ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ที่ใช้ฉีดหน้าแม่พิมพ์ในโรงงาน

The control system of compound sprays for injecting on the mold face in a factory

นายนิรุตติ์ ไชยวิชู รหัส 46380157

นางสาวเจนจิรา ราชแสง รหัส 46380179

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 5 เม.ย. 2553
เลขทะเบียน 14499812
เลขเรียกหนังสือ ปร.
น 657 ร 2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน ระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ที่ใช้ฉีดหน้าแม่พิมพ์ในโรงงาน

ผู้ดำเนินโครงงาน นายนิรุตติ์ ไชยวิชู รหัสนิสิต 46380157

นางสาวเจนจิรา ราชแสง รหัสนิสิต 46380179

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2550

....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ แย้มเม่น)

....กรรมการ

(ดร. ชัยรัตน์ พินทอง)

....กรรมการ

(ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช)

หัวข้อโครงงาน	ระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ที่ใช้ฉีดหน้าแม่พิมพ์ในโรงงาน
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายนิรุตติ์ ไชยวิชู รหัสนิสิต 46380157
	นางสาวเจนจิรา ราชแสง รหัสนิสิต 46380179
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550

....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาพร้อมกับออกแบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ที่ใช้ฉีดหน้าแม่พิมพ์ และพัฒนาระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ที่ทำงานควบคู่ไปกับการแจ้งเตือนการผิดปกติของปั๊มที่ใช้ดูดน้ำประปาเข้าสู่ถังผสม เพื่อทำให้ในถังผสมมีอัตราส่วนระหว่างน้ำยาสเปรย์และน้ำประปาคงที่ตามที่กำหนด การทำงานของระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นนี้มี 2 ส่วน คือ ส่วนแรกควบคุมการแจ้งเตือนระดับของน้ำยาสเปรย์ในถังผสมที่เข้มข้น ส่วนที่สองเป็นการควบคุมระดับของน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางในถังผสมที่เจือจาง เมื่อเปิดสวิตซ์ระบบจะเริ่มทำงานระดับของน้ำยาสเปรย์ในถังที่เข้มข้นต่ำกว่าแท่งอิเล็กโตรดที่ใช้เป็นตัววัดระดับ ทำให้เกิดการเตือน (Low-Spray level) ในขณะที่ระดับน้ำยาสเปรย์ในถังที่เข้มข้นใกล้หมดและเมื่อระดับของน้ำยาสเปรย์เจือจางในถังผสมลดระดับลงทำให้แท่งลูกลอยแตะ Limit Switch B (ตัวล่าง) ปั๊มจะดูดน้ำประปาและน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นเข้าสู่ถังผสม ทำให้แท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นไปแตะ Limit Switch A (ตัวบน) และในช่วงที่ลูกลอยเลื่อนขึ้นใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนดจะเกิดการเตือน (Upper-Limit time over) ทำให้เกิดความผิดปกติของปั๊มที่ใช้ดูดน้ำประปา

สรุปผลการทดสอบที่ได้รับจากระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นพบว่าสามารถนำไปใช้งานได้จริงในโรงงาน โดยนำน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางไปใช้งานแล้วไม่ทำให้ชิ้นงานเสียหาย และช่วยลดเวลาซ่อมแซมระบบของถังผสมน้ำยาสเปรย์เมื่อเกิดความผิดปกติ

Project Title	The control system of compound sprays for injecting on the mold face in a factory.
Name	Mr.Nirut Chaiwichoo ID.46380157
	Ms.Janejira Rachasang ID.46380179
Project Advisor	Assistant Professor Dr. Suchart Yammen, PhD
Field of study	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic	2007

....

ABSTRACT

This project is to study, design and develop a control system for compound sprays injected on the mold face, for notifying alarm in case of malfunction and for making the ratio between compound sprays and the water in the mixing tank be rather constant. The principle of this control system has two parts. In the first part, control the level of the compound sprays in concentration tank, and in the last part, control the level of the water in the diluted tank. When opening a system switch, the system begins to operate. If the level of compound sprays in the concentration tank is low, then the alarm is on and when the level of the compound sprays in the diluted tank is low, the pump will fill up both compound sprays and water into the mixing tank.

