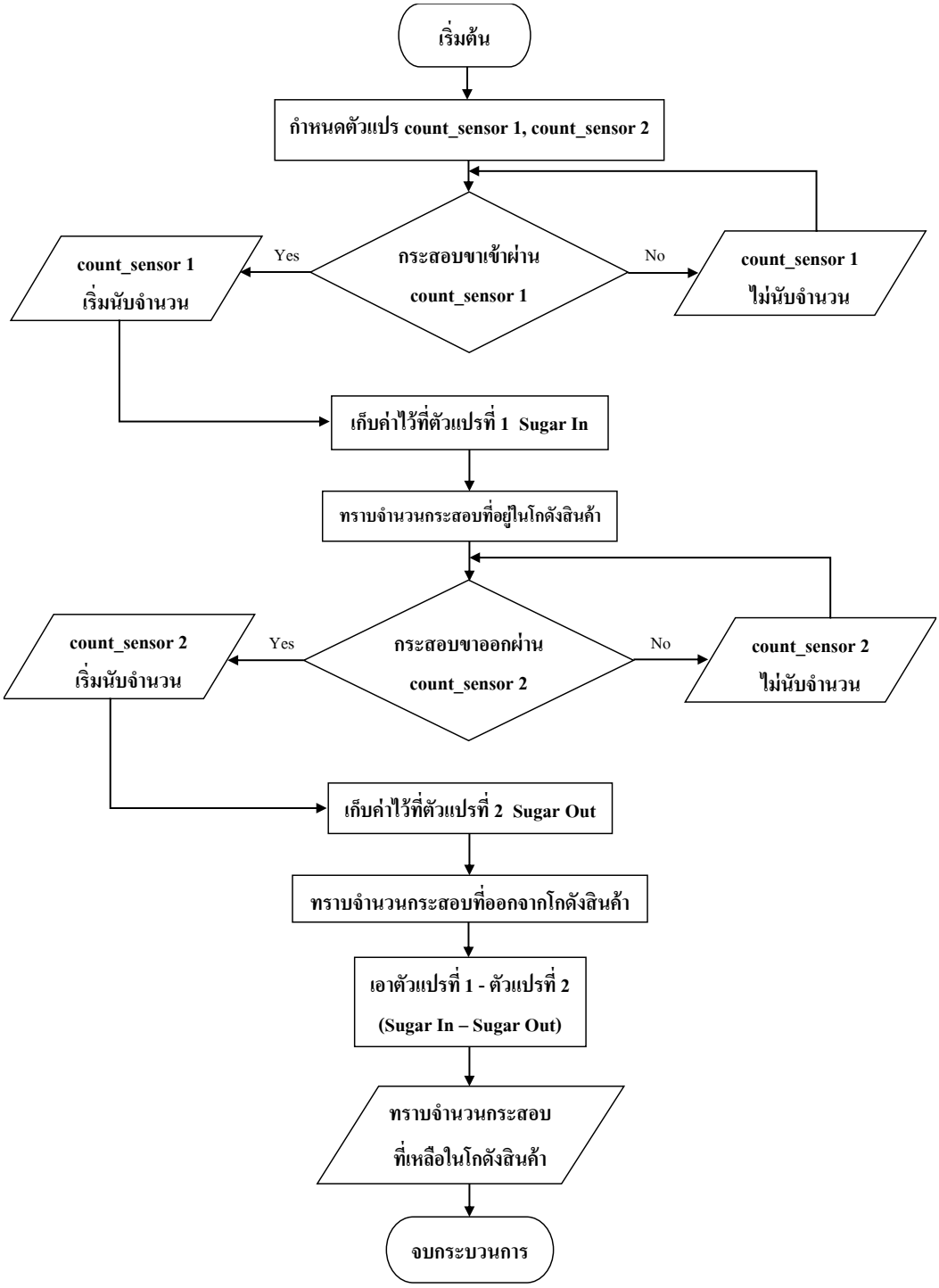
3.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและอุปกรณ์

3.1.1 ศึกษาข้อมูลของ PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200 CPU 1217c DC/DC/DC ในเรื่องของระบบไฟที่ป้อนให้ CPU ฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆของรุ่นนี้ และการออกแบบภาษา Ladder เพื่อเขียนลง PLC

3.1.2 ศึกษาข้อมูลของ Touch Screen ยี่ห้อ Siemens รุ่น Simatic HMI KTP700 Basic ในเรื่องของฟังก์ชั่นการทำงาน และการป้อนคำสั่งจากโปรแกรม TIA PORTAL V15.1 ลงใน Touch Screen

3.1.3 สำรวจอุปกรณ์ที่นำมาใช้กับ PLC เป็นการให้ความสำคัญในเรื่องของความประหยัด เนื่องจากภายในสถานประกอบการมีอุปกรณ์สำรองไว้อยู่ค่อนข้างเยอะ จึงเป็นการลดต้นทุนลงไป

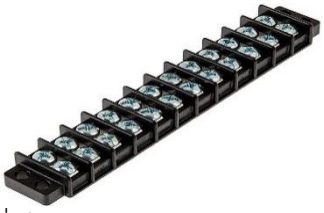
3.2 ขั้นตอนการออกแบบกระบวนการทำงาน



ภาพที่ 3.1 กระบวนการทำงานของระบบ

3.3 หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์

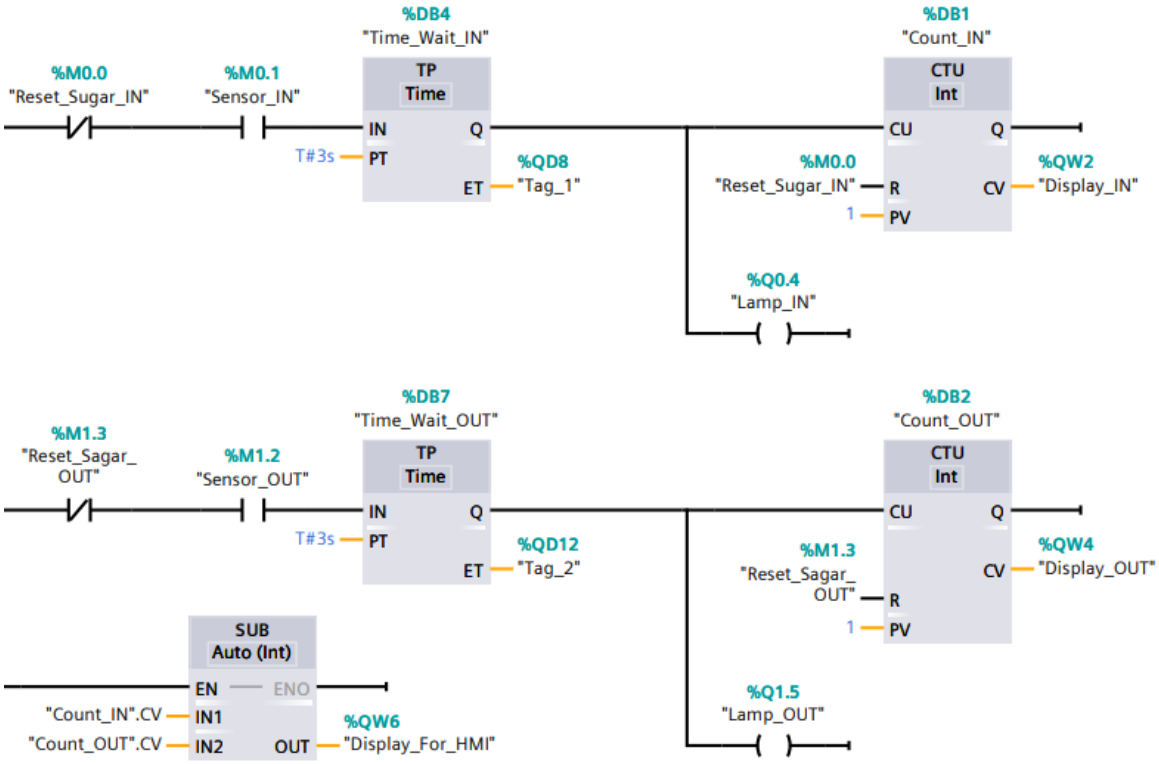
อุปกรณ์	หน้าที่
เทอร์มินอล บล็อก (Terminal Block)	 ทำหน้าที่เป็น สะพานไฟ Input และ Output และเป็นจุดเชื่อมไปยังชุด PLC
PLC (Programmable Logic Control) ยี่ห้อ Siemens SIMATIC S7-1200 CPU S7-1217c DC/DC/DC	 ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและระบบการทำงานต่างๆ ซึ่งมีการทำงานคล้ายคลึงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์
HMI (Human Machine Interface) ยี่ห้อ Siemens SIMATIC HMI KTP700 Basic	 ทำหน้าที่สื่อสารระหว่าง PLC และแสดงผลในรูปแบบกราฟิก ซึ่งเป็นรูปแบบปุ่มกดหน้าตู้ซึ่งเชื่อมต่อกับ PLC แต่เป็นจอ Touch Screen

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ (ต่อ)

