



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติ
ของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

Design of Safety System for Automation Production Line
of Head Stack Assembly

นายเจษฎา นิมพิลา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติ
ของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

Design of Safety System for Automation Production Line
of Head Stack Assembly

นายเจษฎา นิมพิลา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา	การออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ	
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นายเจษฎา นิมพิลา	
คณะ วิศวกรรมศาสตร์	ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า	
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนาถ สมมณี	
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณวิทย์ชัย นิสสัยดี	
สถานประกอบการ	บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด	

บทคัดย่อ

สายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จประกอบด้วยเครื่องผลิตอัตโนมัติที่ทำงานต่อเนื่องกันจำนวน 4 เครื่อง เครื่องผลิตอัตโนมัติที่ทำงานต่อเนื่องกันอาจก่อให้เกิดอันตรายกับพนักงานได้ โครงการสหกิจศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ เพื่อลดและควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับพนักงานที่ต้องปฏิบัติงานกับเครื่องผลิตอัตโนมัติ ขั้นตอนการออกแบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ ได้แก่ (1) การออกแบบด้านซอฟต์แวร์ ได้แก่ การเขียนคำสั่งใหม่ให้กับเซพตี้ไฟแอลซี เพื่อควบคุมให้เครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติทำงานได้อย่างปลอดภัยแม้เกิดการรบกวนการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ (2) การออกแบบด้านไฟฟ้า ได้แก่ การสร้างล่อจิกทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรที่อยู่ในเงื่อนไข และการย้ายภาระทางไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกที่มอเตอร์คอนโทรลเลอร์ และ (3) การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ ได้แก่ การออกแบบและติดตั้งเซพการ์ดที่ด้านข้างของเครื่องผลิตอัตโนมัติและการออกแบบสวิตช์แบบใหม่สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ ผลการทดสอบพบว่าสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยและสรุปได้ดังนี้ (1) เซพตี้ไฟแอลซีโค้ดที่เขียนขึ้นใหม่สนับสนุนการทำงานอย่างปลอดภัยและสะดวกของวิศวกรหรือพนักงานซ่อมบำรุงในการตรวจสอบการทำงานและความผิดปกติของระบบความปลอดภัยของเครื่องผลิตอัตโนมัติ (2) เครื่องจักรที่ใช้ภายในเครื่องผลิตอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขความปลอดภัยที่ออกแบบไว้ รวมถึงเมื่อเกิดการรบกวนและการกลับมาทำงานใหม่ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ มอเตอร์คอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ และ (3) เซพการ์ดที่ติดตั้งด้านซ้ายและขวาของเครื่องผลิตอัตโนมัติ สามารถป้องกันการเข้าถึงพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรภายในเครื่องผลิตอัตโนมัติ และสวิตช์แบบใหม่สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติช่วยให้พนักงานซ่อมบำรุงทำงานได้สะดวกขึ้น

คำสำคัญ: การออกแบบความปลอดภัย สายการผลิตอัตโนมัติ เครื่องผลิตอัตโนมัติ ชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

Co-operative Title: Design of Safety System for Automation Production Line of Head Stack Assembly

Student Intern Name: Mr.Jetsada Nimpila

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Assistant.Prof.Dr.Piyanart Sommani

Mentor Name: Mr.Withayachai Nissaide

Company: Seagate Technology (Thailand) Ltd.

ABSTRACT

An automation production line of head stack assembly (HSA) consists of 4 continuous automated stations. The workplace automated stations might create hazards to employees; therefore, this cooperative project is aimed to design a safety system for automation production line of HSA in order to mitigate and control any potential hazards associated with employees who work with an automated station. Three steps of safety design for the automatic production lines are: (1) software design by programming new safety PLC codes to control the machines located in each automated station to operate safely, even an interruption of the automated station; (2) electrical design by creating electrical logic to control the machines operated in specified conditions and by moving electrical load that causes a voltage drop at motor controller; and (3) hardware design by designing and installing safeguards at automated stations and also by designing new enabling switches. The test results indicated that the safety functions of automation production line of HSA can be attained and concluded that: (1) new safety PLC codes can support the operation and inspection works of station engineers or maintenance staff more safely and conveniently; (2) machines located in an automated station can operate in accordant with their safe design conditions as well as motor controllers can normally operate after the interruption of the automated station and power resume; and (3) newly design and installed safeguards at left and right sides of each automated station can prevent entering to work area of machines located in an automated station and new enabling switches help support the safe operation and inspection works of maintenance staff much more conveniently.

Keywords: Safety Design, Automation Production Line, Automated Station, Head Stack Assembly (HSA)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษานี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้จากความร่วมมือระหว่างบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด (Seagate Technology (Thailand) Ltd.) และคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณ คุณถวิลชัย วาหารัมย์ หัวหน้าทีมวิศวกรระบบผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และ คุณวิทย์ชัย นิสสัยดี วิศวกรที่ปรึกษา ตลอดจนทีมวิศวกรระบบผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ทุกท่าน ที่ให้โอกาสในการทำโครงการสหกิจต่อเนื่องจากการฝึกงาน พร้อมทั้งให้คำปรึกษาด้านเทคนิค สนับสนุนและให้ความรู้ในเรื่องระบบผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ปิยะนาถ สมมณี อาจารย์นิเทศโครงการสหกิจศึกษา สำหรับคำปรึกษา ความรู้ ความช่วยเหลือ แนวทางการแก้ไขปัญหา พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางตลอดระยะเวลาโครงการ

ขอขอบคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ให้ความรู้ซึ่งสามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ บิดา มารดา ครอบครัว ที่คอยสนับสนุน ตลอดจนเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจ และความช่วยเหลือ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เจษฎา นิมพิลา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 วิธีดำเนินการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 สายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ.....	3
2.2 พีแอลซี.....	4
2.3 เซพต์พีแอลซี.....	9
2.4 การป้องกันอันตรายจากเครื่องจักร.....	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	11
3.1 การวิเคราะห์จุดอันตรายของเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ.....	11
3.2 การออกแบบระบบความปลอดภัย.....	11
3.3 การทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัย.....	12
บทที่ 4 ผลการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์ผล.....	14
4.1 ผลการวิเคราะห์จุดอันตรายและความผิดปกติของการทำงานเครื่องจักรของเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ.....	14
4.2 ผลการออกแบบระบบความปลอดภัย.....	17
4.3 ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัยที่ออกแบบ.....	25
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	29
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	29
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก	31
ภาคผนวก ก	32
ภาคผนวก ข	36
ประวัติผู้เขียน	39

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ข้อมูลการวิเคราะห์จุดอันตรายและความผิดปกติของการทำงานเครื่องจักรของเครื่องผลิต อัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ	16
4.2 การกำหนดอินพุต-เอาต์พุตและคำอธิบายตัวแปรของเซพตี้พีแอลซีโค้ดที่ใช้ควบคุมการทำงาน สวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์และม่านแสงนิรภัยด้านหน้าและด้านหลัง	20
4.3 ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัยตามเงื่อนไขการทดสอบความปลอดภัย	26
ก.1 คุณลักษณะของเซพตี้พีแอลซี	32
ก.2 คุณลักษณะของสวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์	33
ก.3 คุณลักษณะของม่านแสงนิรภัย	33
ก.4 คุณลักษณะของเซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัส	34
ก.5 คุณลักษณะของสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ	35

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 พีแอลซี.....	5
2.2 การทำงานของมอเตอร์.....	6
2.3 สัญลักษณ์ของแลตเตอร์ไดอะแกรม.....	7
2.4 การใช้พีแอลซีควบคุมการทำงานของหลอดไฟ.....	7
2.5 ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม.....	8
2.6 วงจรดิจิทัลเอาต์พุต.....	9
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	13
4.1 สายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ.....	15
4.2 เซฟตี้พีแอลซีโค้ดใหม่ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ.....	19
4.3 ลอจิก “Front-Rear DC”.....	21
4.4 มอเตอร์คอนโทรลเลอร์.....	22
4.5 เซฟการ์ดของเครื่องผลิตอัตโนมัติ.....	24
4.6 สวิตซ์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ.....	25
ก.1 กล้องสวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตซ์.....	32
ก.2 ม่านแสงนิรภัย.....	33
ก.3 เซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัส.....	34
ก.4 สวิตซ์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ.....	34
ข.1 เงื่อนไขการทำงานของสวิตช์ฉุกเฉิน.....	36
ข.2 เงื่อนไขการทำงานของรีเซ็ตสวิตซ์.....	37
ข.3 เงื่อนไขการทำงานของม่านแสงนิรภัย.....	38
ข.4 เงื่อนไขการทำงานของเซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัส.....	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. 2555)

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี จำกัด (Seagate Technology LLC) เป็นบริษัทชั้นนำด้านฮาร์ดแวร์ที่ผลิตและจำหน่ายฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive: HDD) หรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำหลักของคอมพิวเตอร์ โดยก่อตั้งครั้งแรกในปี พ.ศ. 2522 ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ส่วนสาขาในประเทศไทย บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด (Seagate Technology (Thailand) Ltd.) ก่อตั้งในปี พ.ศ. 2526 และปัจจุบันมีโรงงานผลิต 2 แห่ง คือ สาขาเทพารักษ์ จังหวัดสมุทรปราการ เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนบางขั้นตอนที่เกี่ยวกับหัวบันทึกและอ่านข้อมูล โดยผลิตเฉพาะหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ (Head Gimbal Assembly: HGA) และชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (Head Stack Assembly: HSA) และสาขาโคราช จังหวัดนครราชสีมา เป็นโรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยมีกระบวนการผลิตตั้งแต่นั้นจนถึงขั้นสุดท้าย คือ Slider, HSA, HGA, และ Drive Operation

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี จำกัด ใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation) ควบคุมกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เพราะต้องการระบบการผลิตที่มีความแม่นยำ ความถูกต้อง และความเที่ยงสูง เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า โดยใช้เครื่องจักรทั้งหมดในสายการผลิตและใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานแทนการใช้แรงงานคน ข้อดีของการใช้ระบบอัตโนมัติ คือ การผลิตมีความเร็วและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นซึ่งช่วยเพิ่มกำลังการผลิต เพิ่มความน่าเชื่อถือ ช่วยควบคุมคุณภาพการผลิต ตลอดจนลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ (Human Error) รวมถึงลดต้นทุนการผลิตในระยะยาว โดยเฉพาะต้นทุนด้านแรงงาน อย่างไรก็ตามพบว่าระบบอัตโนมัติยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความปลอดภัยของพนักงานที่ต้องปฏิบัติงานกับเครื่องผลิตอัตโนมัติ เช่น พนักงานปฏิบัติการที่ทำหน้าที่ส่ง-ถ่าย (Load-Unload) ชิ้นงานเข้าเครื่องผลิตอัตโนมัติ พนักงานซ่อมบำรุงที่ทำหน้าที่ตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องผลิตอัตโนมัติ เนื่องจากเครื่องผลิตอัตโนมัติที่ทำงานด้วยความเร็วสูงอาจก่อให้เกิดอันตรายกับพนักงานได้

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด สาขาโคราช จังหวัดนครราชสีมา ตระหนักถึงความปลอดภัยของพนักงาน จึงให้ความสำคัญการดำเนินงานในโครงการสหกิจศึกษานี้ ภายใต้แนวคิดการออกแบบด้านความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติ (Automation Production Line) ของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ เพื่อลดและควบคุมการเกิดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับพนักงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

1.2.2 ลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุกับพนักงานในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 สายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด สาขาโคราช ตำบลสูงเนิน อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา

1.3.2 การออกแบบความปลอดภัยด้านซอฟต์แวร์ ได้แก่ การเขียนคำสั่งใหม่ให้กับเซฟตี้พีแอลซี (Safety Programmable Logic Controller: PLC) เพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติให้สอดคล้องกับเงื่อนไขความปลอดภัยเมื่อเกิดการรบกวน

1.3.3 การออกแบบความปลอดภัยด้านไฟฟ้า ได้แก่ การสร้างลจิกทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรที่อยู่ในเงื่อนไข และการย้ายภาระทางไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกที่มอเตอร์คอนโทรลเลอร์

1.3.4 การออกแบบความปลอดภัยด้านฮาร์ดแวร์ ได้แก่ การออกแบบและติดตั้งเซฟการ์ด (Safeguard) ที่ด้านข้างของเครื่องผลิตอัตโนมัติ และการออกแบบสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงาน (Enabling Switch) ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

1.4.1 ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 วางแผนการดำเนินงานและออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

1.4.3 ทดสอบระบบความปลอดภัยของสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

1.4.4 วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

1.4.5 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จที่สามารถลดการเกิดอุบัติเหตุกับพนักงานที่ต้องปฏิบัติงานกับเครื่องผลิตอัตโนมัติ และลดความเสียหายที่อาจเกิดกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในเครื่องผลิตอัตโนมัติ

1.5.2 แนวทางการพัฒนาระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ เพื่อยกระดับความปลอดภัยระดับห้องปฏิบัติการ (Laboratory Scale) ไปสู่ระบบที่สามารถใช้งานได้จริงในระดับอุตสาหกรรม (Industrial Scale)

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จของโครงการสหกิจศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์ในการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในเครื่องผลิตอัตโนมัติ (Automated Station) ของสายการผลิตอัตโนมัติ (Automation Production Line) หลักการด้านความปลอดภัยในงานอุตสาหกรรมอาศัยหลักการพื้นฐาน 3E ซึ่งต้องดำเนินการไปพร้อมกัน เพื่อให้การป้องกันอุบัติเหตุและการสร้างความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรมเกิดประสิทธิภาพสูงสุด (สภาวิศวกร. 2549) ได้แก่

Engineering คือ วิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้วิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์ในการคำนวณและออกแบบอุปกรณ์เครื่องจักรให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ปลอดภัยที่สุด การติดตั้งเครื่องป้องกันอันตราย (Safeguarding) ที่จุดเคลื่อนไหวหรือจุดอันตรายของอุปกรณ์เครื่องจักร การวางผังโรงงาน อุตสาหกรรม ระบบไฟฟ้า การระบายอากาศ แสงสว่าง เสียง

Education คือ การศึกษา หมายถึง การให้การศึกษาหรือการฝึกอบรมให้คำแนะนำแก่พนักงาน ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงาน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดและการป้องกันอุบัติเหตุ รวมถึงการสร้างความปลอดภัยในโรงงาน

Enforcement คือ การบังคับให้เป็นไปตามกฎระเบียบ หมายถึง การกำหนดวิธีการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยและกำหนดมาตรการควบคุมบังคับให้พนักงานผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตาม

ความปลอดภัยในงานวิศวกรรมแบ่งเป็น 4 ประเภทหลัก คือ ความปลอดภัยในงานวิศวกรรมเครื่องกล ความปลอดภัยในงานวิศวกรรมไฟฟ้า ความปลอดภัยในงานวิศวกรรมเคมี และความปลอดภัยในงานวิศวกรรมโยธา

2.1 สายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (Seagate. 2017)