In conclusion, the developed control system is really applied to work well in the factory without making any damaged parts and workers can also spend less time for repairing the broken system.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ทางผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ โดยได้กรุณาให้แนวคิดและช่วยชี้แนะแนวทางในการทำโครงงาน รวมถึงพี่ เด่นชัย กาลจักร และพี่ๆในแผนกซ่อมบำรุง ICC2 บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนลคาสติ้ง จำกัด ที่ให้คำปรึกษาและแนวคิดในการทำโครงงานและบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ซึ่งได้ให้การช่วยเหลือในการจัดทำโครงงานนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดขอขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกๆท่านที่ให้การสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์และคอยเป็นกำลังใจให้จนสามารถจัดทำโครงงานนี้สำเร็จลงได้

ผู้จัดทำ

นาย นิรุตติ์ ไชยวิชู

นางสาวเจนจิรา ราชแสง

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองโครงงานวิจัย.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ซ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.4 แผนการดำเนินงาน.....2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....3
1.6 งบประมาณของโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับรีเลย์(Relay).....4
2.2 รีเลย์สามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ๆคือ.....6
2.3 วงจรป้องกันสัญญาณรบกวนรีเลย์(Noise Absorption Circuit).....9
2.4 ตัวกรอบและการปิดผนึกของรีเลย์(Relay's Case and sealing).....9
2.5 หน้าสัมผัส(Contact).....9
2.6 ขดลวดเหนี่ยวนำ(Coil).....11
2.7 การเลือกใช้รีเลย์.....11
2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับอุปกรณ์การตั้งเวลา(Timers).....13
2.8.1 การทำงานของTimer.....14
2.8.2 การติดตั้งTimer.....14

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Limit Switch....24
2.10 ตัวควบคุมระดับของเหลว (Float less switch Controller)....29
2.11 ตัวควบคุมมาตรฐาน (Standard Controller).... 30
2.12 ตัวควบคุมแบบใช้ Socket....31
2.13 Socket และ Clip ยึด....32
2.14 Relay สลับการทำงานของมอเตอร์ 2 ตัว....32

บทที่ 3 หลักการทำงานและการสร้างอุปกรณ์
3.1 หลักการทำงานของระบบ....33
3.2 การออกแบบวงจรระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์....34
3.2.1 การทำงานในเรื่องของการเตือนของระดับของน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้น (Alarm Spray level)....35
3.2.2 การทำงานในเรื่องของการเตือนของระดับของน้ำยาสเปรย์เจือจางในถังผสม (Mixing tank)....36
3.3 รูปกล่องควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์....37
3.4 แบบจำลองของถังผสมน้ำยาสเปรย์(Mixing tank)....38
3.5 หน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละตัวภายในกล่องควบคุม....39

บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์
4.1 การทดลองระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์....45
4.1.1 ขั้นตอนการทดลอง....45
4.1.2 ผลที่ได้จากการทดลอง....49

บทที่ 5 สรุป
5.1 สรุปผลการทดลอง....51
5.2 ปัญหา ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข....51
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป....51

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 รุ่นต่างๆของ Solid-State Relay (SSR)........13
2 รุ่นต่างๆของ Digital Timer........15
3 รุ่นต่างๆของ Multifunction Digital Timer รุ่น H5CR........16
4 รุ่นต่างๆของ Multifunction Digital Timer รุ่น H5BR........17
5 รุ่นต่างๆของ General Purpose Solid-State Timer รุ่น H3CR-A........18
6 รุ่นต่างๆของ Twin Timer รุ่น H3CR-F........19
7 รุ่นต่างๆของ Star-delta Timer รุ่น H3CR-G........20
8 รุ่นต่างๆของ Solid Power off-delay Timer รุ่น H3CR-H........21
9 รุ่นต่างๆของ Panel cover สำหรับ H3CR series........21
10 รุ่นต่างๆของ ฝาครอบกันน้ำ........22
11 รุ่นต่างๆของ แหวนล็อคช่วงเวลาของ Timer........22
12 รุ่นต่างๆของ รางมาตรฐาน........23
13 รุ่นต่างๆของ Limit Switch รุ่น WL series........23
14 รุ่นต่างๆของ Limit Switch รุ่น D4C series........25
15 รุ่นต่างๆของ Limit Switch รุ่น D4MC series........27
16 รุ่นต่างๆของ Limit Switch รุ่น ZC-55 series........28
17 รุ่นต่างๆของ ตัวควบคุมมาตรฐาน........30
18 รุ่นต่างๆของ ตัวควบคุมแบบใช้ Socket........31
19 รุ่นต่างๆของ Socket และ Clip ยึด........32
20 รุ่นต่างๆของ Relay........32