อุปกรณ์	หน้าที่
พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) ยี่ห้อ Phoenix Contact TRIO-PS/1AC/24DC/10	ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 220-240 VAC ให้เป็นกระแสตรง 24 VDC เพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์อื่นๆ
Capacitive Proximity Sensor ยี่ห้อ Omron Capacitive, 25mm, PNP/NO, 10 to 30 VDC	ทำหน้าที่ตรวจจับวัสดุประเภท โลหะและอโลหะ
หลอดไฟ LED AC/DC 24V	ทำหน้าที่แจ้งสถานการณ์ทำงาน เมื่อมีวัตถุผ่านตัวเซ็นเซอร์
สวิตช์แบบบิด (Selector Switch) 250V 6A	สวิตช์ทำหน้าที่ตั้งค่าตัวแปรเริ่มต้น

3.4 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมการทำงานของระบบ

ขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมการทำงานของระบบการนับ โดยใช้โปรแกรม TIA Portal V15.1 เป็นการจำลองการทำงาน



ภาพที่ 3.2 แสดงแบบโปรแกรมการทำงานของระบบ

กำหนดค่าตัวแปรแต่ละตัวได้ดังนี้

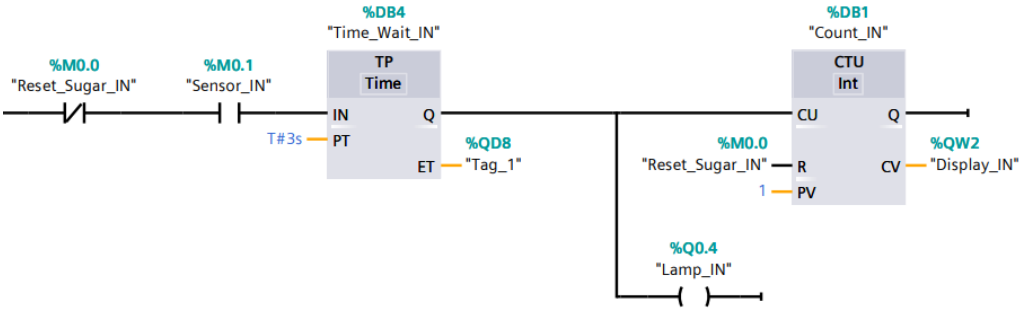
ฝั่งกระสอบเข้าโกดังสินค้า

%M0.0 กำหนดให้เป็นสวิทช์ Reset_Sugar_IN ให้ตั้งค่าเริ่มต้นตัวแปรการนับ Count_IN

%M0.1 กำหนดให้เป็น เซ็นเซอร์การนับฝั่งทางเข้าโกดังสินค้า Sensor_IN

%Q0.4 กำหนดให้เป็น หลอดไฟ LED ฝั่งทางเข้าโกดังสินค้า Lamp_IN

%QW2 กำหนดให้แสดงจำนวนกระสอบฝั่งทางเข้าโกดังสินค้า Display_IN



ภาพที่ 3.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมการนับกระสอบฝั่งทางเข้าโกดัง

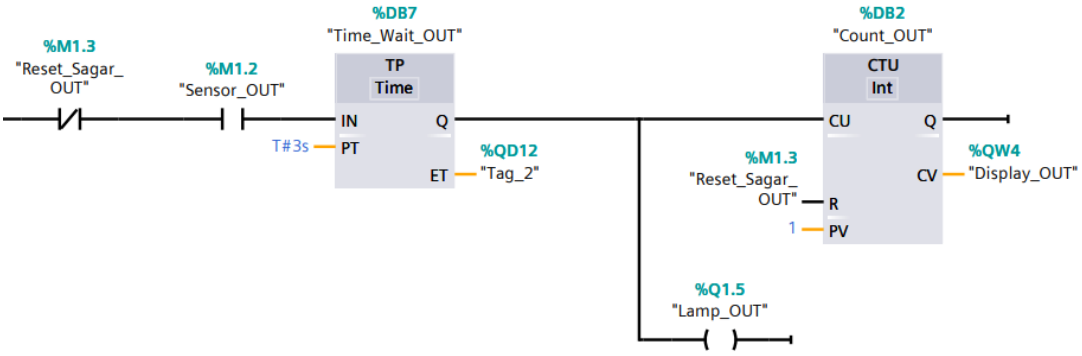
ฝั่งกระสอบออกจากโกดังสินค้า

%M1.3 กำหนดให้เป็นสวิทช์ Reset_Sugar_OUT ให้ตั้งค่าเริ่มต้นตัวแปรการนับ Count_OUT

%M1.2 กำหนดให้เป็น เซ็นเซอร์การนับฝั่งทางออกจากโกดังสินค้า Sensor_OUT

%Q1.5 กำหนดให้เป็น หลอดไฟ LED ฝั่งทางออกจากโกดังสินค้า Lamp_OUT

%QW4 กำหนดให้แสดงจำนวนกระสอบฝั่งทางออกจากโกดังสินค้า Display_OUT



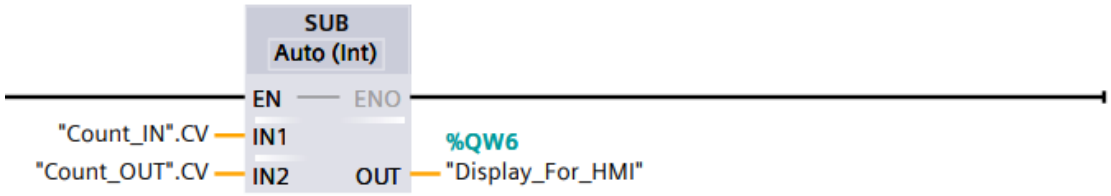
ภาพที่ 3.4 แสดงการทำงานของโปรแกรมการนับกระสอบฝั่งทางออกจากโกดัง

จากนั้นนำค่าของตัวแปร Count_IN และค่าของตัวแปร Count_OUT มาลบกัน เพื่อทราบจำนวนกระสอบที่คงเหลือภายในโกดังสินค้า โดยภายในโปรแกรมกำหนดให้เป็นดังนี้

Count_IN.CV กำหนดให้เป็นจำนวนกระสอบฝั่งทางเข้าโกดังสินค้า

Count_OUT.CV กำหนดให้เป็นจำนวนกระสอบฝั่งทางออกจากโกดังสินค้า

%QW6 กำหนดให้แสดงจำนวนกระสอบที่คงเหลือภายในโกดังสินค้า Display_For_HMI

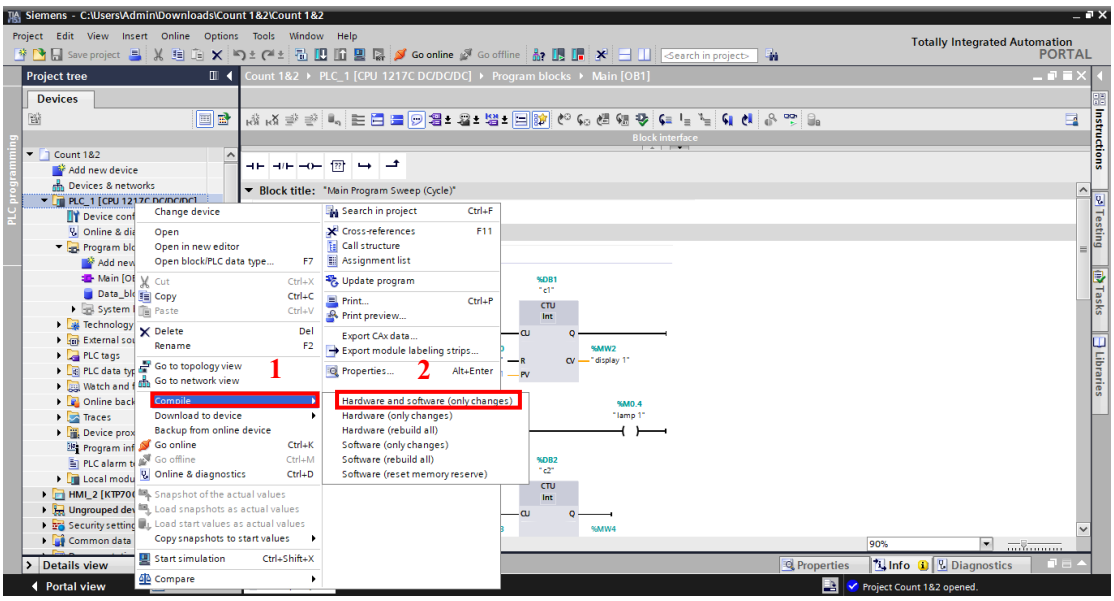


ภาพที่ 3.5 แสดงการทำงานของโปรแกรมโดยการนำค่าตัวแปร Count_IN ลบค่าตัวแปร Count_OUT