สายการผลิตอัตโนมัติเป็นการผลิตชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องจักรที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงาน ทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้เอง จึงเหมาะสมกับงานที่ต้องการควบคุมคุณภาพหรือความสะอาด งานที่ต้องการความละเอียดแม่นยำ และงานเสี่ยงอันตราย เช่น งานที่ใช้อุณหภูมิสูงเกินมนุษย์จะทนได้ สายการผลิตอัตโนมัติจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยให้กับกระบวนการผลิต เนื่องจากพนักงานที่ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรทำหน้าที่ออกคำสั่งและดูแลเครื่องจักรเท่านั้น สายการผลิตอัตโนมัติแบ่งตามระบบเครื่องจักรได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ ได้แก่ ระบบเครื่องจักรที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานในบางขั้นตอนและใช้แรงงานคนควบคุมการทำงานในขั้นตอนที่เหลือ และระบบเครื่องจักรอัตโนมัติ ได้แก่ ระบบเครื่องจักรที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานทุกขั้นตอน พนักงานมีหน้าที่ออกคำสั่งและดูแลรักษาระบบเครื่องเท่านั้น

ชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (Head Stack Assembly: HSA) เป็นส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive: HDD) และประกอบด้วยชิ้นส่วน 2 ชนิด คือ หัวอ่านฮาร์ดดิสก์ (Head Slider) และแขนหัวอ่าน (Actuator Arm) ชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จเป็นอุปกรณ์ที่หมุนด้วยความเร็ว 5,400 หรือ 7,200 รอบต่อนาที จึงต้องการระบบการผลิตที่มีความแม่นยำ ความถูกต้อง และความเที่ยงสูง ดังนั้นการผลิตชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จจึงใช้ระบบการผลิตอัตโนมัติแทนมนุษย์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า

สายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (Automation Production Line of Head Stack Assembly) ของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ประกอบด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ A, B, C และ D ที่ทำงานต่อเนื่องกันดังนี้

1. ประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์กับแขนหัวอ่าน
2. จัดเรียงหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ให้ตรงกับระยะที่กำหนดของแขนหัวอ่าน
3. ยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ให้ติดกับแขนหัวอ่าน
4. เชื่อมวงจรไฟฟ้าของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์กับแขนหัวอ่าน
5. ยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ให้ติดกับแขนหัวอ่านอีกครั้ง

2.2 พีแอลซี (Bolton W. 2006; IEC 61131-3. 2003; ABB. 2018a)

2.2.1 ลักษณะทั่วไปของพีแอลซี

พีแอลซีหรือโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานให้ทำงานตามลอจิก ตามลำดับ ตามเวลา พีแอลซีมีความคล้ายคลึงกับคอมพิวเตอร์ พีแอลซีเน้นการใช้งานด้านการควบคุมแต่คอมพิวเตอร์เน้นการใช้งานด้านการคำนวณและการแสดงผล พีแอลซีมีข้อดีหลายประการที่ส่งผลให้โรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้พีแอลซีเพิ่มขึ้น ได้แก่

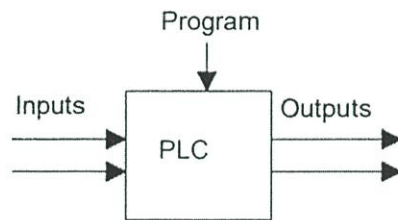
1. พีแอลซีมีความยืดหยุ่น (Flexible) ในการใช้งาน การใช้งานพีแอลซีอาจเป็นแบบเดี่ยว (Stand Alone) หรือแบบต่อหลายตัว (Network) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงาน
2. การเขียนคำสั่ง (Programming) ให้กับพีแอลซี สามารถทำได้ง่ายและเข้าใจง่าย
3. การประมวลผล (Interfacing) ของอินพุต (Input) และเอาต์พุต (Output) เกิดภายในพีแอลซี
4. การแก้ไขหรือดัดแปลงลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานที่ถูกรับควบคุมด้วยพีแอลซีทำได้ด้วยการแก้ไขคำสั่งของพีแอลซี โดยที่ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟใหม่ (Rewire)
5. พีแอลซีมีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะถูกออกแบบให้ทนทานต่อการสั่นสะเทือน อุณหภูมิ ความชื้น และคลื่นรบกวนจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.2.2 ระบบการทำงานของพีแอลซี

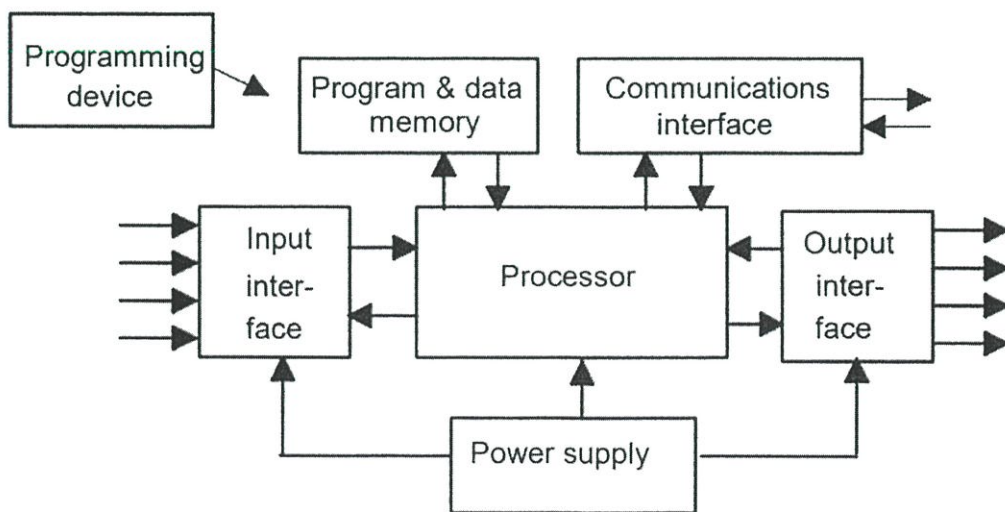
ระบบการทำงานของพีแอลซี ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การเขียนคำสั่ง และส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้างานนี้

1. ส่วนที่เป็นหน่วยโปรเซสเซอร์หรือหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (Processor Unit or Central Processing Unit (CPU) ทำหน้าที่ประมวลผลตามคำสั่ง
2. ส่วนที่เป็นอินพุต-เอาต์พุต (Input Output Section) แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่
 - ส่วนเชื่อมต่ออินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Interface) ทำหน้าที่สื่อสารระหว่างหน่วยโปรเซสเซอร์และอุปกรณ์ภายนอก
 - ส่วนการสื่อสาร (Communication Interface) ทำหน้าที่สื่อสารระหว่างพีแอลซีด้วยกัน
3. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การเขียนคำสั่ง (Programming Device) ทำหน้าที่ป้อนคำสั่งให้กับหน่วยความจำ (Memory Unit) ซึ่งทำหน้าที่เก็บคำสั่งเพื่อรอการเรียกใช้งานจากหน่วยโปรเซสเซอร์
4. ส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply Unit) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลต์ สำหรับการทำงานของอุปกรณ์ภายในพีแอลซี

การทำงานอย่างง่ายของพีแอลซีและอุปกรณ์พื้นฐานของระบบพีแอลซีแสดงดังรูปที่ 2.1 (ก) และ (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.1 พีแอลซี (ก) การทำงานอย่างง่าย และ (ข) อุปกรณ์พื้นฐาน (Bolton W. 2006)

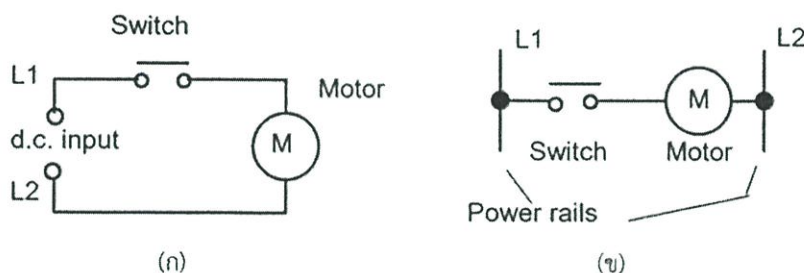
2.2.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งให้กับพีแอลซี

มาตรฐาน IEC 1131-3 (2003) กำหนดภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งให้กับพีแอลซี 5 ภาษา คือ แลตเตอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram: LD) ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม (Function Block Diagram: FBD) อินสตรัคชันลิสต์ (Instruction List: IL) สตรัคเจอร์เท็กซ์ (Structure Text: ST) และซีควนเชียลฟังก์ชันชาร์ท (Sequential Function Chart: SFC) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของแต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ส่วนประกอบของการเขียนคำสั่งมีลักษณะเดียวกัน เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชัน ฟังก์ชันบล็อก การเขียนคำสั่งด้วยแลตเตอร์ไดอะแกรมเป็นที่นิยมมากที่สุด ทั้งนี้สามารถเขียนคำสั่งโดยนำรูปแบบการเขียนในภาษาต่างๆ มารวมกัน

โครงการสหกิจศึกษานี้ใช้ภาษาในการเขียนคำสั่งให้กับพีแอลซี คือ แลตเตอร์ไดอะแกรมและฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม เพราะเป็นที่นิยมใช้งานในบริษัทที่เป็นกรณีศึกษา

2.2.4 แลตเตอร์ไดอะแกรม

แลตเตอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) เป็นภาษาสัญลักษณ์ที่มีพื้นฐานวงจรควบคุมแบบรีเลย์ (Relay) และวงจรไฟฟ้า แลตเตอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วยราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวาของไดอะแกรมเพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัสเพื่อเป็นทางผ่านของกระแส (Power Flow) และมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาต์พุต เมื่อพิจารณาตามโครงสร้างดังรูปที่ 2.2 จะสามารถเข้าใจได้ง่าย เช่น วงจรไฟฟ้าที่มีสวิตช์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ก) สามารถเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 2.2 (ข)



รูปที่ 2.2 การทำงานของมอเตอร์ (ก) การเขียนวงจรทางไฟฟ้า และ (ข) การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรม (Bolton W. 2006)

หลักการเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมอย่างง่าย คือ

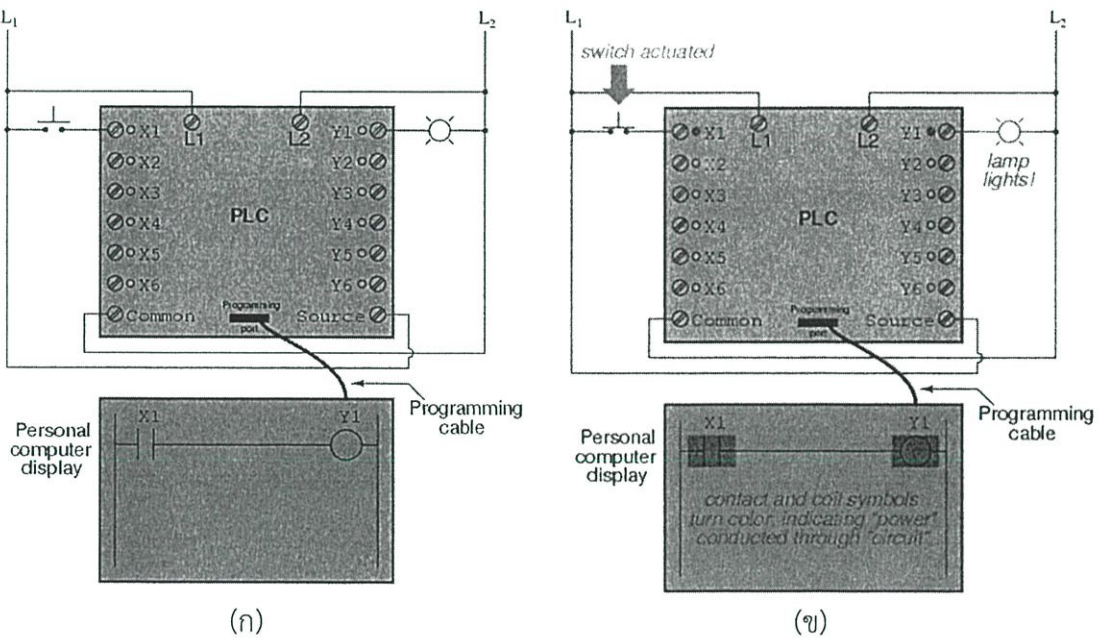
1. เริ่มการเขียนไดอะแกรมจากซ้ายไปทางขวาและบนลงล่าง โดยเขียนเส้นแนวตั้ง 2 เส้น ใช้แทนรางและเส้นแนวนอนสำหรับเชื่อมต่อเส้นแนวตั้ง (ราง) และใช้แทนวงจรไฟฟ้าโดยแสดงทิศการไหลของกำลังไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.2 (ข)
2. เริ่มต้นด้วยอินพุตอย่างน้อย 1 อินพุต และจบด้วยเอาต์พุตอย่างน้อย 1 เอาต์พุต สำหรับแต่ละขั้นของแลตเตอร์ไดอะแกรม

3. เขียนสัญลักษณ์ของแลตเตอร์ (รูปที่ 2.3) ได้แก่ เอาต์พุตคอยล์ (Output Coil) ปกติเปิด (Normally Open) และปกติปิด (Normally Closed) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 (ก) (ข) และ (ค) ตามลำดับ เพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ของแลตเตอร์ไดอะแกรม (ก) เอาต์พุตคอยล์ (ข) ปกติเปิด และ (ค) ปกติปิด (EETech Media LLC. ND)

ตัวอย่างการเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมที่แสดงการใช้งานอย่างง่ายของพีแอลซีในรูปที่ 2.4 เป็นรูปของการใช้พีแอลซีควบคุมการทำงานของหลอดไฟ รูปที่ 2.4 (ก) แสดงให้เห็นถึงการไม่ทำงานของหลอดไฟ (ไฟดับ) เพราะไม่ได้กดสวิทช์ชนิดปกติเปิดซึ่งต่อวงจรเข้ากับอินพุต X1 และต่ออนุกรมกับเอาต์พุตคอยล์ Y1 ตามลำดับ ทำให้ไม่มีการส่งสัญญาณไฟฟ้าเข้าอินพุต X1 และไม่มีสัญญาณส่งไปยังเอาต์พุตคอยล์ Y1 ทำให้ไฟดับ และรูปที่ 2.4 (ข) แสดงให้เห็นถึงการทำงานของหลอดไฟ (ไฟสว่าง) เพราะกดสวิทช์ที่ต่อเข้ากับอินพุต X1 ทำให้มีการส่งสัญญาณไฟฟ้าเข้าอินพุต X1 และเอาต์พุตคอยล์ Y1 ทำให้ไฟสว่าง



รูปที่ 2.4 การใช้พีแอลซีควบคุมการทำงานของหลอดไฟ (ก) ก่อนกดสวิทช์ และ (ข) หลังกดสวิทช์ (EETech Media LLC. ND)

ข้อจำกัดของการใช้ภาษาสัญลักษณ์แลตเตอร์ไดอะแกรมในการเขียนคำสั่งให้กับพีแอลซี คือไม่สามารถใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานที่มีความซับซ้อน เพราะการใช้ภาษาสัญลักษณ์เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ ทำได้ยาก และเสียเวลา ดังนั้นการเขียนคำสั่งให้กับพีแอลซีที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานที่ซับซ้อน จะต้องกำหนดฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมในการควบคุมการทำงานดังกล่าว

2.2.5 ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม

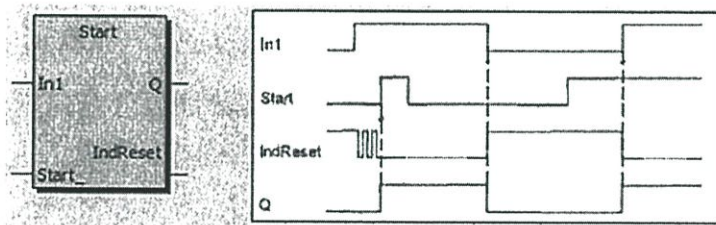
ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม (Function Block Diagram) เป็นภาษาที่แสดงฟังก์ชันการทำงานในรูปภาษาสัญลักษณ์และเชื่อมต่อเป็นโครงข่าย

ตัวอย่างของฟังก์ชันพื้นฐาน (รูปที่ 2.5) ของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมที่นิยมใช้ของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษา เช่น

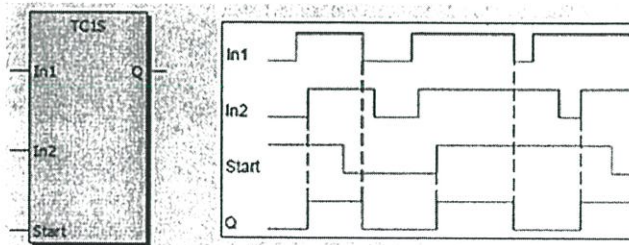
1. ฟังก์ชันสตาร์ท (Start) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ 1 อินพุต ควบคุม 1 เอาต์พุต หากสัญญาณอินพุตขาดไป สัญญาณเอาต์พุตจะถูกตัด เมื่อสัญญาณอินพุตกลับมา สัญญาณเอาต์พุตจะยังถูกตัดจนกว่าจะมีสัญญาณสตาร์ทเข้ามา สัญญาณเอาต์พุตจึงจะเริ่มทำงานอีกครั้ง (รูปที่ 2.5 (ก))

2. ฟังก์ชัน 2 อินพุตสำหรับสตาร์ท (Two-channel Function with Input for Start) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ 2 อินพุต ควบคุม 1 เอาต์พุต หากสัญญาณอินพุตตัวใดตัวหนึ่งขาดไป สัญญาณเอาต์พุตจะถูกตัด เมื่อสัญญาณอินพุตกลับมาทั้ง 2 สัญญาณ สัญญาณเอาต์พุตจะยังถูกตัดจนกว่าจะมีสัญญาณสตาร์ทเข้ามา สัญญาณเอาต์พุตจึงจะเริ่มทำงานอีกครั้ง (รูปที่ 2.5 (ข))

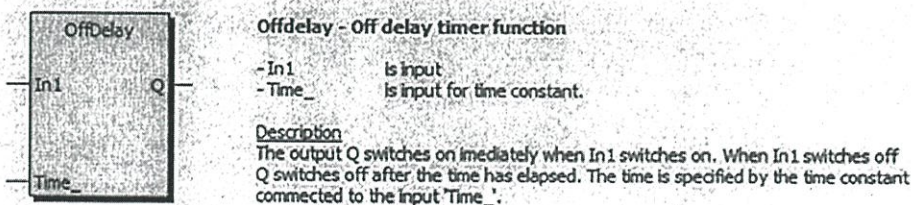
3. ฟังก์ชันออฟดีเลย์ (Off Delay) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ 1 อินพุต ควบคุม 1 เอาต์พุต หากสัญญาณอินพุตขาดไป สัญญาณเอาต์พุตจะถูกหน่วงและถูกตัดตามเวลาที่กำหนด เมื่อสัญญาณอินพุตกลับมา สัญญาณเอาต์พุตจะกลับมาทันที (รูปที่ 2.5 (ค))



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2.5 ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม

(ก) ฟังก์ชันสตาร์ท (ข) ฟังก์ชัน 2 อินพุตสำหรับสตาร์ท และ (ค) ฟังก์ชันออฟดีเลย์ (ABB, 2018a)

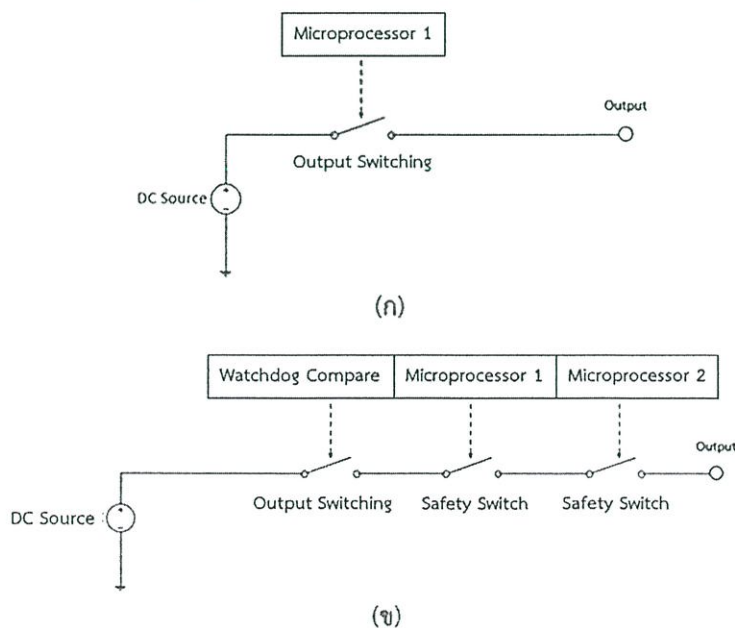
2.3 เซฟตี้พีแอลซี (Rockwell Automation. 2002)

พีแอลซีแบบทั่วไปนิยมใช้ในระบบควบคุมกระบวนการผลิตและการควบคุมแบบอัตโนมัติมานานแล้ว อุตสาหกรรมกระบวนการผลิตที่ต้องการระบบความปลอดภัยก็สามารถใช้พีแอลซีเป็นส่วนประมวลผลได้เช่นกัน เพราะพีแอลซีให้ข้อดีมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนประมวลผลที่ใช้เป็นระบบรีเลย์ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อกำหนดของมาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยที่เข้มงวด ทำให้ไม่สามารถใช้พีแอลซีเป็นส่วนประมวลผลในระบบความปลอดภัยตามมาตรฐานสากลได้ เซฟตี้พีแอลซีหรือพีแอลซีแบบนิรภัย (Safety PLC) จึงถูกออกแบบและพัฒนาโดยเฉพาะสำหรับนำไปใช้งานในระบบความปลอดภัย ความแตกต่างของเซฟตี้พีแอลซีกับพีแอลซีแบบทั่วไป ได้แก่ ด้านโครงสร้าง ด้านอินพุต และ ด้านเอาต์พุต ดังนี้

1. ด้านโครงสร้าง พีแอลซีแบบทั่วไปมีไมโครโปรเซสเซอร์ 1 ตัว แต่เซฟตี้พีแอลซีมีไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ตัว ที่ทำงานแยกกัน และเมื่อไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละตัวประมวลผลเสร็จ จะเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละตัวเพื่อให้มั่นใจว่าได้ผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์

2. ด้านอินพุต พีแอลซีแบบทั่วไปไม่มีการตรวจสอบสัญญาณอินพุต แต่เซฟตี้พีแอลซีมีการตรวจสอบสัญญาณอินพุตระหว่างส่วนเชื่อมต่ออินพุตกับส่วนตรวจสอบสัญญาณ เพื่อให้มั่นใจว่าสัญญาณอินพุตที่ได้รับตรงกัน

3. ด้านเอาต์พุต พีแอลซีแบบทั่วไปมีเอาต์พุตสวิตซ์ซิง (Output Switching) 1 ตัว แต่เซฟตี้พีแอลซีมีเอาต์พุตสวิตซ์ซิง 1 ตัว และเซฟตี้สวิตซ์ 2 ตัว ที่อยู่ถัดจากเอาต์พุตสวิตซ์ซิง ซึ่งเซฟตี้สวิตซ์จะถูกควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์อย่างละตัว (รูปที่ 2.6) กรณีที่เกิดเหตุการณ์ผิดปกติที่เซฟตี้สวิตซ์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ตัวใดตัวหนึ่ง เซฟตี้พีแอลซีจะทราบว่าจะเกิดเหตุการณ์ผิดปกติและสั่งปิดการทำงานทันที ข้อดีเหล่านี้ทำให้เซฟตี้พีแอลซีมีราคาสูงกว่าพีแอลซีแบบทั่วไปประมาณ 25% ถึง 30%



รูปที่ 2.6 วงจรดิจิทัลเอาต์พุต (ก) พีแอลซีแบบทั่วไป และ (ข) เซฟตี้พีแอลซี

(Rockwell Automation. 2002)

2.4 การป้องกันอันตรายจากเครื่องจักร (Occupational Safety and Health Administration, 1992)

2.4.1 หลักการป้องกันอันตราย ประกอบด้วย

1. การป้องกันการสัมผัส (Prevent Contact)
2. การป้องกันไม่ให้ส่วนของร่างกายเข้าใกล้บริเวณอันตราย (Secure)
3. การป้องกันวัสดุตกจากด้านบน (Protect from Falling Objects)
4. การไม่ก่อให้เกิดอันตรายใหม่ (Create No New Hazards)
5. การไม่ทำให้เกิดสิ่งรบกวน (Create No Interference)
6. การหล่อลื่นอย่างปลอดภัย (Allow Safe Lubrication)

2.4.2 ประเภทหรือวิธีการของเครื่องป้องกันอันตรายทางกลที่ใช้เพื่อป้องกันพนักงานปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงานซึ่งอยู่ในพื้นที่เครื่องจักรจากอันตรายทางกลนั้น ได้แก่

1. เครื่องป้องกัน (Guard) เป็นอุปกรณ์ทางกายภาพ (Physical Barrier) สำหรับกั้นระหว่างผู้ปฏิบัติงานและจุดอันตรายของเครื่องจักร เพื่อป้องกันการสัมผัสหรือการเข้าบริเวณอันตราย ของเครื่องจักร และลดอันตรายที่อาจเกิดจากเศษวัสดุที่ปลิวออกมา การปนเปื้อน เสียง ดังนั้นเครื่องป้องกัน ต้องมีความมั่นคง แข็งแรง ปลอดภัย ไม่สามารถที่จะถอดออกหรือเข้าไปเกี่ยวข้องได้ง่าย และไม่ควรเป็นอุปสรรคต่อการมองเห็นหรือกีดขวางการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

เครื่องป้องกันมี 4 ชนิด ได้แก่ (1) เครื่องป้องกันแบบติดอยู่กับที่ (Fixed Guard) เป็นอุปกรณ์ที่ติดอยู่ถาวรจึงเป็นเหมือนชิ้นส่วนของเครื่องจักร (2) เครื่องป้องกันแบบอุปกรณ์เชื่อมโยงเพื่อห้ามการทำงาน (Interlocked Guard) เป็นอุปกรณ์ที่หากถูกเปิดในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานหรือมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในบริเวณอันตรายของเครื่องจักร เครื่องจักรจะหยุดทำงานทันที (3) เครื่องป้องกันแบบปรับได้ (Adjustable Guard) เป็นอุปกรณ์ที่กั้นและป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากจุดอันตรายของเครื่องจักรซึ่งสามารถปรับให้สอดคล้องกับขนาดและรูปร่างของวัสดุหรือชิ้นงานที่ถูกป้อนเข้าไปในเครื่องจักร และ (4) เครื่องป้องกันแบบปรับได้เอง (Self-adjusting Guard) เป็นอุปกรณ์ที่เปิด-ปิดตามการเคลื่อนที่ของชิ้นงานที่ถูกผู้ปฏิบัติงานส่งเข้า

2. อุปกรณ์ป้องกัน (Device) เป็นอุปกรณ์ที่อาจใช้แทนที่หรือเพิ่มจากเครื่องป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัส ณ จุดปฏิบัติการ อุปกรณ์ป้องกันต้องหยุดการทำงานของเครื่องจักรเมื่อมีมือหรือส่วนของร่างกายผู้ปฏิบัติงานเข้าสู่บริเวณอันตรายระหว่างการดำเนินงาน หรือดึงมือของผู้ปฏิบัติงานให้ออกจากบริเวณอันตราย หรือกำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานวางมือทั้งสองข้างที่ตำแหน่งควบคุมเครื่องจักรเพื่อป้องกันมือและส่วนของร่างกายให้ห่างจากอันตรายเหล่านั้น หรือเป็นเหมือนสิ่งกั้น (Barrier) ซึ่งกระทำพร้อมกับการอบการทำงานของเครื่องจักรเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนของร่างกายเข้าใกล้บริเวณอันตราย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

โรงงานสหกิจศึกษานี้ ได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลการดำเนินงานออกแบบระบบความปลอดภัยของสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ จากบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด สาขาโคราช และมีขั้นตอนการศึกษา 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์จุดอันตรายของเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

ขั้นตอนการวิเคราะห์จุดอันตรายของเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ มีดังนี้

1. การลงพื้นที่ปฏิบัติงาน (On-site Inspection) ในช่วงเวลาปฏิบัติงานปกติและช่วงซ่อมบำรุง (Normal Operation and Maintenance) เพื่อสำรวจจุดอันตรายของเครื่องผลิตอัตโนมัติ
2. การตรวจสอบความผิดปกติของการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรม Pluto Manager ซึ่งหากมีความผิดปกติเกิดขึ้นหรืออุปกรณ์บางจุดเสียหาย โปรแกรมจะแจ้งให้ทราบทันที

3.2 การออกแบบระบบความปลอดภัย

เงื่อนไขความปลอดภัยสำหรับเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ ได้แก่

1. เครื่องจักรที่กำลังเคลื่อนที่ในเครื่องผลิตอัตโนมัติต้องหยุดการทำงานทันที หากเกิดการรบกวนการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ
2. ระบบความปลอดภัยต้องสามารถป้องกันการเข้าถึงพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ

การออกแบบความปลอดภัยและศึกษาคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้ง 3 ด้าน ได้แก่

3.2.1 การออกแบบความปลอดภัยด้านซอฟต์แวร์

การเขียนคำสั่งใหม่ให้กับเซพตี้พีแอลซีเพื่อกำหนดเงื่อนไขความปลอดภัยของการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ

3.2.2 การออกแบบความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

การสร้างลอจิกทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรที่อยู่ในเงื่อนไขความปลอดภัย และการย้ายภาระทางไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกที่มอเตอร์คอนโทรลเลอร์

3.2.3 การออกแบบความปลอดภัยด้านฮาร์ดแวร์

การออกแบบและติดตั้งเซพการ์ดด้านข้างของเครื่องผลิตอัตโนมัติ และการออกแบบสวิทช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติให้มีขนาดที่สะดวกต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน

3.3 การทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัย

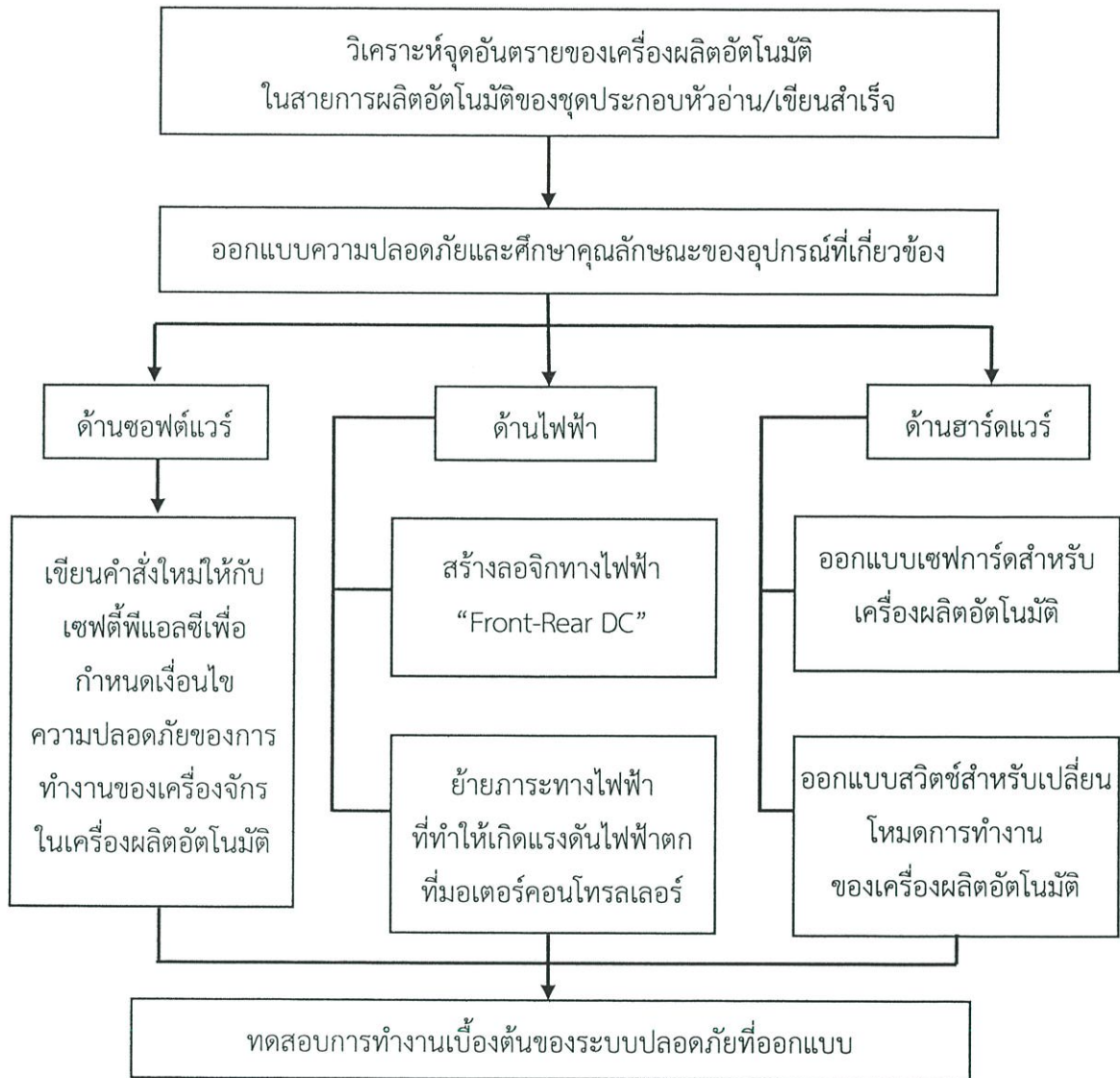
ขั้นตอนการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัย มีดังนี้

1. การรบกวนการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติตามเงื่อนไขการทดสอบความปลอดภัยทั้ง 25 เงื่อนไข เงื่อนไขละ 3 ครั้ง

- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้าอย่างเดียว
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหลังอย่างเดียว
- เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายอย่างเดียว
- เปิดเซฟการ์ดด้านขวาอย่างเดียว
- กดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉินอย่างเดียว
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้าและด้านหลัง
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้าและเปิดเซฟการ์ดด้านซ้าย
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้าและเปิดเซฟการ์ดด้านขวา
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้าและกดสวิตช์ฉุกเฉิน
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหลังและเปิดเซฟการ์ดด้านซ้าย
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหลังและเปิดเซฟการ์ดด้านขวา
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหลังและกดสวิตช์ฉุกเฉิน
- เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายและด้านขวา
- เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายและกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน
- เปิดเซฟการ์ดด้านขวาและกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้า ด้านหลัง และเปิดเซฟการ์ดด้านซ้าย
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้า ด้านหลัง และเปิดเซฟการ์ดด้านขวา
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้า ด้านหลัง และกดสวิตช์ฉุกเฉิน
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้า เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายและด้านขวา
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้า เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายและกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหน้า เปิดเซฟการ์ดด้านขวาและกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหลัง เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายและด้านขวา
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหลัง เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายและกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน
- รบกวนมันแสงนิรภัยด้านหลัง เปิดเซฟการ์ดด้านขวาและกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน
- รบกวนการทำงานมันแสงนิรภัยทั้งหมด เปิดเซฟการ์ดทั้งสองข้าง และกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน

2. การคำนวณความน่าเชื่อถือของการทำงานของระบบความปลอดภัยตามเงื่อนไขการทดสอบความปลอดภัยข้างต้น

ขั้นตอนของการดำเนินการศึกษาการออกแบบระบบความปลอดภัยของสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จสามารถสรุปดังภาพที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

บทที่ 4

ผลการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

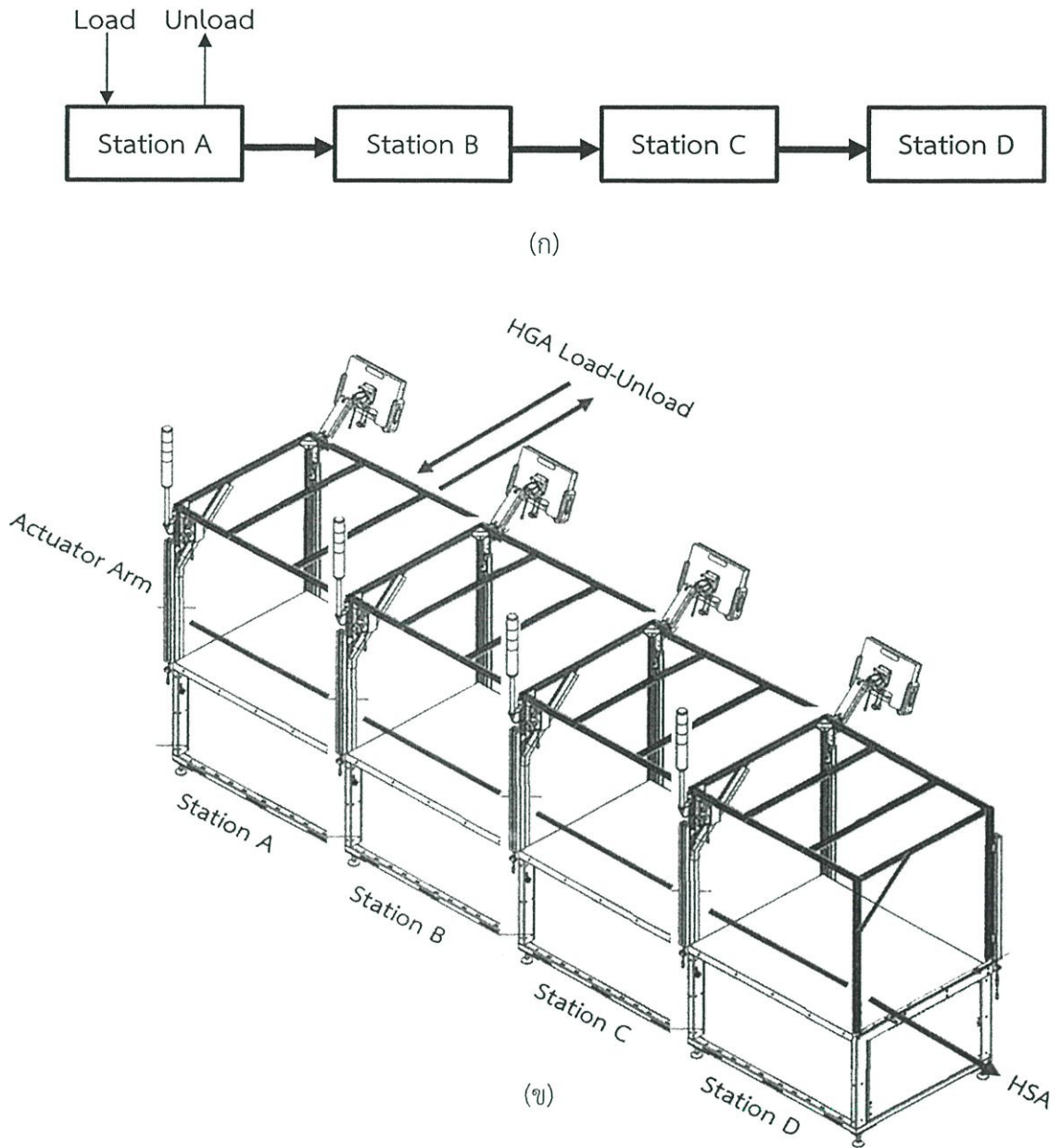
โครงการสหกิจศึกษานี้ ดำเนินการออกแบบระบบความปลอดภัยด้านซอฟต์แวร์ ด้านไฟฟ้า และด้านฮาร์ดแวร์ ภายใต้พื้นฐานข้อมูลการวิเคราะห์จุดอันตรายและความผิดปกติของการทำงานของเครื่องจักรซึ่งได้จากการลงพื้นที่ปฏิบัติงานในช่วงเวลาปฏิบัติงานปกติและช่วงซ่อมบำรุง และการตรวจสอบความผิดปกติของการทำงานของเครื่องจักรด้วยโปรแกรม Pluto Manager ตามลำดับ เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องจักรของเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ ผลการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์ผลแสดงดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์จุดอันตรายและความผิดปกติของการทำงานของเครื่องจักรของเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

สายการผลิตอัตโนมัติ (Automation Production Line) ของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (รูปที่ 4.1) ประกอบด้วยเครื่องผลิตอัตโนมัติ (Automated Station) ที่ทำงานต่อเนื่องกัน 4 เครื่อง โดยแต่ละเครื่องจะมีเครื่องจักรและอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. เครื่องผลิตอัตโนมัติ A (Station A) มีเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (HGA) กับแขนของหัวอ่าน/เขียน (Actuator Arm) เครื่องผลิตอัตโนมัติ A เป็นส่วนที่พนักงานปฏิบัติการทำหน้าที่ส่ง-ถ่ายชิ้นงาน ซึ่งอาจเป็นจุดที่ก่อให้เกิดอันตรายกับพนักงานได้
2. เครื่องผลิตอัตโนมัติ B (Station B) มีเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเรียงหัวอ่าน/เขียนสำเร็จให้ตรง และยึดติดส่วนหัวของหัวอ่าน/เขียนสำเร็จกับแขนของหัวอ่าน/เขียน
3. เครื่องผลิตอัตโนมัติ C (Station C) มีเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมวงจรไฟฟ้าระหว่างหัวอ่าน/เขียนสำเร็จกับแขนของหัวอ่าน/เขียน
4. เครื่องผลิตอัตโนมัติ D (Station D) มีเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ยึดติดส่วนหางของหัวอ่าน/เขียนสำเร็จกับแขนของหัวอ่าน/เขียน

การลงพื้นที่ปฏิบัติงานของสายการผลิตอัตโนมัติในช่วงเวลาปฏิบัติงานปกติ พบว่าเครื่องผลิตอัตโนมัติ A จะมีจุดอันตรายที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุกับพนักงานปฏิบัติการที่ทำหน้าที่ส่ง-ถ่ายชิ้นงาน แต่ถ้าเป็นช่วงซ่อมบำรุง พบว่าเครื่องผลิตอัตโนมัติทุกเครื่อง ได้แก่ A, B, C และ D มีจุดอันตรายที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุกับพนักงานซ่อมบำรุงที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานและความผิดปกติของเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติ



รูปที่ 4.1 สายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

(ก) มุมมองด้านบน และ (ข) มุมมอง 3 มิติ

ข้อมูลการวิเคราะห์จุดอันตรายและความผิดปกติที่พบจากการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติของสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ รวมถึงแนวทางกำจัดหรือลดจุดอันตรายและความผิดปกตินั้น ซึ่งได้จากการลงพื้นที่ปฏิบัติงานในช่วงเวลาปฏิบัติงานปกติและช่วงซ่อมบำรุง และการตรวจสอบความผิดปกติของการทำงานเครื่องจักรด้วยโปรแกรม Pluto Manager สรุปไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการวิเคราะห์จุดอันตรายและความผิดปกติของการทำงานเครื่องจักรของเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ

สิ่งที่พบ	ผลกระทบ	แนวทางกำจัดหรือลด	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
1. จุดอันตรายที่พบจากการลงพื้นที่ปฏิบัติงาน			
เครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D ไม่มีเซฟการ์ด	พนักงานที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงจุดอันตรายของพื้นที่การทำงานของเครื่องจักร - ช่วงเวลาปฏิบัติงานปกติ พบว่าการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ A มีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายกับพนักงานปฏิบัติการส่ง-ถ่ายชิ้นงาน - ช่วงซ่อมบำรุง พบว่าการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D มีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายกับพนักงานซ่อมบำรุง	การออกแบบและติดตั้งเซฟการ์ดที่เครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D	พนักงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถเข้าถึงจุดอันตรายของพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติทุกเครื่อง
สวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D มีขนาดใหญ่	พนักงานซ่อมบำรุงทำงานไม่สะดวก	การออกแบบและใช้สวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D ให้เหมาะสม	สวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติทุกตัวมีขนาดเล็กกลงและเหมาะสมกับการทำงาน
เครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ B และ C ไม่หยุดการทำงานแม้ว่าจะเกิดการรบกวนการทำงาน	พนักงานที่เกี่ยวข้องอาจเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ B และ C	การสร้างลอจิกทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ B และ C ให้เป็นไปตามเงื่อนไขความปลอดภัยที่กำหนด	การลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ B และ C เพราะเครื่องจักรดังกล่าวอยู่ในเงื่อนไขความปลอดภัยจึงหยุดการทำงานเมื่อเกิดการรบกวนเครื่องผลิตอัตโนมัติ