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 สัญลักษณ์ของรีเลย์....4
2.2 แสดงสภาวะการทำงานของรีเลย์....5
2.3 ลักษณะของรีเลย์ชนิดต่าง ๆ....5
2.4 แสดงการทำงานของวงจร....6
2.5 รีเลย์ทั่วไปรุ่น MY....6
2.6 รูปด้านล่างของรีเลย์จะแสดงตำแหน่งขา และ ด้านบนจะแสดงรายละเอียดการใช้งาน....7
2.7 เพาว์เวอร์รีเลย์รุ่น G5F....7
2.8 เพาว์เวอร์รีเลย์รุ่น G4F....7
2.9 แลทชิ่งรีเลย์รุ่น MYK....7
2.10 แรทเชทรีเลย์ รุ่น G4Q....8
2.11 สเตปปิ้งรีเลย์ รุ่น G9B-06....8
2.12 หน้าสัมผัสแบบ NO....10
2.13 หน้าสัมผัสแบบ NC....10
2.14 Digital Timer รุ่น H5CL....15
2.15 Multifunction Digital Timer รุ่น H5CR....16
2.16 Multifunction Digital Timer รุ่น H5BR....17
2.17 General Purpose Solid-state Timer รุ่น H3CR-A....17
2.18 Twin Timer รุ่น H3CR-F....18
2.19 Star-delta Timer รุ่น H3CR-G....19
2.20 Solid state Power Off-delay Timer รุ่น H3CR-H....20
2.21 Limit Switch รุ่น WL series....23
2.22 Limit Switch รุ่น D4C Series....25
2.23 Limit Switch รุ่น D4MC Series....26
2.24 Limit Switch รุ่น D4D-N Series....27
2.25 Limit Switch รุ่น ZC-55 Series....27
2.26 ระบบควบคุมระดับของเหลว....29

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

2.27 ตัวควบคุมมาตรฐาน....30
3.1 รูปแบบจำลองการทำงานของ Float less level switch....33
3.2 แสดงระดับน้ำในถังบรรจุน้ำและน้ำยา....33
3.3 รูปวงจรการจำลองระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์....34
3.4 รูปวงจรAlarmของระดับน้ำยา Spray....35
3.5 รูปวงจร Alarm ของระดับของน้ำในถัง Mixing tank....36
3.6 รูปภายนอกของกล่องควบคุม....37
3.7 รูปภายในกล่องควบคุม....37
3.8 รูปจำลองถังMixing Tank....38
3.9 ด้านบนของรูปจำลองถังMixing Tank....38
3.10 รูปหลอดไฟ Alarm....39
3.11 Pilot lamp....39
3.12 สวิตซ์ เปิด-ปิด....40
3.13 Breaker....40
3.14 Timer....41
3.15 Relay....41
3.16 Float less Level Switch....42
3.17 Socket....42
3.18 Terminal....43
3.19 แท่งยึดลูกลอยกับ Limit Switch....43
3.20 Limit Switch....44
4.1 การปรับ Timer....45
4.2 การจ่ายไฟเข้าBreaker....46
4.3 เปิดสวิตซ์หน้ากล่อง Control....46
4.4 อุปกรณ์ในกล่องเริ่มการทำงาน....47
4.5 ปั๊ม P1 และ P2 ทำงาน....47

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.6 แท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นหลังจากแตะ Limit switch ตัวล่าง......48