3.5 วิธีการจำลองผล

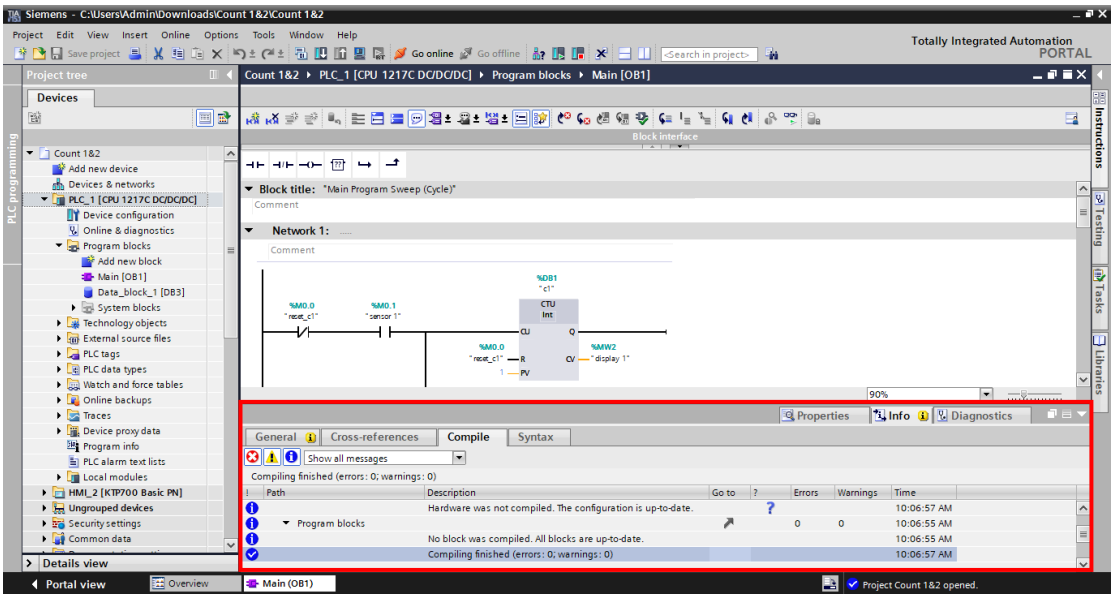
ส่วนนี้เป็นวิธีการจำลองผลของโปรแกรมและ Touch Screen ที่ออกแบบไว้ โดยใช้กับโปรแกรม TIA Portal V15.1 ในการจำลองผล

1) เมื่อออกแบบโปรแกรมการทำงานของระบบเสร็จ ควรทำการ Compile ก่อน เพื่อเป็นการประมวลผลของโปรแกรมก่อน โดยเริ่มจากเลือก Compile แล้วคลิ้ก Hardware and software (only changes) ดังภาพที่ 3.6



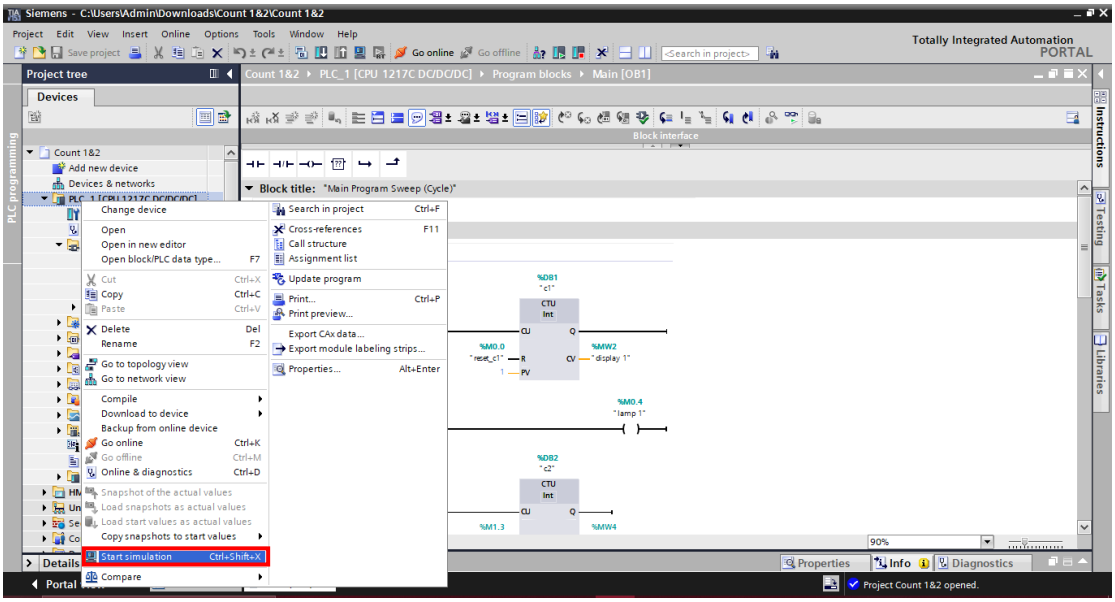
ภาพที่ 3.6 Compile โปรแกรมเพื่อประมวลผล

2) หลังจาก Compile เสร็จเรียบร้อย ผลลัพธ์ไม่มีค่า Errors ดังภาพที่ 3.7



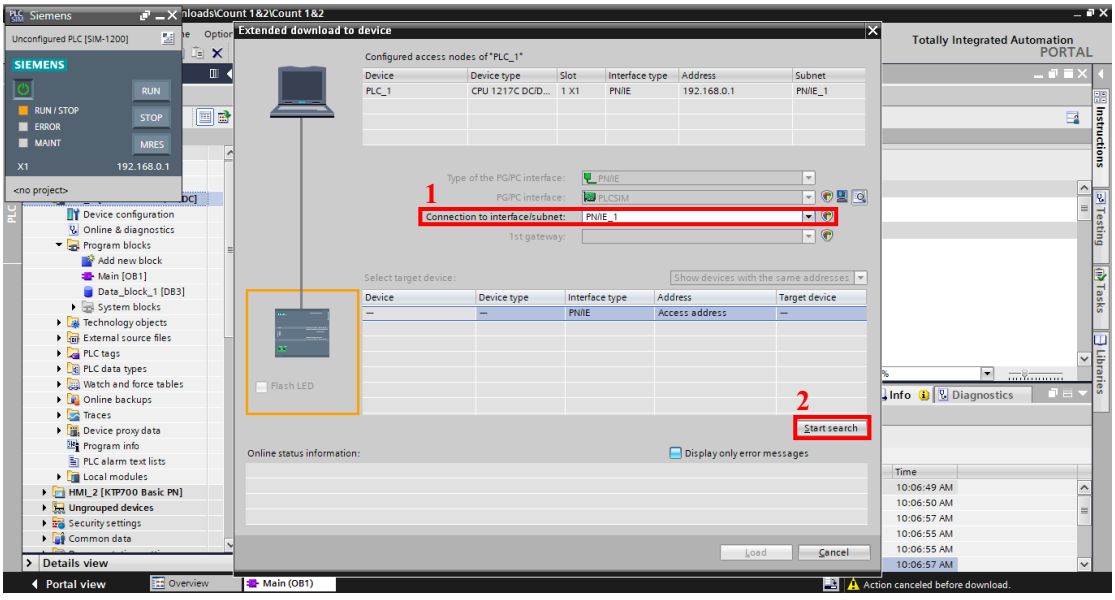
ภาพที่ 3.7 ผลลัพธ์ของ Compile

3) หลังจากประมวลผลโปรแกรมเรียบร้อย ไม่มีค่า Errors จากนั้นเริ่มการจำลองผล โดยคลิ้กที่ Start simulation ดังภาพที่ 3.8



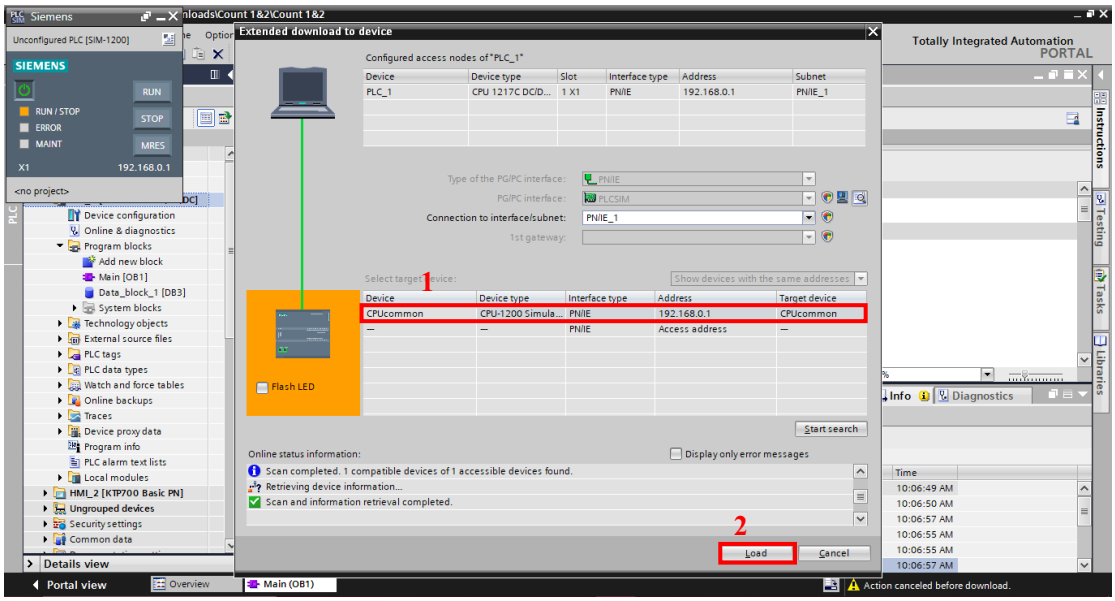
ภาพที่ 3.8 เริ่ม Start simulation

4) เมื่อกด Start simulation มีหน้าต่าง Extended download to device ขึ้นมา เลือกช่อง Connection to interface/subnet เป็น PN/IE_1 จากนั้นคลิ้ก Start search ดังภาพที่ 3.9**ภาพที่**