สิ่งที่พบ	ผลกระทบ	แนวทางกำจัดหรือลด	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
มอเตอร์คอนโทรลเลอร์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D เกิดแรงดันไฟฟ้าตกเมื่อเกิดการรบกวนการทำงานและการกลับมาทำงานใหม่ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ	มอเตอร์คอนโทรลเลอร์ไม่สามารถกลับมาทำงานได้	การย้ายภาระทางไฟฟ้าที่ทำให้แรงดันไฟฟ้าตกออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของมอเตอร์คอนโทรลเลอร์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D	มอเตอร์คอนโทรลเลอร์กลับมาทำงานได้
2. ข้อสังเกตจากการลงพื้นที่ปฏิบัติงาน			
เครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ A ทำงานไม่ต่อเนื่องขณะส่ง-ถ่ายชิ้นงาน	การส่ง-ถ่ายชิ้นงานเกิดสภาวะคอกขวด	การเพิ่มโซนการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ A	เครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ A ทำงานได้ต่อเนื่องขณะส่ง-ถ่ายชิ้นงานและลดสภาวะคอกขวด
3. ความผิดปกติที่พบจากการตรวจสอบโดยใช้โปรแกรม Pluto Manager			
เซฟตี้พีแอลซีโค้ดของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D ไม่ครอบคลุมเงื่อนไขความปลอดภัย	เซฟตี้พีแอลซีโค้ดที่ไม่ครอบคลุมเงื่อนไขความปลอดภัยอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุกับพนักงานปฏิบัติการ พนักงานซ่อมบำรุง	การเขียนคำสั่งใหม่ให้กับเซฟตี้พีแอลซีของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D ให้ครอบคลุมเงื่อนไข	การทำงานอย่างปลอดภัยของวิศวกรหรือพนักงานซ่อมบำรุงในการทำงาน รวมถึงการตรวจสอบการทำงานและความผิดปกติของระบบความปลอดภัยของเครื่องผลิต
เซฟตี้พีแอลซีโค้ดของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D มีความแตกต่างกันและไม่มีคำอธิบายตัวแปร	เซฟตี้พีแอลซีโค้ดที่แตกต่างกันและขาดคำอธิบายตัวแปรทำให้วิศวกรประจำเครื่องหรือพนักงานซ่อมบำรุงตรวจสอบการทำงานและความผิดปกติของระบบความปลอดภัยได้ยาก	ความปลอดภัย และมีโค้ดที่เหมือนกันและมีคำอธิบายตัวแปร	ปลอดภัยของเครื่องผลิตอัตโนมัติได้สะดวกขึ้น

4.2 ผลการออกแบบระบบความปลอดภัย

เงื่อนไขความปลอดภัยสำหรับเครื่องผลิตอัตโนมัติในสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จตามที่ระบุในบทที่ 3 คือ เครื่องจักรที่กำลังเคลื่อนที่ในเครื่องผลิตอัตโนมัติต้องหยุดการทำงานทันที หากเกิดการรบกวนการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ และระบบความปลอดภัยต้องสามารถป้องกันการเข้าถึงพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ คุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบความ

ปลอดภัย ได้แก่ เซฟตี้พีแอลซี (Safety PLC) สวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์ (Emergency Off Switch and Reset Switch) ม่านแสงนิรภัย (Safety Light Curtain) เซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัส (Non-contact Safety Sensor) และสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ (Enabling Switch) และการทำงานของอุปกรณ์ข้างต้นที่เกี่ยวกับเซฟตี้พีแอลซีแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตามลำดับ

4.2.1 ผลการออกแบบความปลอดภัยด้านซอฟต์แวร์

เซฟตี้พีแอลซีโค้ดที่ได้จากการเขียนคำสั่งใหม่เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D สามารถครอบคลุมเงื่อนไขความปลอดภัยข้างต้น และเซฟตี้พีแอลซีโค้ดของเครื่องผลิตอัตโนมัติทุกเครื่องมีความเหมือนกันและมีคำอธิบายตัวแปรทำให้วิศวกรหรือพนักงานซ่อมบำรุงสามารถทำงานและตรวจสอบการทำงานและความผิดปกติของระบบความปลอดภัยของเครื่องผลิตอัตโนมัติได้อย่างปลอดภัยและสะดวกขึ้น

ตัวอย่างของเซฟตี้พีแอลซีโค้ดใหม่ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ (รูปที่ 4.2) เช่น

1. เซฟตี้พีแอลซีโค้ดที่ใช้ควบคุมการทำงานของสวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์แสดงดังรูปที่ 4.2 (ก) สวิตช์ฉุกเฉินที่สภาวะปกติจะส่งสัญญาณอินพุต I0.0 ไปที่ฟังก์ชันสตาร์ท (บรรทัดที่ 2) ฟังก์ชันสตาร์ทจะส่งสัญญาณเอาต์พุต G0.0 ไปเป็นสัญญาณอินพุตให้กับฟังก์ชันออฟดีเลย์ (บรรทัดที่ 3) และฟังก์ชันออฟดีเลย์จะส่งสัญญาณเอาต์พุต Q0.0 ไปควบคุมรีเลย์ 1 และ 2 ให้ทำงาน ทำให้เครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติทำงานตามปกติ

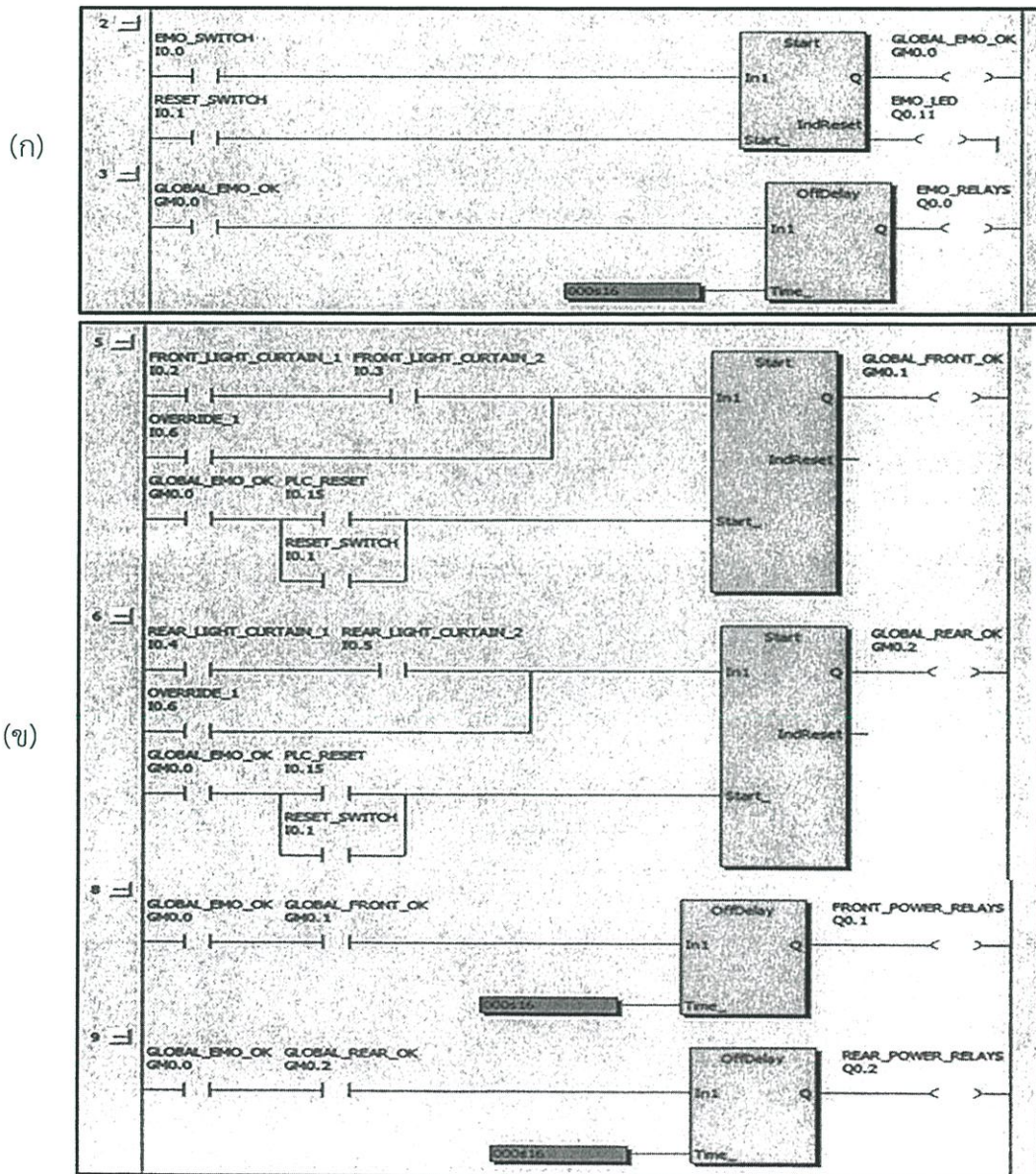
กรณีที่เกิดการรบกวนการทำงานและพนักงานที่เกี่ยวข้องกดสวิตช์ฉุกเฉิน สวิตช์ฉุกเฉินจะหยุดการทำงานและไม่ส่งสัญญาณไปฟังก์ชันสตาร์ท ฟังก์ชันออฟดีเลย์ และรีเลย์ 1 และ 2 ตามลำดับ ฟังก์ชันออฟดีเลย์หน่วงเวลา 0.16 วินาที ก่อนตัดการทำงานของรีเลย์ 1 และ 2 จากนั้นเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติจะหยุดการทำงาน

กรณีที่ต้องการให้เครื่องผลิตอัตโนมัติกลับมาทำงานใหม่ พนักงานที่เกี่ยวข้องจะหมุนคันทาแหน่งสวิตช์ฉุกเฉินเพื่อส่งสัญญาณอินพุต และกดรีเซ็ตสวิตช์เพื่อส่งสัญญาณรีเซ็ต I0.1 ให้ฟังก์ชันสตาร์ท ฟังก์ชันออฟดีเลย์ และรีเลย์ 1 และ 2 ตามลำดับ กลับมาทำงานดังสภาวะปกติข้างต้น

2. เซฟตี้พีแอลซีโค้ดที่ใช้ควบคุมการทำงานของม่านแสงนิรภัยด้านหน้าและด้านหลังแสดงดังรูปที่ 4.2 (ข) ม่านแสงนิรภัยด้านหน้าและด้านหลังที่สภาวะปกติจะส่งสัญญาณอินพุตของด้านหน้า I0.2 และ I0.3 และด้านหลัง I0.4 และ I0.5 ไปที่ฟังก์ชันสตาร์ท (บรรทัดที่ 5 และ 6) จากนั้นฟังก์ชันสตาร์ทจะส่งสัญญาณเอาต์พุตของด้านหน้า G0.1 และด้านหลัง G0.2 ไปเป็นสัญญาณอินพุตให้กับฟังก์ชันออฟดีเลย์ (บรรทัดที่ 8 และ 9) และฟังก์ชันออฟดีเลย์จะส่งสัญญาณเอาต์พุตของด้านหน้า Q0.1 และด้านหลัง Q0.2 ไปควบคุมรีเลย์ของด้านหน้า 3 และ 4 และด้านหลัง 5 และ 6 ให้ทำงาน ทำให้เครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติทำงานตามปกติ

กรณีที่เกิดการรบกวนการทำงานผ่านแสงนิริภัยด้านหน้า ผ่านแสงนิริภัยด้านหน้าจะหยุดการทำงานและไม่ส่งสัญญาณไปฟังก์ชันสตาร์ท ฟังก์ชันออฟดีเลย์ และรีเลย์ของด้านหน้า 3 และ 4 ตามลำดับ ฟังก์ชันออฟดีเลย์หน่วงเวลา 0.16 วินาที ก่อนตัดการทำงานของรีเลย์ของด้านหน้า 3 และ 4 จากนั้นเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติจะหยุดการทำงาน สำหรับเกิดการรบกวนการทำงานผ่านแสงนิริภัยด้านหลัง ผ่านแสงนิริภัยด้านหลังจะหยุดการทำงานในทำนองเดียวกันกับการเกิดการรบกวนผ่านแสงนิริภัยหน้า

กรณีที่ต้องการให้ผ่านแสงนิริภัยด้านหน้าหรือด้านหลังกลับมาทำงานใหม่ พนักงานที่เกี่ยวข้องจะต้องนำวัตถุแปลกปลอมออกจากแนวผ่านแสงนิริภัยเพื่อส่งสัญญาณอินพุต และกดรีเซ็ตสวิตช์เพื่อส่งสัญญาณรีเซ็ต IO.15 ให้ฟังก์ชันสตาร์ท ฟังก์ชันออฟดีเลย์ และรีเลย์ของด้านหน้า 3 และ 4 และด้านหลัง 5 และ 6 ตามลำดับ กลับมาทำงานดังสภาวะปกติข้างต้น



รูปที่ 4.2 เซพต์พีแอลซีโค้ดใหม่ที่ใช้ควบคุมการทำงานเครื่องจักรและอุปกรณ์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ

(ก) สวิตช์ฉุกเฉิน และ (ข) ผ่านแสงนิริภัย

ตัวอย่างของการกำหนดอินพุต-เอาต์พุตและคำอธิบายตัวแปรของเซฟตี้พีแอลซีโค้ดใหม่ที่ใช้ควบคุมการทำงานสวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์และม่านแสงนิรภัยด้านหน้าและด้านหลังข้างต้นแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การกำหนดอินพุต-เอาต์พุตและคำอธิบายตัวแปรของเซฟตี้พีแอลซีโค้ดที่ใช้ควบคุมการทำงานสวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์และม่านแสงนิรภัยด้านหน้าและด้านหลัง

อินพุต		เอาต์พุต	
ชื่อ	คำอธิบาย	ชื่อ	คำอธิบาย
IO.0	สัญญาณจากสวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0	สัญญาณควบคุมรีเลย์ 1 และ 2 (EMO Relay)
IO.1	สัญญาณจากรีเซ็ตสวิตช์	Q0.1	สัญญาณควบคุมรีเลย์ 3 และ 4 (Front Relay)
IO.2	สัญญาณตรวจจับวัตถุที่ 1 จากม่านแสงนิรภัยด้านหน้า	Q0.2	สัญญาณควบคุมรีเลย์ 5 และ 6 (Rear Relay)
IO.3	สัญญาณตรวจจับวัตถุที่ 2 จากม่านแสงนิรภัยด้านหน้า	Q0.11	สัญญาณควบคุมไฟ LED ของสวิตช์ฉุกเฉิน
IO.4	สัญญาณตรวจจับวัตถุที่ 1 จากม่านแสงนิรภัยด้านหลัง		
IO.5	สัญญาณตรวจจับวัตถุที่ 2 จากม่านแสงนิรภัยด้านหลัง		
IO.6	สัญญาณจากสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ		
IO.15	สัญญาณรีเซ็ตที่ส่งจากผู้ใช้งานผ่านซอฟต์แวร์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ		

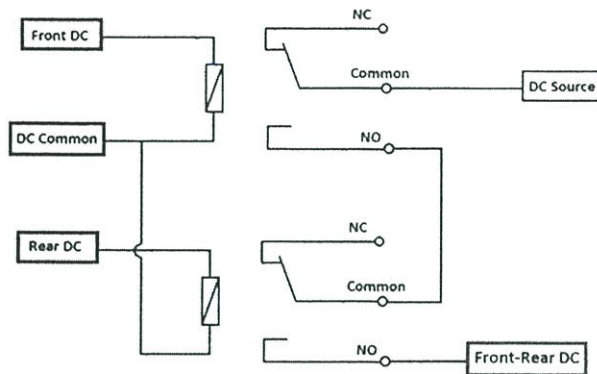
4.2.2 ผลการออกแบบความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

ผลการออกแบบความปลอดภัยด้านไฟฟ้าซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ B และ C และการกลับมาทำงานได้ของมอเตอร์คอนโทรลเลอร์ ได้แก่