4.7 แท่งลูกลอยแตะ Limit switch ตัวบน (A)......48

4.8 ระบบไม่ Alarm......49

4.9 การ Alarm ในส่วนของ Low-Spray level......59

4.10 การAlarm ในส่วนของ Upper-Limit time over......50

บทที่1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากภายในโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนของรถจักรยานยนต์ต้องใช้เครื่องจักรกลที่มีขนาดใหญ่ และในเครื่องจักรกลนี้ต้องใช้แม่พิมพ์ในการหล่อแบบของชิ้นส่วนต่างๆของรถจักรยานยนต์ ในเมื่อแม่พิมพ์เป็นเหล็กกล้า และใช้อะลูมิเนียมเหลวเป็นวัตถุดิบในการผลิต เมื่อนำอะลูมิเนียมเหลวที่มีอุณหภูมิได้ที่แล้วเทหล่อลงแบบแม่พิมพ์หลังจากนั้นเครื่องจักรก็ทำการอัดอะลูมิเนียมเหลวเข้ารูปกับแม่พิมพ์โดยใช้หลักการของระบบนิวเมติกและระบบไฟฟ้าไฮดรอลิกจะมีระบบหล่อเย็นทำให้ชิ้นงานแข็งตัวตามรูปแบบของแม่พิมพ์ จะสังเกตได้ว่าเมื่อชิ้นงานแข็งตัวจะทำให้ชิ้นงานติดกับแม่พิมพ์ และเมื่อแขนกลจับชิ้นงานออกมาก็จะทำให้ชิ้นงานเสียรูป

ทางโรงงานจึงได้ใช้น้ำยาสเปรย์ ฉีดลงหน้าแม่พิมพ์ก่อนที่จะทำการเทอะลูมิเนียมเหลวลงแม่พิมพ์ เพื่อไม่ให้ชิ้นงานติดกับหน้าแม่พิมพ์ และน้ำยาสเปรย์มีความเข้มข้นสูงดังนั้นทางโรงงานจึงได้นำน้ำยาสเปรย์ ไปผสมกับน้ำประปาในอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานตามที่โรงงานต้องการ

ดังนั้นในถังผสมน้ำยาสเปรย์ (Mixing Tank) ต้องมีระดับน้ำประปาและระดับน้ำยาสเปรย์ในสัดส่วนคงที่ตลอด เพราะถ้าสัดส่วนไม่คงที่จะส่งผลทำให้ชิ้นงานเสียหาย ฉะนั้นจึงจำเป็นที่ต้องมีการควบคุมและดูแลอยู่ตลอดเวลา แต่ก็ค่อนข้างที่จะลำบากสำหรับการให้คนงานมานั่งคอยดูแลอยู่ตลอด จึงได้มีการพัฒนาระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาการทำงานของระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ และการทำงานของระบบเตือนหรือระบบAlarm

1.2.2 ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการทำระบบเตือนของถังผสมน้ำยา Mixing Tank และถังน้ำยาสเปรย์ เช่น Timer, Relay, Floatless level switch และ Limit Switch เป็นต้น

1.2.3 ออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ควบคู่ไปกับการแจ้งเตือนการผิดปกติของปั๊มที่ใช้ดูดน้ำประปา

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.3.1 เสนอหัวข้อโครงงาน

1.3.2 ศึกษาการทำงานของระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์

1.3.3 ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทำระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์

1.3.4 ออกแบบและพัฒนาการเขียนวงจรระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์

1.3.5 ทำการต่อระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ตามวงจรที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น

1.3.6 นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบกับถังผสมน้ำยาสเปรย์ที่ได้จำลองขึ้นมา

1.3.7 สรุปผลการทดลอง และจัดรูปเล่มรายงาน

1.3.8 นำเสนอโครงงาน

1.4 ตารางแผนการดำเนินงาน

ลำดับ	กิจกรรม	2550		2551				
		พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค
1.	เสนอหัวข้อรายงาน	↔	↔					
2.	ศึกษาการทำงานของระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์		↔					
3.	ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์		↔	↔				
4.	ออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์		↔	↔	↔			
5.	ทำการต่อระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ตามที่ได้พัฒนาขึ้นมา					↔		
6.	นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบถังผสมน้ำยาสเปรย์ที่จำลองขึ้น					↔	↔	
7.	สรุปผลการทดลอง และจัดทำรูปเล่มรายงาน						↔	
8.	นำเสนอโครงงาน							↔