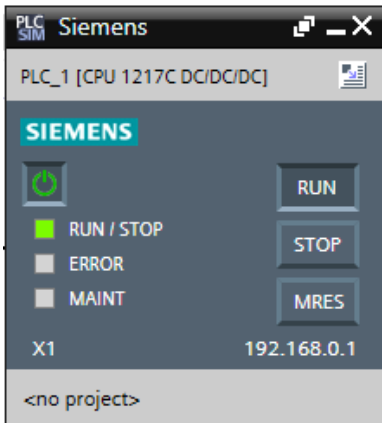
ภาพที่ 3.9 แสดงหน้าต่างตั้งค่าเพื่อหาตัวแบบจำลอง PLC

5) หลังจากทำการ Start search แล้วเจอตัว CPU แล้วทำการ Load ลงที่ตัว CPU จากนั้นมีหน้าต่าง Load preview ขึ้นมา คลิ้กที่ Load หลังจากนั้นต่างหน้าเปลี่ยนเป็น Load results จากนั้นกดที่ Finish ดังภาพที่ 3.10



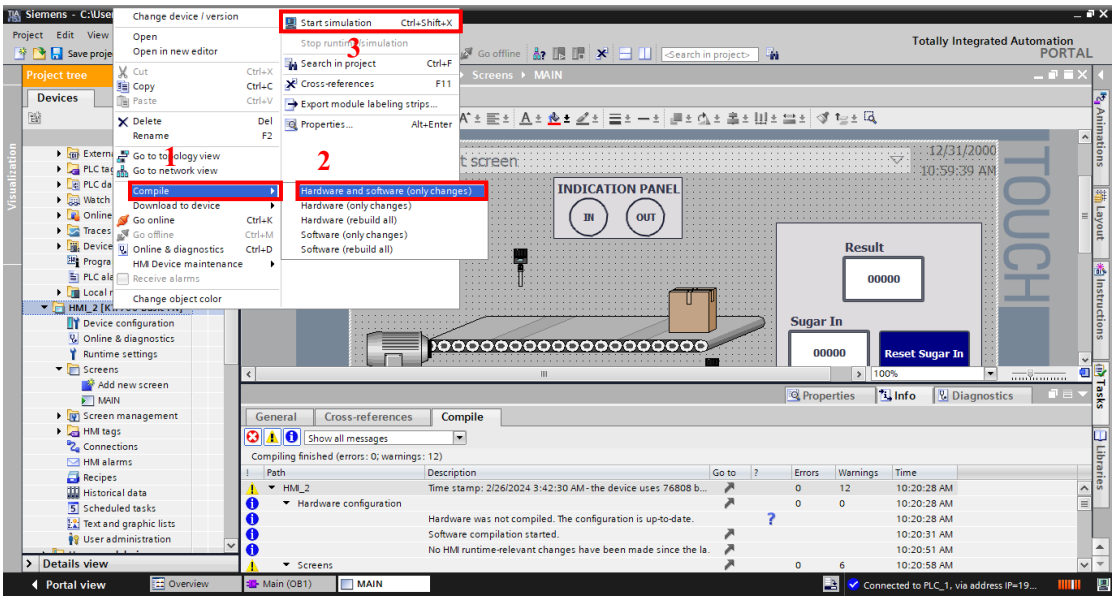
ภาพที่ 3.10 แสดงหน้าต่างการโหลดข้อมูลลงที่ตัวแบบจำลอง PLC

6) เมื่อทำการลงข้อมูลที่ตัว PLC เรียบร้อยแล้ว มีหน้าต่างแบบนี้ขึ้นมาและมีไฟสีเขียว แจ้งสถานะการทำงานที่ RUN/STOP ดังภาพที่ 3.11



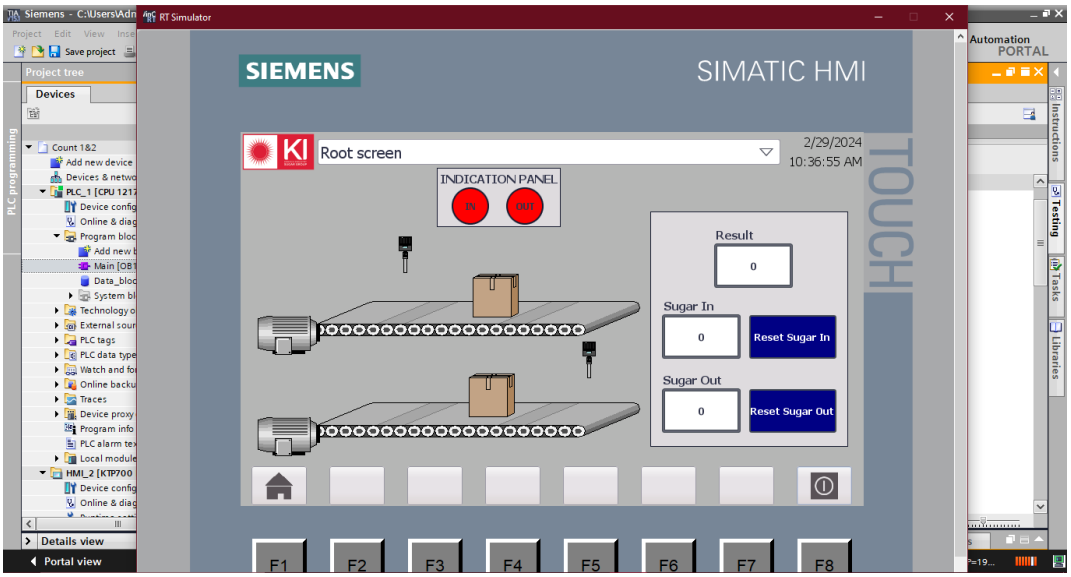
ภาพที่ 3.11 แสดงหน้าต่างแจ้งสถานะการทำงาน

7) การจำลองหน้าจอ Touch Screen เมื่อออกแบบหน้าจอเรียบร้อย ทำการเลือก Compile และคลิ้ก Hardware and software (only changes) จากนั้น Start simulation เหมือนขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรม ดังภาพที่ 3.12



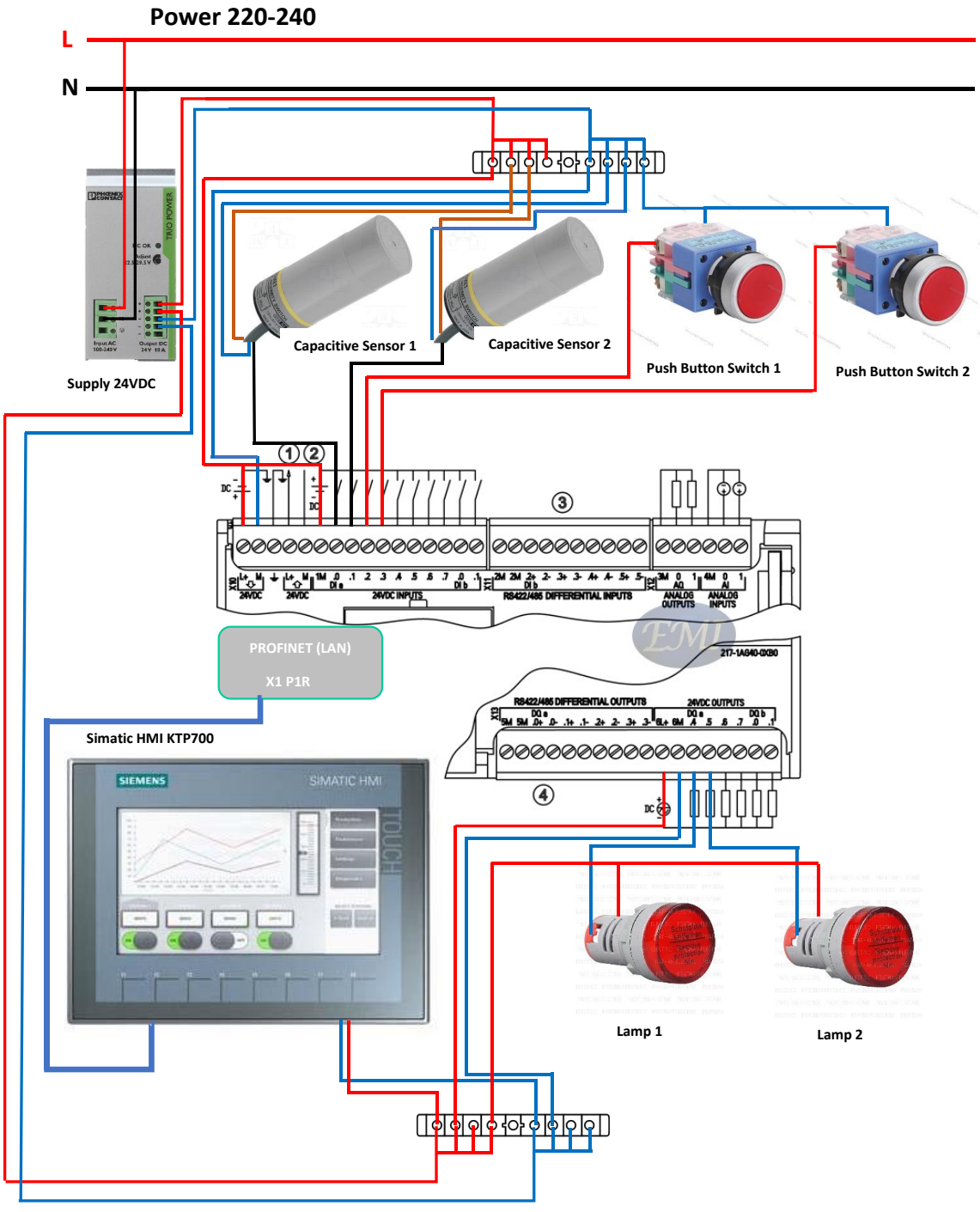
ภาพที่ 3.12 Compile ส่วนของหน้าจอ Touch Screen และ Start simulation