1. การสร้างลอจิกทางไฟฟ้า “Front-Rear DC” (รูปที่ 4.3) เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ B และ C ให้หยุดการทำงานเมื่อเกิดการรบกวน โดยกำหนดเงื่อนไขการทำงานของ Front-Rear DC ให้ขึ้นกับม่านแสงนิรภัยด้านหน้าและด้านหลัง และการเปิด-ปิดเซฟการ์ด ดังนี้

- “Front DC” มีเงื่อนไขการทำงานขึ้นกับม่านแสงนิรภัยด้านหน้าและการเปิด-ปิดเซฟการ์ด
- “Rear DC” มีเงื่อนไขการทำงานขึ้นกับม่านแสงนิรภัยด้านหลัง
- “Front-Rear DC” ตัดการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ B และ C หากเกิด

การรบกวนเครื่องผลิตอัตโนมัติด้านหน้า ด้านหลัง หรือเกิดการเปิด-ปิดเซฟการ์ด

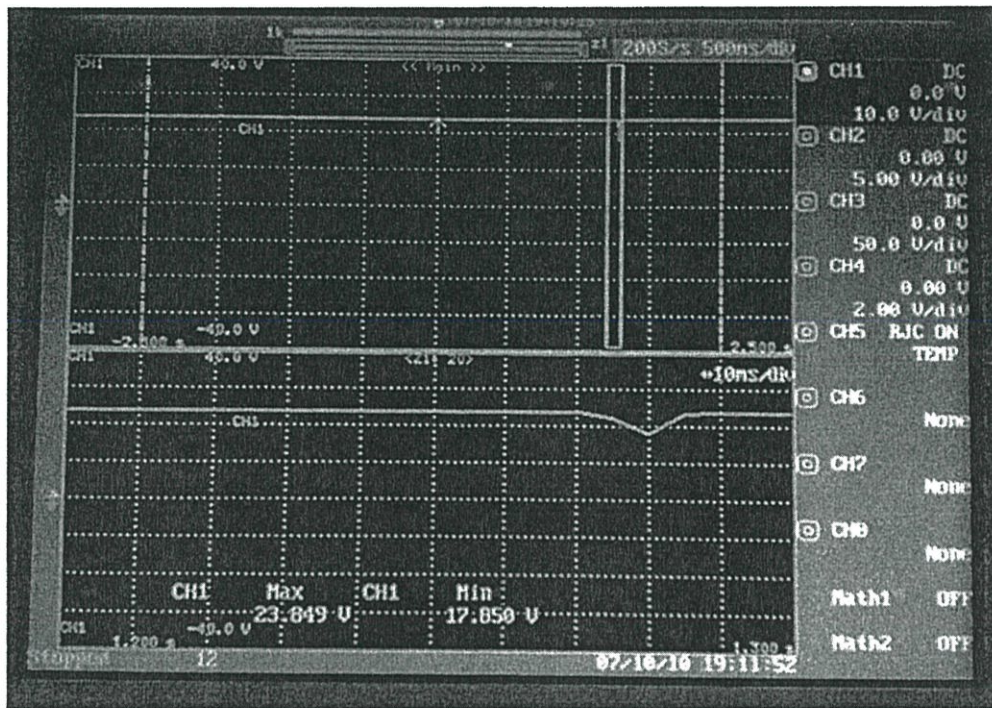


รูปที่ 4.3 ลอจิก “Front-Rear DC”

2. การย้ายภาระทางไฟฟ้าที่ทำให้แรงดันไฟฟ้าตกออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของมอเตอร์คอนโทรลเลอร์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D (รูปที่ 4.4) เพื่อแก้ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกที่มอเตอร์คอนโทรลเลอร์เมื่อเกิดการรบกวนและการกลับมาทำงานใหม่ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ พบว่าจะเกิดแรงดันไฟฟ้าตกที่มอเตอร์คอนโทรลเลอร์และทำให้มอเตอร์คอนโทรลเลอร์ไม่สามารถกลับมาทำงานได้ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์บางชนิดของเครื่องผลิตอัตโนมัติ

สาเหตุของแรงดันไฟฟ้าตกที่มอเตอร์คอนโทรลเลอร์เกิดจากไฟกระชาก (Inrush Current) เนื่องจากการทำงานของชุดมอเตอร์ที่ใช้งานในรางคอนเวเยอร์ของเครื่องผลิตอัตโนมัติระหว่างช่วงที่เครื่องผลิตอัตโนมัติกลับมาทำงานใหม่ เพราะชุดมอเตอร์ที่ใช้งานในรางคอนเวเยอร์และมอเตอร์คอนโทรลเลอร์ใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเดียวกัน ดังนั้นจึงแก้ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกที่มอเตอร์คอนโทรลเลอร์โดยย้ายชุดมอเตอร์ที่ใช้งานในรางคอนเวเยอร์ออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้างดังกล่าว

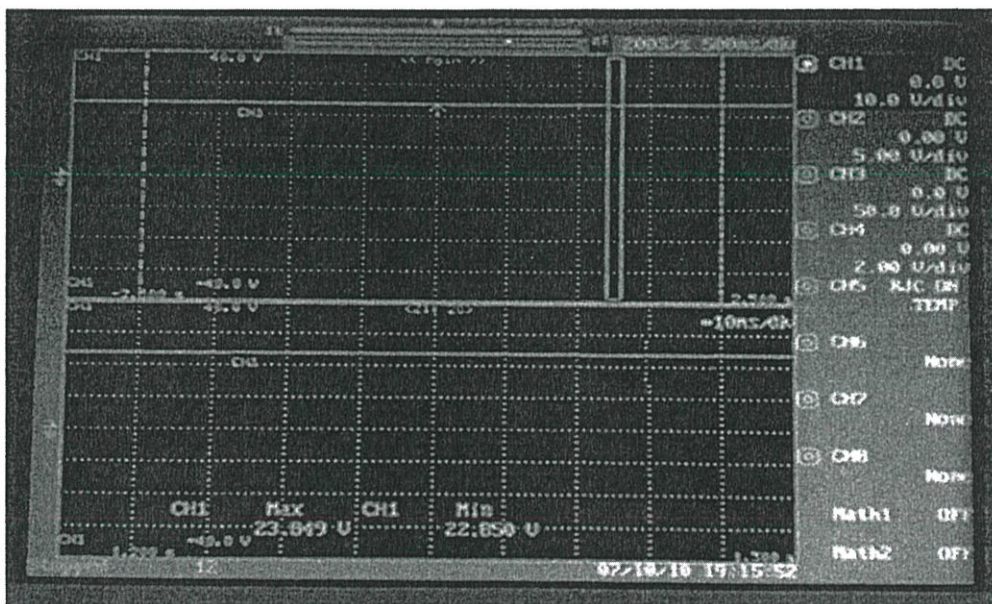
รูปที่ 4.4 (ก) แสดงการเกิดแรงดันไฟฟ้าตกจากชุดมอเตอร์ที่ใช้งานในรางคอนเวเยอร์ (17.85 โวลต์) และเวลาตั้งแต่เกิดแรงดันไฟฟ้าตกกลับเป็นปกติ 15 มิลลิวินาที และรูปที่ 4.4 (ข) แสดงคุณลักษณะของมอเตอร์คอนโทรลเลอร์ซึ่งใช้แรงดันไฟฟ้าอินพุตสำหรับคอนโทรลเลอร์ 21.6-26.4 โวลต์ และเวลาด้านทานแรงดันไฟฟ้าตกสูงสุด 0.5 มิลลิวินาที จากรูปที่ 4.4 (ก) และ (ข) แสดงให้เห็นว่าแรงดันไฟฟ้าตกและเวลาดังกล่าวตั้งแต่เกิดแรงดันไฟฟ้าตกกลับเป็นปกติอยู่นอกเหนือคุณลักษณะของมอเตอร์คอนโทรลเลอร์จึงทำให้มอเตอร์คอนโทรลเลอร์ไม่สามารถกลับมาทำงานได้หลังจากเกิดการรบกวนและการกลับมาทำงานใหม่ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ ส่วนรูปที่ 4.4 (ค) แสดงผลจากการย้ายจากการย้ายภาระทางไฟฟ้าหรือชุดมอเตอร์ออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้ไม่เกิดแรงดันไฟฟ้าตกและมอเตอร์คอนโทรลเลอร์กลับมาทำงานได้หลังจากเกิดการรบกวนและการกลับมาทำงานใหม่ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ



(ก)

Total output when maximum number of axes are connected	30 W x 2 axes
Control power input	24 VDC ± 10%
Motor power input	24 VDC ± 10%
Resistance against momentary power failure	Maximum 0.5 msec

(ข)



(ค)

รูปที่ 4.4 มอเตอร์คอนโทรลเลอร์ (ก) ขนาดและช่วงเวลาของแรงดันไฟฟ้าตก (ข) คุณสมบัติ และ (ค) แรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์คอนโทรลเลอร์หลังย้ายภาระทางไฟฟ้า

4.2.3 ผลการออกแบบความปลอดภัยด้านฮาร์ดแวร์

ผลการออกแบบความปลอดภัยด้านฮาร์ดแวร์ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการป้องกันการเข้าถึงจุดอันตรายของพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D และการออกแบบสวิทช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติทุกตัวมีขนาดเล็กและเหมาะสมกับการทำงาน ได้แก่

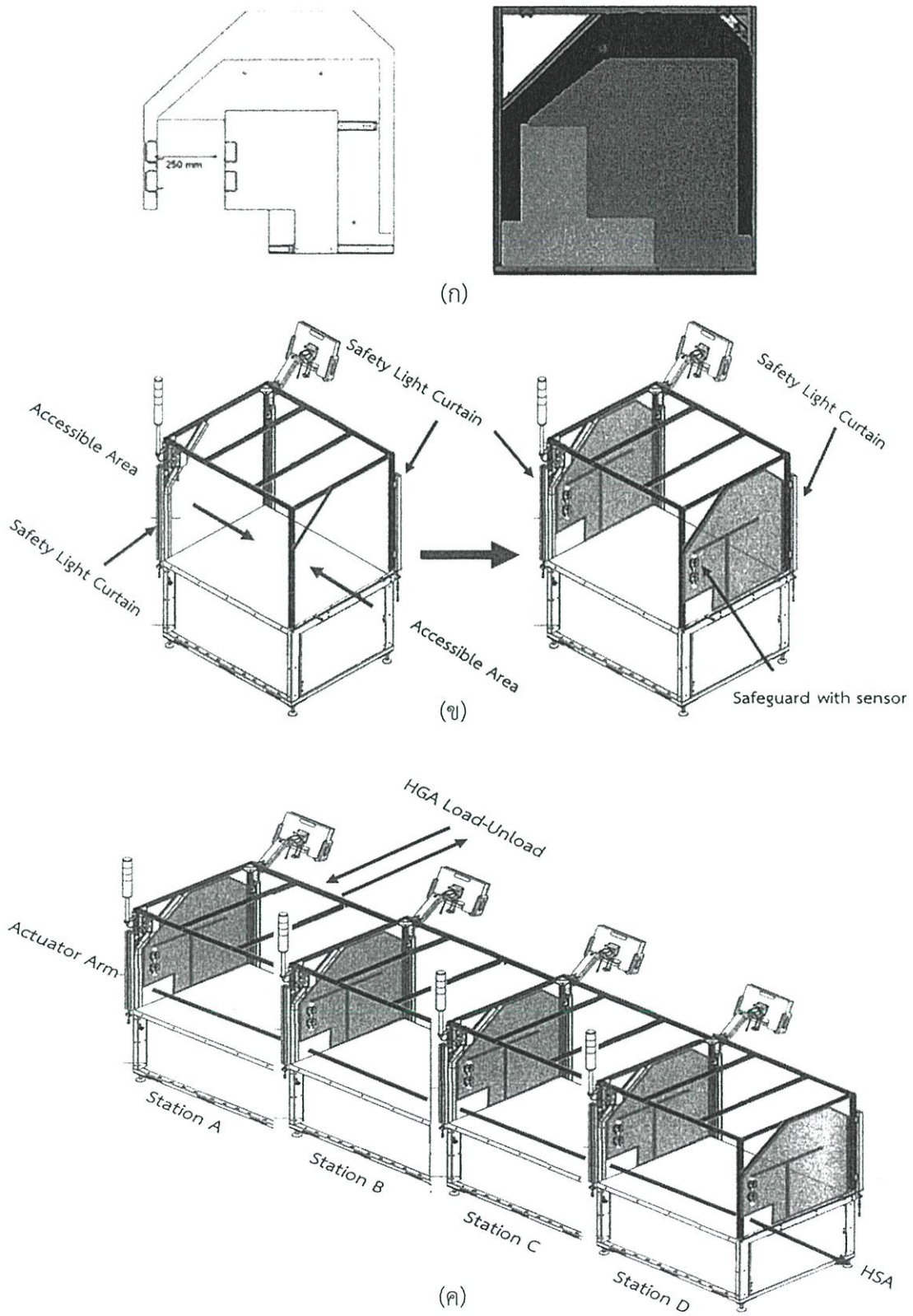
1. การออกแบบและติดตั้งเซฟการ์ดด้านซ้ายและขวาของเครื่องผลิตอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการเข้าถึงจุดอันตรายของพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D ซึ่งแต่เดิมมีแต่มีแสงนิรภัยที่ติดตั้งไว้ด้านหน้าและด้านหลังของเครื่องผลิตอัตโนมัติ เซฟการ์ดของเครื่องผลิตอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 4.5 (ก) ดังนี้

- พื้นที่สีเทาอ่อน แสดงถึงบานเลื่อนเปิด-ปิดที่ระยะ 250 มิลลิเมตร และติดตั้งเซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัสเพื่อตรวจจับการเปิด-ปิด พื้นที่บริเวณนี้พนักงานซ่อมบำรุงสามารถยื่นแขนเข้าไปซ่อมบำรุงเครื่องจักรภายในเครื่องผลิตอัตโนมัติได้

- พื้นที่สีเทาเข้มและรวมถึงพื้นที่สีเทาอ่อน แสดงถึงบริเวณของเซฟการ์ดที่สามารถถอดออกได้ เพื่อให้พนักงานซ่อมบำรุงมีพื้นที่ในการทำงานมากขึ้น ในกรณีที่พนักงานซ่อมบำรุงไม่สามารถซ่อมบำรุงเครื่องจักรผ่านพื้นที่สีเทาอ่อนได้

- พื้นที่สีดำ แสดงถึงบริเวณของเซฟการ์ดที่ไม่สามารถถอดออกได้

รูปที่ 4.5 (ข) แสดงเครื่องผลิตอัตโนมัติก่อนและหลังติดตั้งเซฟการ์ดตามลำดับ และรูปที่ 4.5 (ค) แสดงการติดตั้งเซฟการ์ดที่ด้านซ้ายและขวาของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D ของสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ



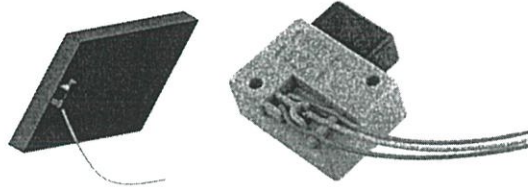
รูปที่ 4.5 เซฟการ์ดของเครื่องผลิตอัตโนมัติ