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เข้าใจถึงหลักการทำงานของระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์

1.5.2 เข้าใจถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ เช่น Timer, Relay, Floatless level switch และ Limit Switch เป็นต้น

1.5.3 ทำให้ไม่เสียเวลาในการเฝ้าควบคุมดูและถังผสมน้ำยาสเปรย์

1.5.4 สามารถนำน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางไปใช้จริงในโรงงานโดยไม่ทำให้ชิ้นงานเสียหาย

1.5.5 ลดเวลาในการซ่อมแซมระบบของถังผสมน้ำยาสเปรย์เมื่อเกิดความผิดปกติ

1.6 งบประมาณของโครงงาน

1.6.1 ค่าเอกสาร	1,000 บาท
1.6.2 ค่าวัสดุอุปกรณ์	2,000 บาท
1.6.3 ค่าวัสดุอื่นๆ	800 บาท
รวมเป็นเงิน	3,800 บาท
	(สามพันแปดร้อยบาทถ้วน)

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2

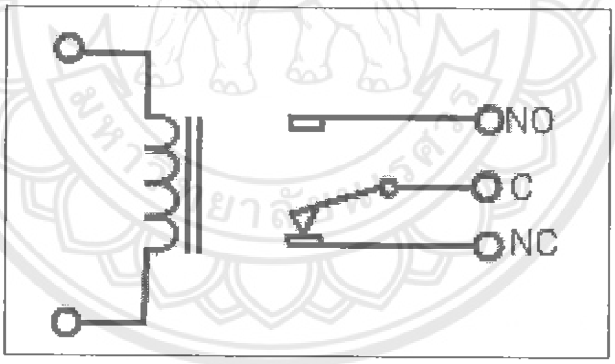
หลักการและทฤษฎี

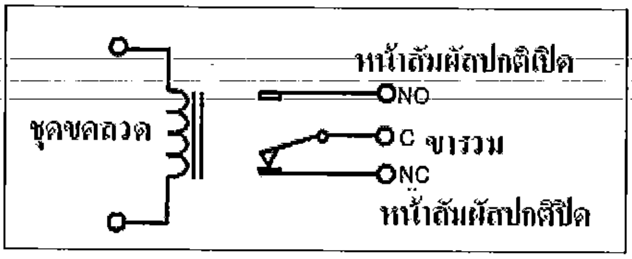
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับรีเลย์ (Relay)

ข้อมูลทางเทคนิคของรีเลย์ (Relay Technical Information)

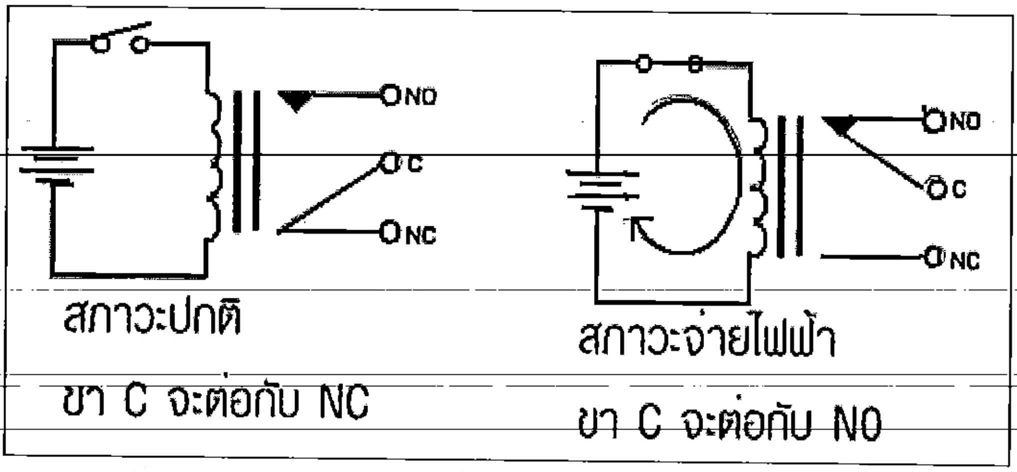
ทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ที่ทำหน้าที่โดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กในการ ON/OFFวงจรควบคุมเช่น คอยล์ของคอนแทคเตอร์โซลีนอย (Solenoids) เป็นต้น หรืออาจใช้ในการ ON/OFF วงจรกำลังขนาดเล็กบ้างเหมือนกัน เช่น วงจรหลอดสัญญาณ มอเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น