8) เมื่อทำการ Start simulation เรียบร้อยแล้ว แสดงหน้าต่างจอ HMI ที่ออกแบบก่อนหน้า ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 แสดงแบบจำลองหน้าจอ Touch Screen

3.6 ขั้นตอนการต่อวงจร



ภาพที่ 3.14 การต่อวงจรเซ็นเซอร์การนับ

3.7 การเตรียมการทดลองในรูปแบบการจำลองผล

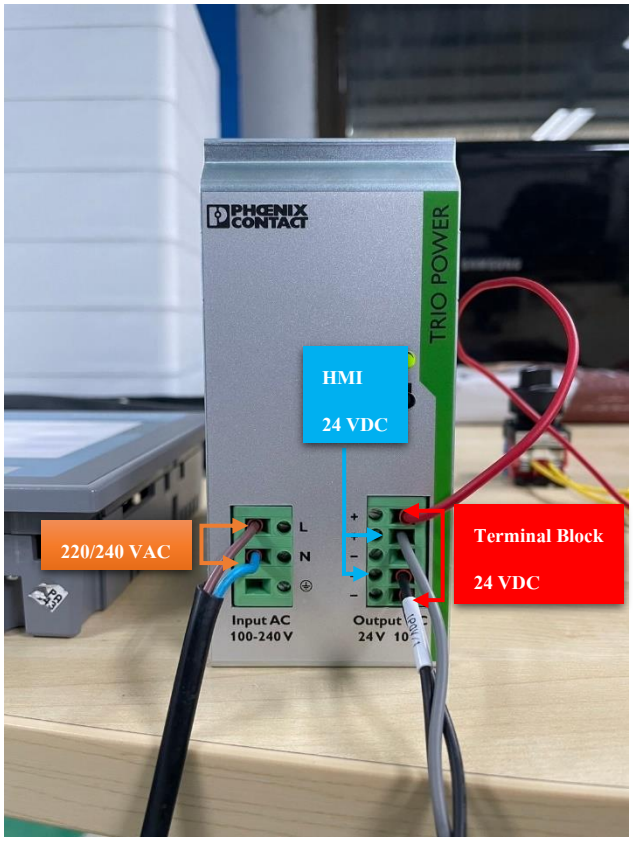
(1) หลังจากออกแบบเงื่อนไขการทำงานด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Ladder และทำการ Compile และตั้งค่าการเชื่อมต่อให้เรียบร้อย โดยก่อนส่งข้อมูลลงที่ตัว Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1217C DC/DC/DC ให้ทำการต่อไฟเลี้ยงที่ตัว PLC ก่อน ใช้ Power Supply ทำการแปลงไฟจาก 220/240 VAC เป็น 24 VDC จากนั้นทำการ Download ข้อมูลลงที่ตัว PLC โดยการใช้สาย LAN (Local Area Network) เพื่อส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง PLC ดังภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 แสดงการ Download ข้อมูลลงที่ตัว PLC

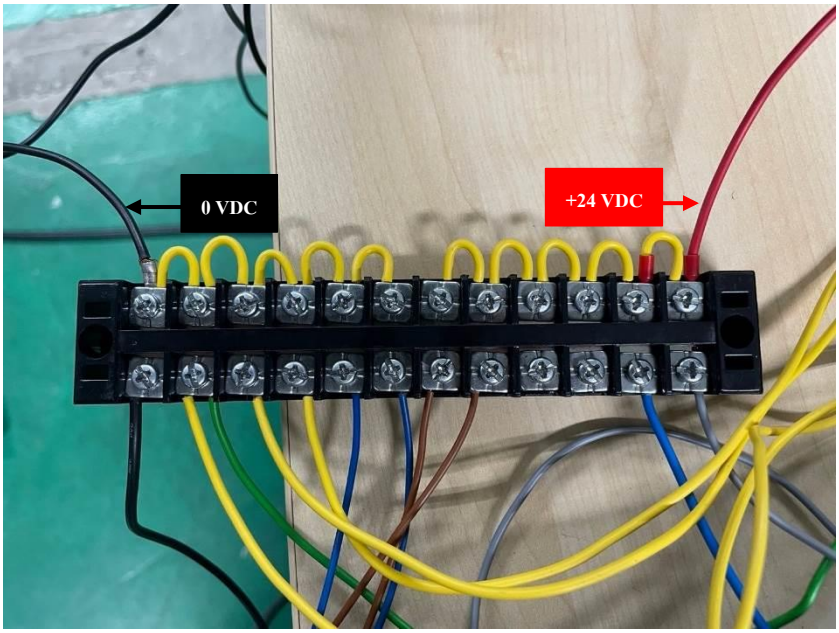
(2) ออกแบบหน้าจอ Touch Screen และทำการ Compile และตั้งค่าการเชื่อมต่อให้เรียบร้อย ก่อนทำการ Download ข้อมูลลงที่ Siemens SIMATIC HMI KTP700 Basic ให้ทำการต่อไฟเลี้ยงที่ตัว HMI ก่อน ใช้ Power Supply ทำการแปลงไฟจาก 220/240 VAC เป็น 24 VDC จากนั้นทำการ Download ข้อมูลลงที่หน้าจอ Touch Screen โดยการใช้สาย LAN (Local Area Network) เพื่อส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังหน้าจอ Touch Screen ดังภาพที่ 3.16

ภาพที่ 3.16 แสดงการ Download ข้อมูลลงที่หน้าจอ Touch Screen

(3) ในส่วนของการต่อวงจร โดยเริ่มจากต่อไฟ 220/240 VAC ที่ฝั่ง Input ของ Power Supply ดังภาพที่ 3.17 จากนั้นนำสายไฟสีแดงและสีดำต่อจากฝั่ง Output ของ Power Supply จากนั้นนำไฟ 0 และไฟ +24 VDC ไปต่อที่ Terminal Block ดังภาพที่ 3.18 เพื่อให้ Terminal Block มีไฟ 0 และไฟ +24 VDC มาต่อใช้งานได้ทั้งวงจรและยังช่วยในเรื่องการตรวจสอบสายไฟ