(ก) มุมมองด้านข้าง (ข) เครื่องผลิตอัตโนมัติก่อน (ซ้าย) และหลัง (ขวา) การติดตั้งเซฟการ์ด และ (ค) สายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จที่มีการติดตั้งเซฟการ์ด

2. การออกแบบสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติให้มีขนาดเล็กและเหมาะสมกับการทำงาน สวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ A, B, C และ D จะทำหน้าที่ให้เครื่องผลิตอัตโนมัติเข้าสู่โหมดซ่อมบำรุงและทำให้เครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติเคลื่อนที่ช้าลง พนักงานซ่อมบำรุงจะต้องกดสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานไว้ตลอดเวลาขณะซ่อมบำรุง และพบว่าสวิตช์แบบเดิมมีขนาดใหญ่ (รูปที่ 4.6 (ก)) ทำให้พนักงานซ่อมบำรุงใช้งานไม่สะดวก ดังนั้นจึงออกแบบสวิตช์แบบใหม่ให้มีขนาดเล็กและสะดวกต่อการทำงาน (รูปที่ 4.6 (ข)) สวิตช์แบบใหม่สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็กและติดตั้งไว้ที่คีย์บอร์ดของเครื่องผลิตอัตโนมัติ ทำให้พนักงานซ่อมบำรุงสามารถซ่อมบำรุงเครื่องจักรและตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรผ่านคีย์บอร์ดได้อย่างสะดวก



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.6 สวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ (ก) แบบเดิม และ (ข) แบบใหม่

4.3 ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัยที่ออกแบบ

การทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัยทดสอบโดยรบกวนการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติตามเงื่อนไขการทดสอบความปลอดภัย 25 เงื่อนไข และตรวจสอบการทำงานของระบบความปลอดภัยตามเงื่อนไขข้างต้น ผลการทดสอบการทำงานของระบบความปลอดภัยซึ่งมีความน่าเชื่อถือ 100% แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัยตามเงื่อนไขการทดสอบความปลอดภัย

เงื่อนไข	การทำงานของเอาต์พุต	การทดสอบ			ความน่าเชื่อถือ (%)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
รบกวนมันแสงนิริภัย ด้านหน้าอย่างเดียว	Q0.1 ตัดการทำงานของรีเลย์ 3 และ 4	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนิริภัย ด้านหลังอย่างเดียว	Q0.2 ตัดการทำงานของรีเลย์ 5 และ 6	✓	✓	✓	100
เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายอย่าง เดียว	Q0.1 ตัดการทำงานของรีเลย์ 3 และ 4	✓	✓	✓	100
เปิดเซฟการ์ดด้านขวาอย่าง เดียว	Q0.1 ตัดการทำงานของรีเลย์ 3 และ 4	✓	✓	✓	100
กดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉินอย่าง เดียว	Q0.0 ตัดการทำงานของรีเลย์ 1 และ 2	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนิริภัย ด้านหน้าและด้านหลัง	Q0.1 และ Q0.2 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 3, 4, 5 และ 6	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนิริภัย ด้านหน้าและเปิดเซฟการ์ด ด้านซ้าย	Q0.1 ตัดการทำงานของรีเลย์ 3 และ 4	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนิริภัย ด้านหน้าและเปิดเซฟการ์ด ด้านขวา	Q0.1 ตัดการทำงานของรีเลย์ 3 และ 4	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนิริภัย ด้านหน้าและกดสวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0 และ Q0.1 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 1, 2, 3 และ 4	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนิริภัย ด้านหลังและเปิดเซฟการ์ด ด้านซ้าย	Q0.1 และ Q0.2 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 3, 4, 5 และ 6	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนิริภัย ด้านหลังและเปิดเซฟการ์ด ด้านขวา	Q0.1 และ Q0.2 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 3, 4, 5 และ 6	✓	✓	✓	100

เงื่อนไข	การทำงานของเอาต์พุต	การทดสอบ			ความน่าเชื่อถือ (%)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
รบกวนมันแสงนिरภัย ด้านหลังและกดสวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0 และ Q0.2 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 1, 2, 5 และ 6	✓	✓	✓	100
เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายและ ด้านขวา	Q0.1 ตัดการทำงานของรีเลย์ 3 และ 4	✓	✓	✓	100
เปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายและ กดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0 และ Q0.1 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 1, 2, 3 และ 4	✓	✓	✓	100
เปิดเซฟการ์ดด้านขวาและ กดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0 และ Q0.1 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 1, 2, 3 และ 4	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนिरภัย ด้านหน้า ด้านหลัง และเปิด เซฟการ์ดด้านซ้าย	Q0.1 และ Q0.2 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 3 ,4 ,5 และ 6	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนिरภัย ด้านหน้า ด้านหลัง และเปิด เซฟการ์ดด้านขวา	Q0.1 และ Q0.2 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 3 ,4 ,5 และ 6	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนिरภัย ด้านหน้า ด้านหลัง และกด สวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0, Q0.1 และ Q0.2 ตัด การทำงานของรีเลย์ทั้งหมด	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนिरภัย ด้านหน้า เปิดเซฟการ์ด ด้านซ้ายและด้านขวา	Q0.1 ตัดการทำงานของรีเลย์ 1 และ 2	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนिरภัย ด้านหน้า เปิดเซฟการ์ด ด้านซ้ายและกดปุ่มสวิตช์ ฉุกเฉิน	Q0.0 และ Q0.1 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 1, 2, 3 และ 4	✓	✓	✓	100
รบกวนมันแสงนिरภัย ด้านหน้า เปิดเซฟการ์ด ด้านขวาและกดปุ่มสวิตช์ ฉุกเฉิน	Q0.0 และ Q0.1 ตัดการ ทำงานของรีเลย์ 1, 2, 3 และ 4	✓	✓	✓	100

เงื่อนไข	การทำงานของเอาต์พุต	การทดสอบ			ความน่าเชื่อถือ (%)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
รบกวนม่านแสงนิรภัย ด้านหลังเปิดเซฟการ์ด ด้านซ้ายและด้านขวา	Q0.1 และ Q0.2 ตัดการทำงานของรีเลย์ 3, 4, 5 และ 6	✓	✓	✓	100
รบกวนม่านแสงนิรภัย ด้านหลังเปิดเซฟการ์ด ด้านซ้ายและกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0, Q0.1 และ Q0.2 ตัดการทำงานของรีเลย์ทั้งหมด	✓	✓	✓	100
รบกวนม่านแสงนิรภัย ด้านหลังเปิดเซฟการ์ด ด้านขวาและกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0, Q0.1 และ Q0.2 ตัดการทำงานของรีเลย์ทั้งหมด	✓	✓	✓	100
รบกวนการทำงานของม่านแสงนิรภัยทั้งหมด เปิดเซฟการ์ดทั้งสองข้าง และกดปุ่มสวิตช์ฉุกเฉิน	Q0.0, Q0.1 และ Q0.2 ตัดการทำงานของรีเลย์ทั้งหมด	✓	✓	✓	100

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ผลการทดสอบตรงตามเงื่อนไขการทดสอบความปลอดภัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การออกแบบด้านซอฟต์แวร์ พบว่าเซฟตี้พีแอลซีโค้ดใหม่ช่วยควบคุมให้เครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติทำงานได้อย่างปลอดภัยแม้เกิดการรบกวนการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้วิศวกรหรือพนักงานซ่อมบำรุงทำงานและตรวจสอบการทำงานและความผิดปกติของระบบความปลอดภัยของเครื่องผลิตอัตโนมัติได้อย่างปลอดภัยและสะดวก

2. การออกแบบด้านไฟฟ้า พบว่าการสร้างลอจิกทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรที่อยู่ในเงื่อนไข และการย้ายภาระทางไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกที่มอเตอร์คอนโทรลเลอร์ ช่วยทำให้เครื่องจักรที่ใช้ภายในเครื่องผลิตอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขความปลอดภัยที่ออกแบบไว้ รวมถึงเมื่อเกิดการรบกวนและการกลับมาทำงานใหม่ของเครื่องผลิตอัตโนมัติ และมอเตอร์คอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ

3. การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ พบว่าเซฟการ์ดที่ติดตั้งด้านซ้ายและขวาของเครื่องผลิตอัตโนมัติสามารถป้องกันการเข้าถึงพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรภายในเครื่องผลิตอัตโนมัติ และสวิตช์แบบใหม่สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติช่วยให้พนักงานซ่อมบำรุงทำงานได้สะดวกขึ้น

4. ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของระบบความปลอดภัยสำหรับสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียน พบว่ามีความน่าเชื่อถือ 100% ตามเงื่อนไขการทดสอบความปลอดภัยทั้ง 25 เงื่อนไข

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาระบบความปลอดภัยของสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และทดสอบยืนยันความปลอดภัยของการใช้งานสำหรับการใช้งานจริง เพื่อลดและควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับพนักงานที่ต้องปฏิบัติงานกับเครื่องผลิตอัตโนมัตินั้น

2. ควรสนับสนุนการออกแบบระบบความปลอดภัยให้ครอบคลุมกับสายการผลิตอัตโนมัติอื่นๆ เพื่อความปลอดภัยของพนักงานที่ปฏิบัติงาน

บรรณานุกรม

- สภาวิศวกร. 2549. ความปลอดภัยในงานวิศวกรรม. [online]. Available : <http://www.coe.or.th/coe-2/download/training/safty/group1.pdf>
- สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. 2555. ซีเกทหนึ่งในการนำด้านอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์. [online]. Available : <http://www.tpsa.moc.go.th/sites/default/files/778-img.pdf>
- ABB. 2018a. Pluto Safety-PLC Description of Function Blocks. [online]. Available : https://library.e.abb.com/public/50bab05398114eb09622d49c923bbaf/2TLC172004M0209_A.pdf
- ABB. 2018b. Coded Non-Contact Safety Sensor. [online]. Available : https://library.e.abb.com/public/86540e9c91c241d1ac6c47a0cb45ee6b/1SXP172016B0201_Eden_OSSD.pdf
- BANNER. ND. EZ-SCREEN® LS Safety Light Screen. [online]. Available : <http://info.bannerengineering.com/cs/groups/public/documents/literature/179480.pdf>
- EETech Media LLC. ND. Programmable Logic Controllers (PLC). [online]. Available : <https://www.allaboutcircuits.com/textbook/digital/chpt-6/programmable-logic-controllers-plc/>
- IEC 61131-3. 2003. Programmable controllers-Part 3: Programming languages. [online]. Available : http://d1.amobbs.com/bbs_upload782111/files_31/ourdev_569653.pdf
- Occupational Safety and Health Administration. 1992. Concepts And Techniques Of Machine Safeguarding. [online]. Available : https://www.osha.gov/Publications/Mach_SafeGuard/toc.html
- Rockwell Automation. 2002. PLC vs. Safety PLC Fundamental and Significant Differences. [online]. Available : http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/safety-wp002_-en-e.pdf
- Seagate. 2017. LCA Safer Project.
- W. Bolton. 2006. Programmable Logic Controllers. 4th ed. [online]. Available : <http://www.etf.unssa.rs.ba/~slubura/Procesni%20racunari/Programmable%20Logic%20Controllers%204th%20Edition%20%28W%20Bolton%29.pdf>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบความปลอดภัย

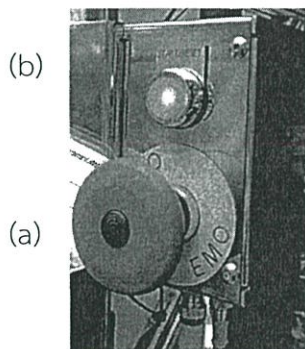
อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบความปลอดภัยของสายการผลิตอัตโนมัติของชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จประกอบด้วย เซฟตี้พีแอลซี สวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์ ม่านแสงนิรภัย เซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัส และสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ โดยมีคุณลักษณะดังนี้

1. เซฟตี้พีแอลซี (Safety PLCs) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในเครื่องผลิตอัตโนมัติ เครื่องผลิตอัตโนมัติแต่ละเครื่องมีเซฟตี้พีแอลซี 1 ตัว แต่ละตัวทำงานแยกกัน (Stand Alone) และเซฟตี้พีแอลซีมีคุณลักษณะดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 คุณลักษณะของเซฟตี้พีแอลซี

คุณลักษณะ	พิกัด
ประเภทของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน	กระแสตรง
กำลังไฟฟ้า	7.2 วัตต์
แรงดันไฟฟ้าทำงาน	24 โวลต์ \pm 15%
กระแสไฟฟ้าทำงาน	100-300 มิลลิแอมป์
อุณหภูมิที่สามารถทำงานได้	-10 ถึง 50 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิในการจัดเก็บและขนส่ง	-25 ถึง 55 องศาเซลเซียส
ขนาด (กว้าง x สูง x ลึก)	45 x 84 x 118 มิลลิเมตร

2. สวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์ (Emergency Off Switch and Reset Switch) สวิตช์ฉุกเฉิน (รูปที่ ก.1 (a)) เป็นปุ่มกดที่ทำหน้าที่หยุดการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติเมื่อเกิดการรบกวนการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ ส่วนรีเซ็ตสวิตช์ (รูปที่ ก.1 (b)) เป็นปุ่มกดที่ทำหน้าที่ให้เครื่องผลิตอัตโนมัติกลับมาทำงานตามปกติหลังเกิดการรบกวนนั้น เครื่องผลิตอัตโนมัติแต่ละเครื่องมีกล่องสวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์ 2 กล่อง ติดตั้งที่ด้านหน้าและด้านหลังของเครื่องผลิตอัตโนมัติ คุณลักษณะของสวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์แสดงดังตารางที่ ก.2

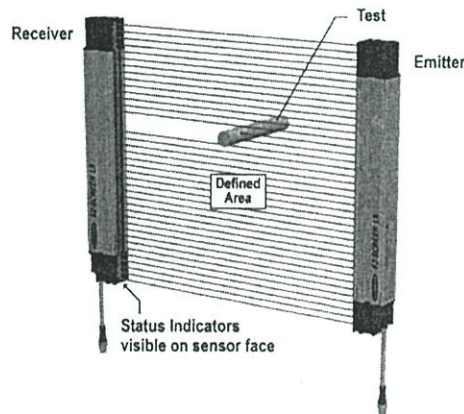


รูปที่ ก.1 กล่องสวิตช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิตช์ (a) สวิตช์ฉุกเฉิน และ (b) รีเซ็ตสวิตช์

ตารางที่ ก.2 คุณลักษณะของสวิทช์ฉุกเฉินและรีเซ็ตสวิทช์

คุณลักษณะ	พิกัด
ประเภทของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน	กระแสตรง
กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน	0.432 วัตต์
แรงดันไฟฟ้าทำงาน	24 โวลต์
กระแสไฟฟ้าทำงาน	18 มิลลิแอมป์
อุณหภูมิที่สามารถทำงานได้	-25 ถึง 70 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิในการจัดเก็บและขนส่ง	-40 ถึง 70 องศาเซลเซียส
ขนาด (กว้าง x สูง x ลึก)	80 x 140 x 70 มิลลิเมตร