ขณะที่มีการป้อนไฟให้กับรีเลย์ ขดลวดขากลางของแกนเหล็กได้รับพลังงานไฟฟ้า จึงมีการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา แรงอำนาจแม่เหล็กสามารถเอาชนะแรงสปริง ทำให้ดึงชุดแกนเหล็กเคลื่อนที่ไปหา NO (Normal Open) จะอยู่ในสภาวะ ON หน้าสัมผัสทั้ง 2 ชุดติดกัน ก็จะเปลี่ยนสภาวะการทำงานเรียกว่า "หน้าสัมผัสปกติเปิด" และจะกลับสู่สภาวะเดิมอีกครั้งเมื่อหยุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ขดลวด และแรงสปริงจะถูกผลักให้ห่างกันเรียกว่า "หน้าสัมผัสปกติปิด"หรือ NC (Normal Close) ดังรูปที่ 2.1 และ รูปที่ 2.2



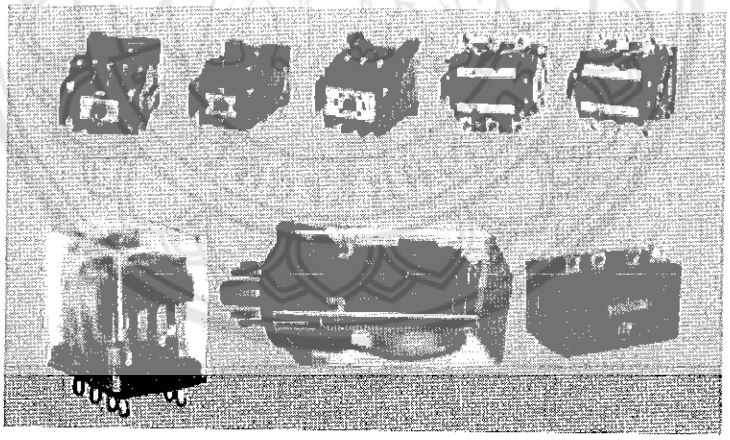


รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของรีเลย์



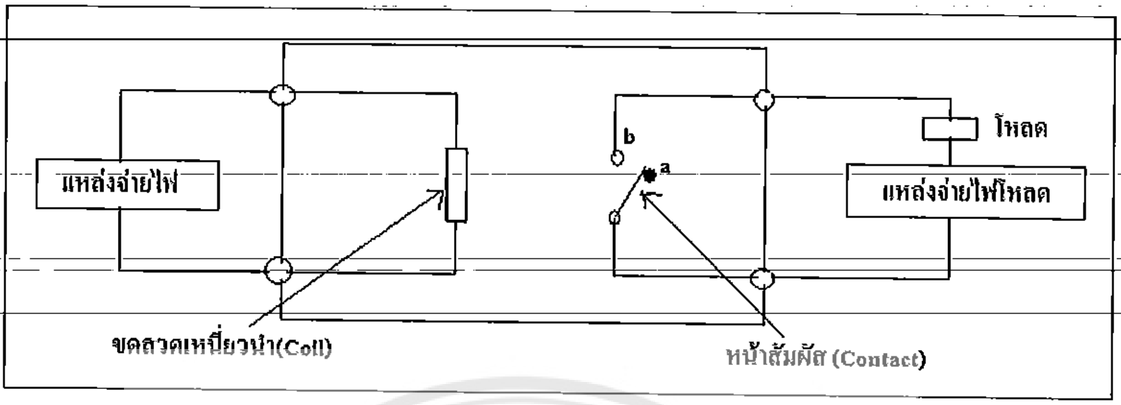
รูปที่ 2.2 แสดงสภาวะการทำงานของรีเลย์

การเลือกรีเลย์ใช้งาน ควรดูขนาดแรงดันที่ป้อนให้ตรงกับที่ใช้งาน ควรต่างกันไม่เกิน 10% เพื่อการทำงานที่ดี และเนื่องจากรีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิทซ์อย่างหนึ่ง ควรที่จะดูขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน แล้วเลือกให้มีความเหมาะสมที่สุด คือต้องมากกว่า 2 เท่าของกระแสที่ใช้งาน ควรดูรายละเอียดได้บนรีเลย์ ดังรูป 2.3 ซึ่งเป็นลักษณะรีเลย์ชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.3 ลักษณะของรีเลย์ชนิดต่าง ๆ

รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนของขดลวดเหนี่ยวนำ (Coil) และส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ดังรูปที่ 2.4

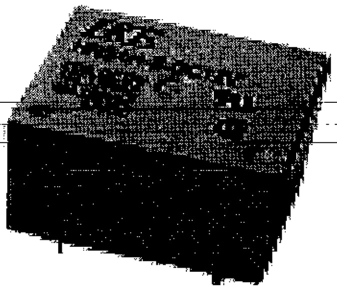


รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของวงจร

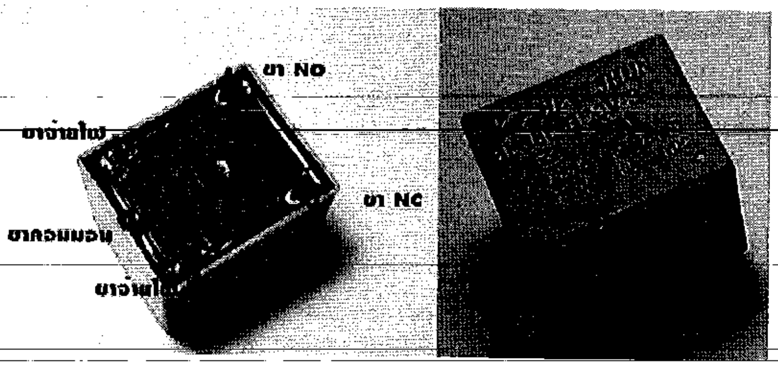
จากรูปที่2.4 เมื่อเราจ่ายไฟ(สามารถเลือกรุ่นได้ AC หรือ DC) ให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำ จะเกิดการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าเกิดเป็นแรงสนามแม่เหล็กดึงดูดให้หน้าสัมผัสเคลื่อนจากตำแหน่ง a (ตำแหน่ง Turn off) ไปยังตำแหน่ง b (ตำแหน่ง Turn on) ทำให้วงจรไฟฟ้าทางด้านเอาท์พุตครบวงจรและทำให้ (Load) ทำงาน

2.2 รีเลย์สามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. รีเลย์ใช้งานทั่วไป **(General Purpose Relay)** หน้าสัมผัส (Contact) ของรีเลย์ชนิดนี้ทำงาน (Turn on) ตลอดเวลา เราจะต้องป้อนไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำตลอดเวลาด้วย ตัวอย่างรุ่น เช่น MY, LY, G2A, MK-I/-S ดังรูปที่ 2.5 และรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 รีเลย์รุ่น MY



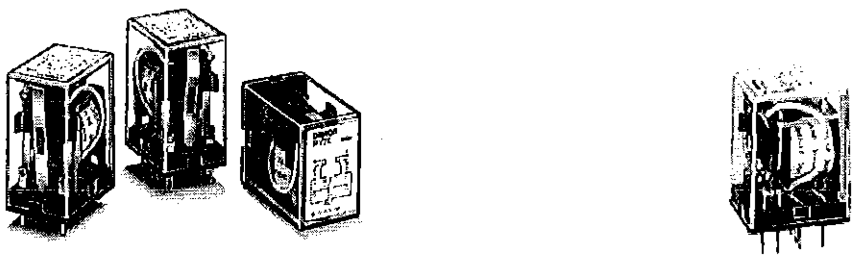
รูปที่ 2.6 รูปด้านล่างของรีเลย์จะแสดงตำแหน่งขา และ ด้านบนจะแสดงรายละเอียดการใช้งาน

2.เพาว์เวอร์รีเลย์ (Power Relay) รีเลย์ชนิดนี้จะถูกใช้กับ Load ที่กินกระแสไฟมากๆ (Heavy loads) ตัวอย่างรุ่น เช่น G5D, G5F และ G4F ดังรูปที่ 2.7 และรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.7 รีเลย์รุ่น G5F