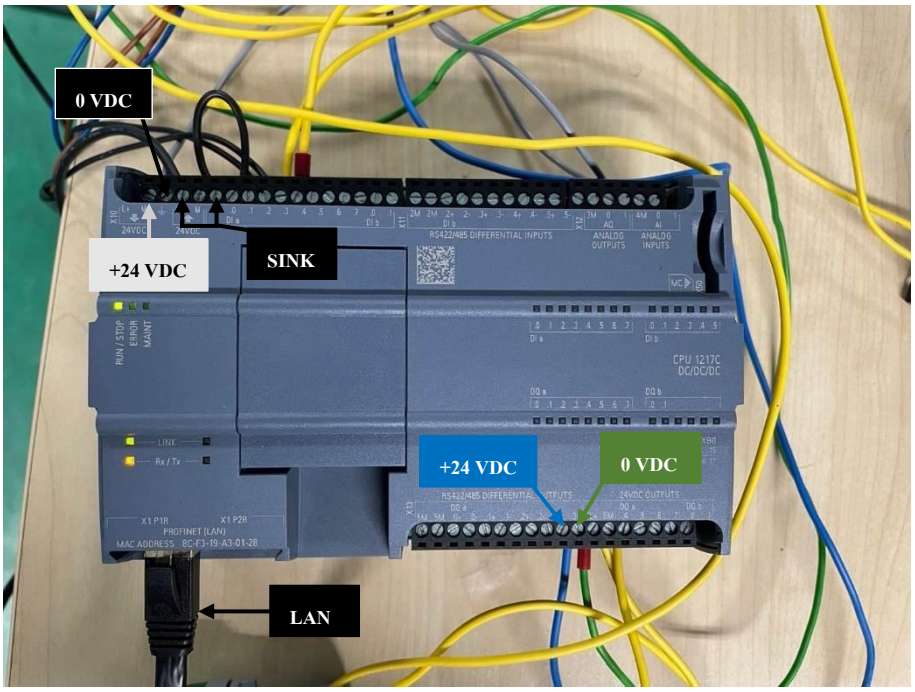


ภาพที่ 3.17 แสดงการต่อวงจรแปลงไฟจาก 220/240 VAC เป็น 24 VDC



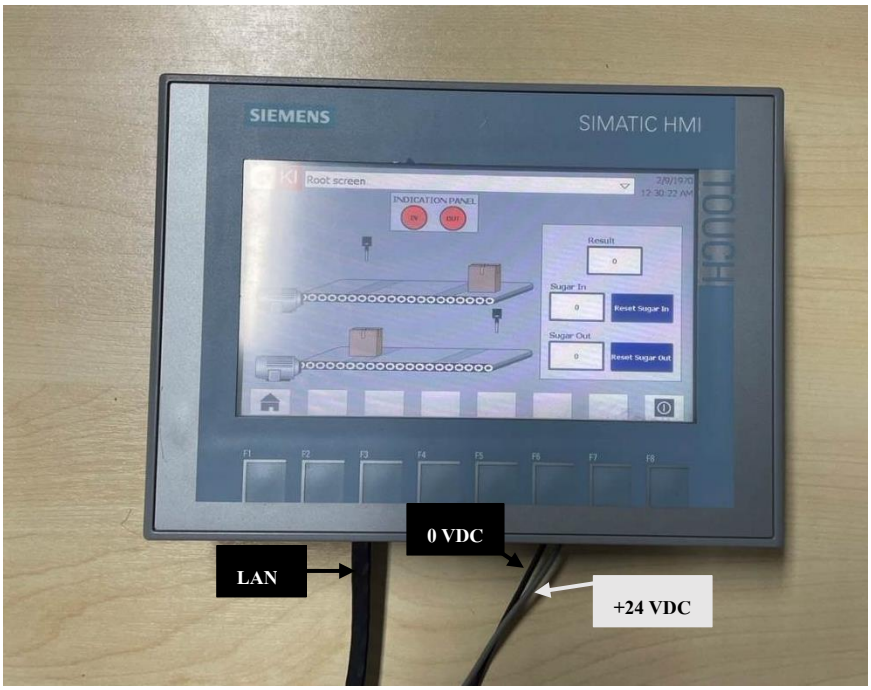
ภาพที่ 3.18 การต่อไฟเลี้ยง 0 และ +24VDC ที่อุปกรณ์ Terminal Block

(4) จากภาพที่ 3.18 เมื่อต่อไฟ 0 VDC และ +24 VDC ที่ Terminal Block เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการต่อไฟเลี้ยงทั้งฝั่ง INPUT และฝั่ง OUTPUT และต่อไฟเลี้ยงที่จุดร่วมเป็นแบบ SINK ให้กับ Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1217C DC/DC/DC และทำการทดสอบ PLC เพื่อเป็นการตรวจสอบอุปกรณ์ว่าใช้งานได้ปกติหรือว่ามีการชำรุด หลังจากนั้นทำการต่อวงจรตามที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ และส่งโปรแกรมที่ออกแบบไว้ก่อนหน้า ลงที่ PLC ผ่านสาย LAN ดังภาพที่ 3.19



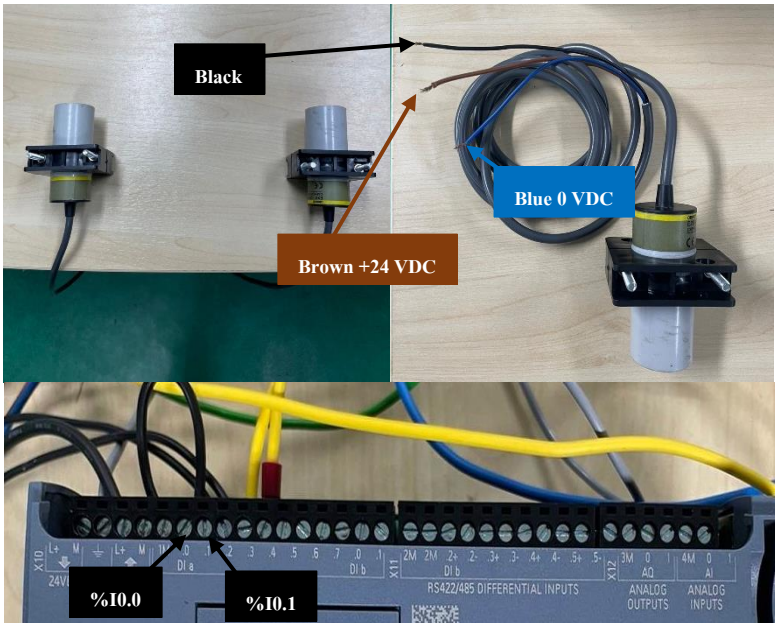
ภาพที่ 3.19 แสดงการต่อไฟเลี้ยงให้กับ PLC การต่อวงจรให้กับ PLC และการส่งข้อมูลให้กับ PLC

(5) ทำการต่อไฟเลี้ยงให้กับ Siemens SIMATIC HMI KTP700 Basic ทั้งนี้ผู้วิจัยใช้ไฟ 0 VDC และ +24 VDC จาก Power Supply เนื่องจากช่องของ Terminal Block ไม่มีจำนวนไม่เพียงพอ จึงอาจทำให้สับสนในตอนตรวจสอบวงจร และส่งข้อมูลโปรแกรมของออกแบบไว้ ลงที่หน้าจอ Touch Screen ผ่านสาย LAN ดังภาพที่ 3.20



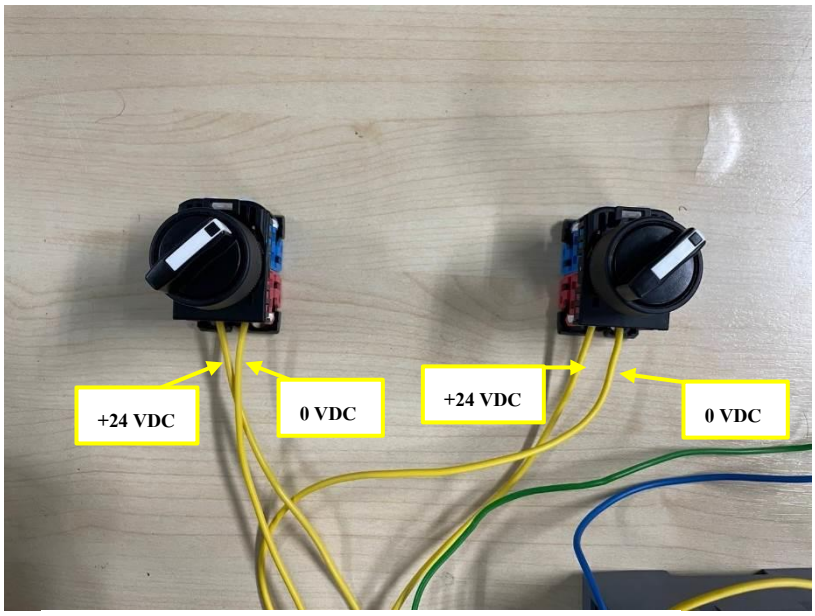
ภาพที่ 3.20 แสดงการต่อไฟเลี้ยงให้กับหน้าจอ Touch Screen และการส่งข้อมูลให้กับหน้าจอ Touch Screen

(6) ในส่วนของอุปกรณ์ Capacitive Proximity Sensor การต่อวงจรเข้ากับ PLC โดยผู้วิจัยใช้เซ็นเซอร์ทั้งหมด 2 ตัว ใช้ OUTPUT แบบ NPN และมีสถานะแบบ NO (Normally Open) เซ็นเซอร์ตัวที่หนึ่งกำหนดให้เป็นเซ็นเซอร์นับจำนวนกระสอบฝั่งเข้าของกระสอบน้ำตาล และเซ็นเซอร์ตัวที่สองกำหนดให้เป็นเซ็นเซอร์นับจำนวนกระสอบฝั่งออกของกระสอบน้ำตาล การต่อวงจรนำสายไฟสีน้ำตาล (Brown) ของเซ็นเซอร์ต่อที่ไฟ +24 VDC และสายไฟสีน้ำเงิน (Blue) ของเซ็นเซอร์ต่อที่ไฟ 0 VDC ของ Terminal Block สายไฟสีดำ (Black) ต่อเข้ากับขาของ PLC ที่ขา .0 และ .1 ตามลำดับ ดังภาพที่ 3.21