3. ม่านแสงนิรภัย (Safety Light Curtain) ทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุแปลกปลอมเพื่อป้องกันการเข้าถึงพื้นที่การทำงานของเครื่องจักรภายในเครื่องผลิตอัตโนมัติ เครื่องผลิตอัตโนมัติแต่ละเครื่องมีม่านแสงนิรภัย 2 คู่ ติดตั้งที่ด้านหน้าและด้านหลังของเครื่องผลิตอัตโนมัติ ม่านแสงนิรภัย 1 คู่ ประกอบด้วยตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณแสดงดังรูปที่ ก.2 และมีคุณลักษณะดังตารางที่ ก.3

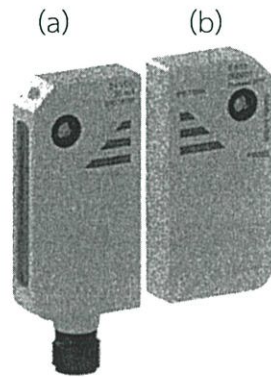


รูปที่ ก.2 ม่านแสงนิรภัย (BANNER. ND)

ตารางที่ ก.3 คุณลักษณะของม่านแสงนิรภัย

คุณลักษณะ	พิกัด
ประเภทของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน	กระแสตรง
กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน	12 วัตต์
แรงดันไฟฟ้าทำงาน	24 โวลต์ ± 15%
การใช้กระแสไฟฟ้า	500 มิลลิแอมป์
ความหนาของวัตถุที่ม่านแสงนิรภัยตรวจจับได้	14 มิลลิเมตร ขึ้นไป
อุณหภูมิที่สามารถทำงานได้	-20 ถึง 55 องศาเซลเซียส
ระยะห่างของตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณต่ำสุด	0.1 เมตร
ระยะห่างของตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณสูงสุด	12 เมตร
ขนาด (กว้าง x สูง x ลึก)	40 x 1500 x 40 มิลลิเมตร

4. เซนเซอร์นิริภัยแบบไม่สัมผัส (Non-contact Safety Sensor) ทำหน้าที่ตรวจจับการเปิด-ปิดของเซฟการ์ดด้านข้างของเครื่องผลิตอัดโนมัติ เครื่องผลิตอัดโนมัติแต่ละเครื่องมีเซนเซอร์นิริภัยแบบไม่สัมผัส 2 คู่ ติดตั้งที่เซฟการ์ดทั้ง 2 ด้าน ของเครื่องผลิตอัดโนมัติ เซนเซอร์นิริภัยแบบไม่สัมผัส 1 คู่ ประกอบด้วยตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณแสดงดังรูปที่ ก.3 และมีคุณลักษณะดังตารางที่ ก.4

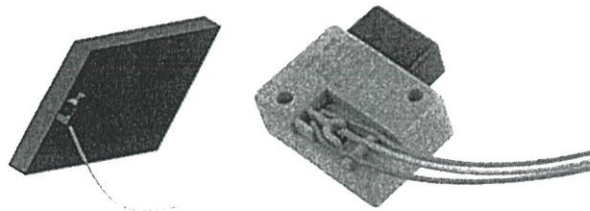


รูปที่ ก.3 เซนเซอร์นิริภัยแบบไม่สัมผัส (a) ตัวส่งสัญญาณ และ (b) ตัวรับสัญญาณ (ABB. 2018b)

ตารางที่ ก.4 คุณลักษณะของเซนเซอร์นิริภัยแบบไม่สัมผัส

คุณลักษณะ	พิกัด
ประเภทของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน	กระแสตรง
กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน	0.72 วัตต์
แรงดันไฟฟ้าทำงาน	24 โวลต์ ± 15%
การใช้กระแสไฟฟ้า	30 มิลลิแอมป์
อุณหภูมิที่สามารถทำงานได้	-40 ถึง 70 องศาเซลเซียส
ระยะห่างเริ่มตรวจจับ	25 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	150 กรัม
ขนาด (กว้าง x สูง x ลึก)	60 x 60 x 10 มิลลิเมตร

5. สวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัดโนมัติ (Enabling Switch) เป็นปุ่มกดที่ทำหน้าที่เปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัดโนมัติให้เข้าสู่โหมดซ่อมบำรุง เครื่องผลิตอัดโนมัติแต่ละเครื่องมีสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงาน 1 ตัว แสดงดังรูปที่ ก.4 และมีคุณลักษณะดังตารางที่ ก.5



รูปที่ ก.4 สวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัดโนมัติ

ตารางที่ ก.5 คุณลักษณะของสวิตช์สำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ

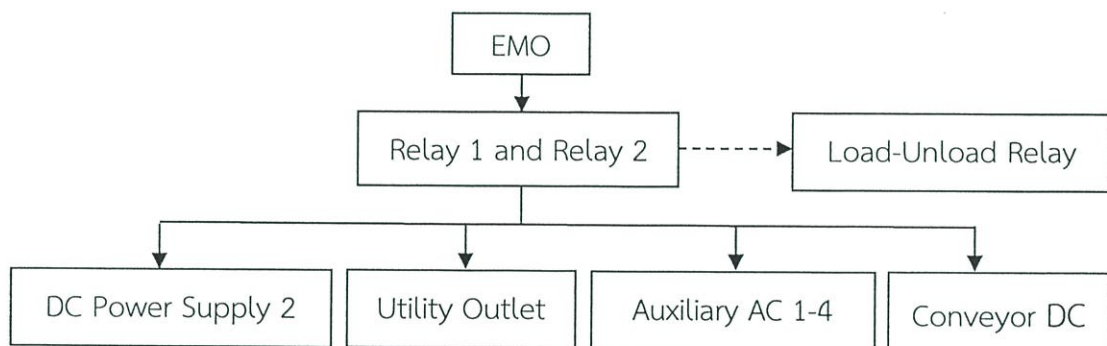
คุณลักษณะ	พิกัด
ประเภทของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน	กระแสตรง
กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน	0.48 วัตต์
แรงดันไฟฟ้าทำงาน	24 โวลต์ \pm 10%
การใช้กระแสไฟฟ้า	20 มิลลิแอมป์
อุณหภูมิที่สามารถทำงานได้	-10 ถึง 50 องศาเซลเซียส
น้ำหนัก	200 กรัม
ขนาด (กว้าง x สูง x ลึก)	34 x 200 x 60 มิลลิเมตร

ภาคผนวก ข

การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบความปลอดภัย

การทำงานของอุปกรณ์ความปลอดภัยที่ถูกควบคุมการทำงานผ่านเซฟตี้พีแอลซี ได้แก่

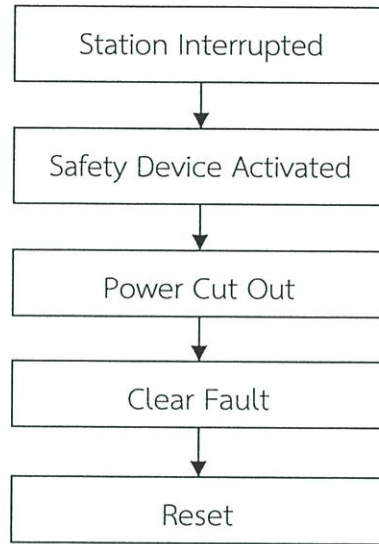
1. สวิตช์ฉุกเฉิน (EMO) มีเงื่อนไขในการทำงานดังรูปที่ ข.1 คือ เมื่อกดสวิตช์ฉุกเฉิน จะต้องตัดการทำงานของรีเลย์ 1 และ 2 ซึ่งควบคุมอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ ได้แก่ DC Power Supply 2 และควบคุมลอจิกทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ Utility Outlet, Auxiliary AC 1-4, Conveyor DC และ Load-Unload Relay



รูปที่ ข.1 เงื่อนไขการทำงานของสวิตช์ฉุกเฉิน

- DC Power Supply 2 ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 20 แอมป์ ให้กับเครื่องจักรและอุปกรณ์ภายในเครื่องผลิตอัตโนมัติ
- Utility Outlet เป็นลอจิกทางไฟฟ้าแบบกระแสสลับ ขนาด 220 โวลต์ 3 แอมป์ และทำหน้าที่เป็นไฟเลี้ยงให้อุปกรณ์ภายนอกที่มีการเชื่อมต่อกับเครื่องผลิตอัตโนมัติ
- Auxiliary AC 1-4 เป็นลอจิกทางไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาด 220 โวลต์ 4 แอมป์ และทำหน้าที่เป็นไฟเลี้ยงให้กับเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องผลิตอัตโนมัติ
- Conveyor DC เป็นลอจิกทางไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 6 แอมป์ และทำหน้าที่เป็นไฟเลี้ยงให้กับคอนเวเยอร์ในเครื่องผลิตอัตโนมัติ
- Load-Unload Relay เป็นลอจิกทางไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 6 แอมป์ และทำหน้าที่เป็นไฟเลี้ยงให้กับเครื่องจักรและอุปกรณ์ของโซนการส่ง-ถ่ายชิ้นงานในเครื่องผลิตอัตโนมัติ (Load-Unload Zone)

2. รีเซ็ตสวิตช์ มีเงื่อนไขในการทำงานดังรูปที่ ข.2 คือ การรบกวนการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติส่งผลให้อุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น สวิตช์ฉุกเฉิน ม่านแสงนิรภัย ตัดการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติจนกว่าจะจัดการกับความผิดปกติที่เกิดขึ้น (Clear Fault) เมื่อจัดการความผิดปกติเสร็จแล้วพนักงานที่เกี่ยวข้องจะกดรีเซ็ตสวิตช์ เพื่อให้เครื่องผลิตอัตโนมัติกลับมาทำงานตามปกติหลังเกิดการรบกวนการทำงานของเครื่องผลิตอัตโนมัติ



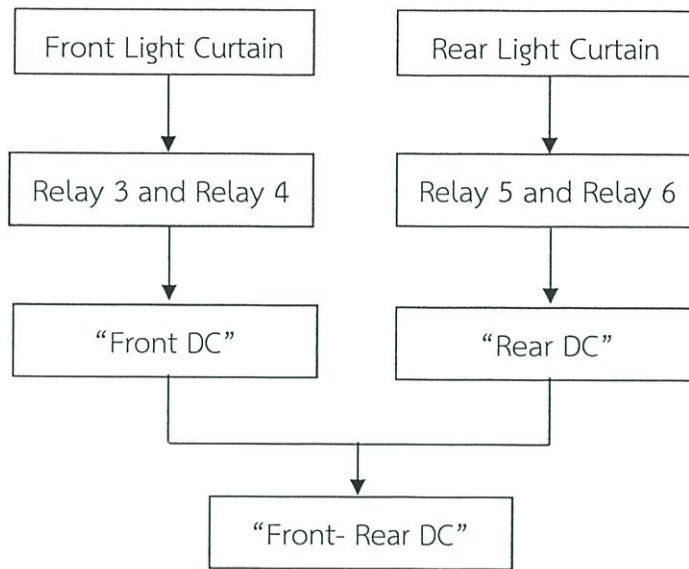
รูปที่ ข.2 เงื่อนไขการทำงานของรีเซ็ตสวิตช์

3. ม่านแสงนิรภัยด้านหน้าและด้านหลัง มีเงื่อนไขการทำงานดังรูปที่ ข.3 คือ เมื่อเกิดการรบกวนที่ด้านหน้าเครื่องผลิตอัตโนมัติ ม่านแสงนิรภัยด้านหน้าจะตัดการทำงานของลอจิกทางไฟฟ้า “Front DC” และม่านแสงนิรภัยด้านหลังจะทำงานตามเงื่อนไขทำนองเดียวกันกับม่านแสงนิรภัยด้านหน้า

- “Front DC” เป็นลอจิกทางไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 8 แอมป์ และทำหน้าที่ตัดการทำงานเมื่อเกิดการรบกวนที่ด้านหน้าเครื่องผลิตอัตโนมัติ หรือเกิดการเปิด-ปิดเซฟการ์ด หรือเกิดการกดสวิตช์ฉุกเฉิน

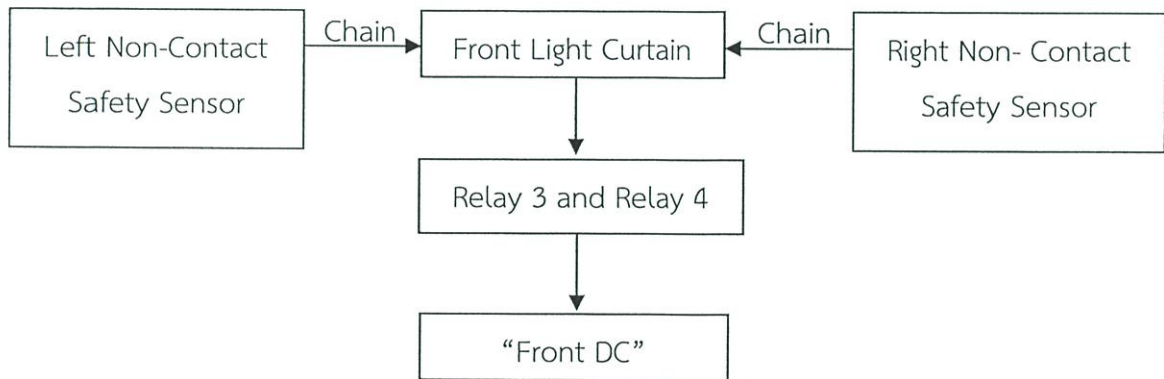
- “Rear DC” เป็นลอจิกทางไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 8 แอมป์ และทำหน้าที่ตัดการทำงานเมื่อเกิดการรบกวนที่ด้านหลังเครื่องผลิตอัตโนมัติหรือเกิดการกดสวิตช์ฉุกเฉิน

- “Front-Rear DC” เป็นลอจิกทางไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ 8 แอมป์ และทำหน้าที่ตัดการทำงานของเครื่องจักรในเครื่องผลิตอัตโนมัติ B และ C เมื่อเกิดการรบกวนที่ด้านหน้าหรือด้านหลังเครื่องผลิตอัตโนมัติ หรือเกิดการเปิด-ปิดเซฟการ์ด



รูปที่ ข.3 เส้นใยการทำงานของม่านแสงนิรภัย

4. เซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัส มีเส้นใยการทำงานคล้ายกับม่านแสงนิรภัยดังรูปที่ ข.4 เพราะเซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัสจะเชื่อมกับ (Chain) ม่านแสงนิรภัยด้านหน้า ดังนั้นการเปิดเซฟการ์ดด้านซ้ายหรือขวาจะตัดการทำงานของลอจิกทางไฟฟ้า “Front DC”



รูปที่ ข.4 เส้นใยการทำงานของเซนเซอร์นิรภัยแบบไม่สัมผัส

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายเจษฎา นิมพิลา
วัน เดือน ปีเกิด 29 กุมภาพันธ์ 2539
ที่อยู่ 666/294 ถ.กลางเมือง ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
E-mail jetsada.nimpila@gmail.com
โทรศัพท์ 091-4208283

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2551-2553 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย
- พ.ศ. 2554-2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย
- พ.ศ. 2557-ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Advanced Manufacturing Engineering บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน ถึง 7 สิงหาคม 2560
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Advanced Manufacturing Engineering บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ระหว่างวันที่ 7 สิงหาคม ถึง 1 ธันวาคม 2560