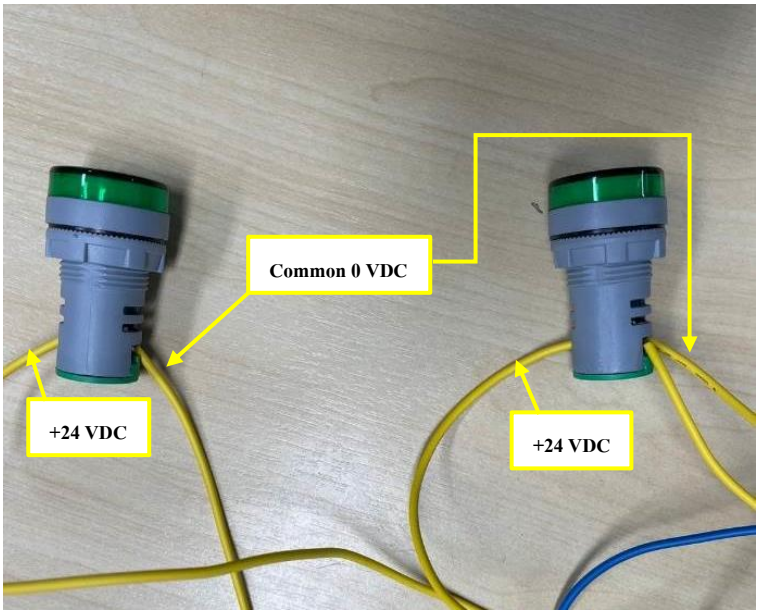
ภาพที่ 3.21 การต่อวงจรของ Capacitive Proximity Sensor เข้ากับ PLC

(7) การต่อใช้งานซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch) เข้ากับ PLC ผู้วิจัยใช้สวิตช์ทั้งหมด 2 ตัว เพื่อตั้งค่าเริ่มต้นการนับจำนวน ใช้สวิตช์ที่มีสถานะแบบ NO (Normally Open) ต่อขาที่ 3 ของสวิตช์ต่อเข้ากับขาที่ .2 และ .3 ตามลำดับ และขาที่ 4 ต่อกับไฟ 0 VDC ที่ Terminal Block ดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 การต่อใช้งานซีเล็คเตอร์สวิตช์เข้ากับ PLC

(8) การต่อใช้งานหลอดไฟ LED AC/DC 24V เข้ากับ PLC โดยผู้วิจัยใช้หลอดไฟ LED ทั้งหมด 2 ตัว เพื่อใช้แสดงสถานะเมื่อกระสอบน้ำตาลผ่านที่ตัวเซ็นเซอร์ ต่อขาของหลอดไฟทั้งสองตัว X1 เข้ากับ PLC ที่ขา .4 และ .5 ส่วนขาของหลอดไฟ X2 ทั้งสองตัวต่อจุด Common ไฟ 0 VDC ที่ Terminal Block ดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 การต่อใช้งานหลอดไฟ LED AC/DC 24V

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การทดลองผลงานวิจัย เรื่อง ระบบการนับสินค้าด้วยเซ็นเซอร์นับจำนวน ผ่านการจำลองผล โดยจำลองผลผ่านโปรแกรม TIA Portal V15.1 และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder diagram) อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมมี Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1217C DC/DC/DC และ Siemens SIMATIC HMI KTP700 Basic

4.1 ขั้นตอนการทดลองในรูปแบบการจำลองผล

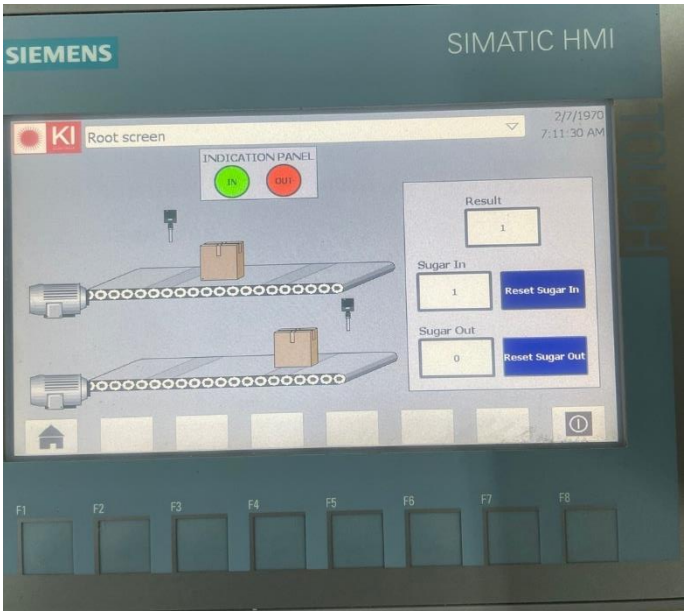
4.1.1 ถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งเข้า

(1) เมื่อถุงน้ำตาลถุงที่ 1 ผ่านเซ็นเซอร์นับจำนวนฝั่งเข้า เซ็นเซอร์นับจำนวนฝั่งเข้าเริ่มนับจำนวนถุงที่ 1 ดังภาพที่ 4.1

- หลอดไฟ LED ขึ้นสถานะไฟสีเขียว เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีถุงน้ำตาลกำลังผ่านเซ็นเซอร์ ดังภาพที่ 4.1

- หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาล โดยแสดงจำนวนนับที่ 1 ถุง ดังภาพที่ 4.2

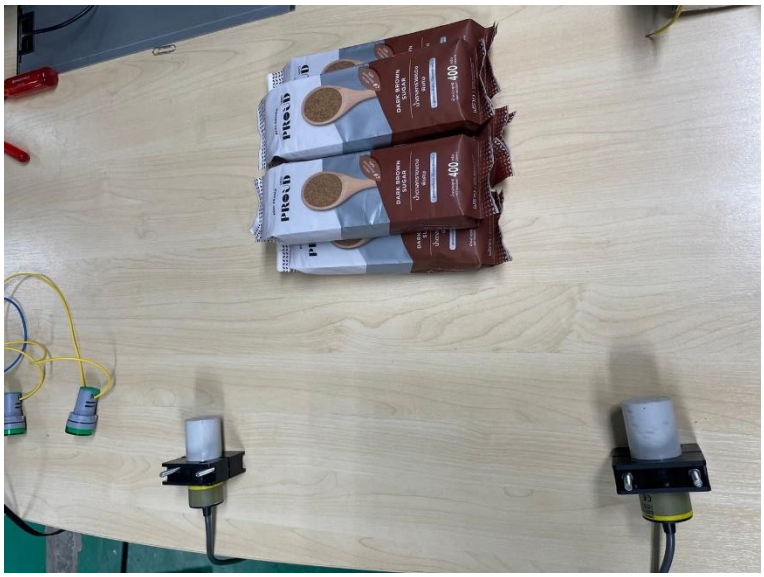
ภาพที่ 4.1 แสดงสถานะไฟสีเขียว เมื่อมีกระสอบผ่านที่เซ็นเซอร์นับจำนวนฝั่งเข้า



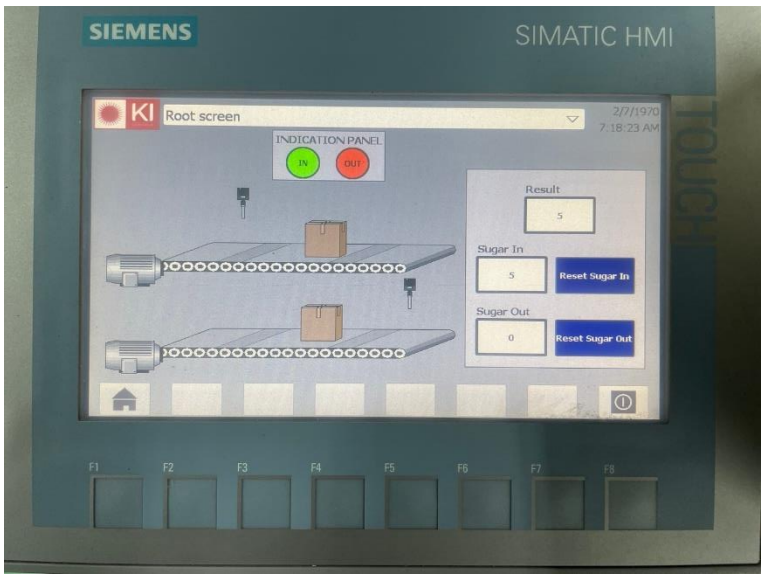
ภาพที่ 4.2 หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลถุงที่ 1 เมื่อถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งเข้า

(2) เมื่อถุงน้ำตาลถุงที่ 1 ถึงถุงที่ 5 ผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งเข้าแล้ว ผู้วิจัยกำหนดให้ตรงกลางระหว่างเซ็นเซอร์ฝั่งเข้าและฝั่งออกคือโกดังสินค้า ดังภาพที่ 4.3

- หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลที่อยู่ในโกดังสินค้า โดยแสดงจำนวนนับที่ 5 ถุง ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 แสดงถุงน้ำตาลที่อยู่ในโกดังสินค้า



ภาพที่ 4.4 หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลทั้งหมด 5 ถุง เมื่อถุงน้ำตาลอยู่ในโกดังสินค้า

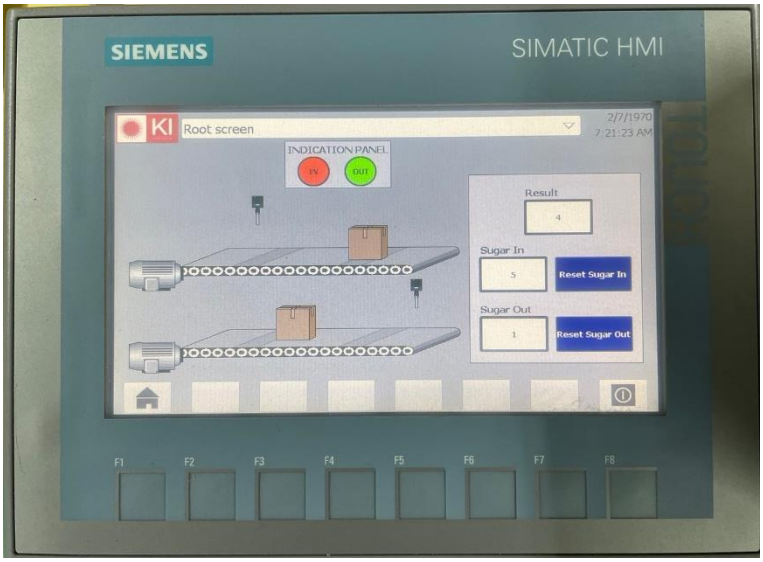
4.1.2 ถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งออก

(1) เมื่อถุงน้ำตาลออกจากโกดังสินค้า ถุงที่ 1 ผ่านเซ็นเซอร์นับจำนวนฝั่งออก เซ็นเซอร์นับจำนวนฝั่งออกเริ่มนับจำนวนถุงที่ 1 ดังภาพที่ 4.5

- หลอดไฟ LED ขึ้นสถานะไฟสีเขียว เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีถุงน้ำตาลกำลังออกจากโกดังสินค้าผ่านเซ็นเซอร์ ดังภาพที่ 4.5

- หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลกำลังออกจากโกดังสินค้า โดยแสดงจำนวนนับที่ 1 ถุง และแสดงจำนวนถุงน้ำตาลเหลือในโกดังสินค้าดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.5 แสดงสถานะไฟสีเขียว เมื่อมีกระสอบผ่านที่เซ็นเซอร์นับจำนวนฝั่งออก

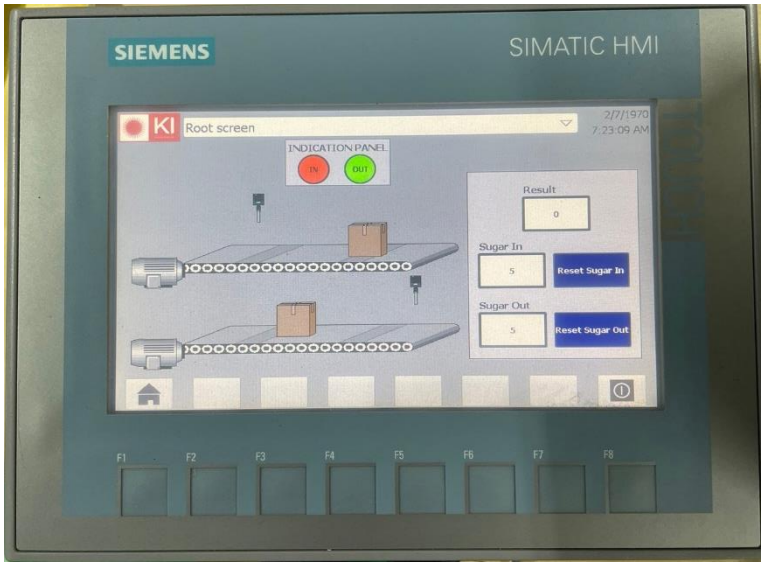


ภาพที่ 4.6 หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาล เมื่อถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งออก

(2) เมื่อถุงน้ำตาลถุงที่ 1 ถึงถุงที่ 5 ผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งออกจากโกดังสินค้า ดังภาพที่ 4.7

- หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลที่ออกจากโกดังสินค้า โดยแสดงจำนวนนับที่ 5 ถุง ดังภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.7 แสดงถุงน้ำตาลที่ออกจากโกดังสินค้า



ภาพที่ 4.8 หน้าจอ Touch Screen แสดงจำนวนถุงน้ำตาลทั้งหมด 5 ถุง เมื่อถุงน้ำตาลออกจากโกดังสินค้า

4.2 สรุปผลการทดลองในรูปแบบการจำลองผล

การทดลองนี้ผู้วิจัยทำการทดลองกับถุงน้ำตาลทั้งหมด 5 ถุง เพื่อหาข้อบกพร่องของระบบการนับสินค้าด้วยเซ็นเซอร์นับจำนวนด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ซึ่งบ่งบอกถึงความความเสถียรภาพ และสามารถนำไปใช้ในระบบงานจริง โดยที่ทำงานตรงตามขั้นตอนและเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลของกระบวนการลำเลียงกระสอบน้ำตาลและออกแบบขั้นตอนการทำงานและทดลองในรูปแบบการจำลอลผลของเซ็นเซอร์นับจำนวน โดยบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท อุตสาหกรรมโคราช จำกัด ที่ให้การศึกษากระบวนการลำเลียงกระสอบน้ำตาล ที่โกดังสินค้า การวิจัยเรื่อง ระบบการนับสินค้าด้วยเซ็นเซอร์นับจำนวน จากผลการทดลองในรูปแบบการจำลองผล การใช้งานเซ็นเซอร์นับจำนวนด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ทางผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับถุงน้ำตาลจำนวน 5 ถุง สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี

1. กรณีที่ถุงน้ำตาลเข้าโกดังสินค้า ขณะที่ส่วนหัวของถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งเข้า PLC จับสัญญาณ Pulse ตัวล่าสุดที่เข้ามาและตรวจจับค้างเป็นเวลา 3 วินาที เพื่อแก้ปัญหาการเกิดริ้วของถุงน้ำตาล และแสดงจำนวนถุงน้ำตาลผ่านหน้าจอทัชสกรีนรวมถึงแจ้งสถานะผ่านหลอดไฟ LED

2. กรณีที่ถุงน้ำตาลออกจากโกดังสินค้า ขณะที่ส่วนหัวของถุงน้ำตาลผ่านเซ็นเซอร์ฝั่งออก PLC จับสัญญาณ Pulse ตัวล่าสุดที่เข้ามาและตรวจจับค้างเป็นเวลา 3 วินาที เช่นกัน และแสดงจำนวนถุงน้ำตาลผ่านหน้าจอทัชสกรีนรวมถึงแจ้งสถานะผ่านหลอดไฟ LED

ในขณะเดียวกันสามารถทราบจำนวนถุงน้ำตาลที่คงเหลือในโกดังสินค้าได้ โดยการนำจำนวนถุงน้ำตาลฝั่งเข้าโกดังสินค้าลบกับจำนวนถุงน้ำตาลฝั่งออกจากโกดังสินค้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) สามารถต่อยอดและเพิ่มประสิทธิในการตรวจจับวัตถุที่แม่นยำมากขึ้น โดยการนำโฟโต้อิเล็กทริค เซ็นเซอร์ (Photoelectric Sensor) มาใช้งานแทน คาปาซิทีฟ พร็อกซิมิตี้ เซ็นเซอร์ (Capacitive Proximity Sensor)

2) หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในวิจัยนี้ ควรแก้ไขที่ความเร็วรอบของสายพานลำเลียง (Conveyor) ให้มีความเร็วรอบที่ต่างกันที่โกดังสินค้า เนื่องจากกระสอบน้ำตาลมีระยะที่ติดกัน จึงเป็นปัญหาในการตรวจจับของเซ็นเซอร์

บรรณานุกรม

[1] ณัฐวัฒน์ เรืองทอง. (2555). **ระบบจัดการลานจอดรถ.** คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2] นัศพ์ชาณัณ ชินปัญช์ธนะ. (2553). **ระบบตรวจนับวัตถุอัตโนมัติด้วยเทมเพลตแมชชิ่ง แบบนอร์มัลไลซ์คอรีเลชั่น.** คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

[3] บุญธง วสุรีย์. (2551). **การพัฒนาระบบนับผู้เข้าใช้ห้องสมุดแบบอัตโนมัติด้วยไมโครคอมพิวเตอร์.** มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

[4] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2567). **Capacitive กับ Inductive Proximity Sensor ต่างกันอย่างไร.** สืบค้นจาก Factomart: https://mall.factomart.com/what-is-the-difference-between-inductive-and-capacitive-proximity-sensor/

[5] วสุนธรา ปะมา นางสาวพัชรพิมล แห้วเพ็ชร์ และนายสมพร สินปรุ. (2558). **เซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับนับจำนวนคนภายในอาคารด้วย Infrared Sensor และ Smart Flooes.** สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[6] Arkom Pithakwirakun. (2567). **การจัดเรียง Address ของ PLC.** สืบค้นจาก Automation 360: https://automation360blog.wordpress.com

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายอานนท์ วิรัตน์
ตำแหน่ง	นักศึกษา
วัน เดือน ปีเกิด	21 มีนาคม 2542
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2560 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ปีการศึกษา 2563 เข้าศึกษาระดับอุดมศึกษา ปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จ.นครราชสีมา
สถานที่ติดต่อได้	157/221 หมู่ 3 ถ.มิตรภาพ ต.บ้านไผ่ อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น 40110