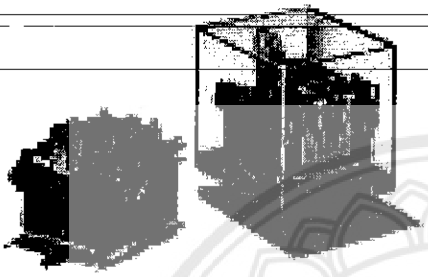
รูปที่ 2.8 รีเลย์รุ่น G4F

3. แลทชิ่งรีเลย์ (Latching Relay) หน้าสัมผัส (Contact) ของรีเลย์ชนิดนี้จะทำงาน (Turn on) ทันทีที่ขดลวดเหนียวนำขา Set ถูกจ่ายกระแสไฟให้ และจะทำงาน (Turn on) ค้างอยู่อย่างนั้นแม้จะหยุดจ่ายไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสจะหยุดทำงาน (Turn off) อีกครั้งเมื่อจ่ายกระแสไฟให้แก่ขา Reset ของรีเลย์ ตัวอย่างรุ่น เช่น MYK, G2AK ดังรูปที่ 2.9



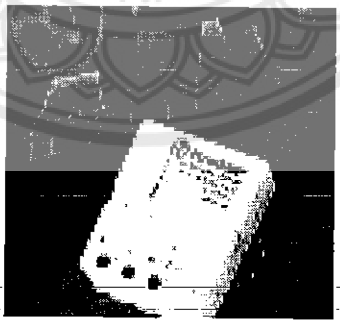
รูปที่ 2.9 รีเลย์รุ่น MYK

4. แรทเชทรีเลย์ (Ratchet Relay) ลักษณะการทำงานของรีเลย์ชนิดนี้ใกล้เคียงกับแลทชิ่งรีเลย์แต่จะรวมขา Set และขา Reset มาไว้ในขาเดียว หากเราป้อนไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำ (Coil) ในครั้งแรก จะทำให้หน้าสัมผัส (Contact) ของรีเลย์ทำงาน (Turn on) ทันที และจะทำงานค้างอยู่อย่างนั้นแม้เราจะหยุดจ่ายไฟให้แก่ Coil แล้วก็ตาม จากนั้นหากเราป้อนไฟให้แก่ Coil อีก หน้าสัมผัสจะ Turn on อีกครั้ง หน้าสัมผัสจะสลับ Turn on และTurn off ทุกครั้งที่มีการป้อนไฟให้แก่ Coil ในแต่ละครั้ง ตัวอย่างรุ่น เช่น G4Q ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แรทเชทรีเลย์ รุ่น G4Q

5.สเตปปิ้งรีเลย์ (Stepping Relay) หน้าสัมผัส (Contact) ของรีเลย์ชนิดนี้จะมีมากกว่าสอง (NO, NC) โดยที่หน้าสัมผัสเหล่านี้จะสลับกันทำงาน (Turn on) เรียงตามลำดับกันไป ซึ่งเราสามารถควบคุมการทำงานของลำดับการทำงานของหน้าสัมผัสโดยการป้อน Pulse ให้กับขดลวดเหนี่ยวนำ (Coil) ตัวอย่างรุ่น เช่น G9B-06 และ G9B-12ดังรูปที่2.11



รูปที่ 2.11 สเตปปิ้งรีเลย์ รุ่น G9B-06

2.3 วงจรป้องกันสัญญาณรบกวนของรีเลย์ (Noise Absorption Circuit)

รีเลย์บางรุ่นจะมีวงจรป้องกันสัญญาณรบกวนติดตั้งมาภายในรีเลย์เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นเมื่อเราหยุดป้อนกระแสไฟฟ้าให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำสำหรับวงจรที่ใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนนั้นโดยทั่วไปที่ใช้มีอยู่ 2 ชนิดคือวงจรที่ใช้ไดโอด (Diode) และวงจรที่ใช้ CR (Capacitance และ Resistance)

2.4 ตัวกรอบและการปิดผนึกของรีเลย์ (Relay's Case and Sealing)

รีเลย์มีลักษณะโครงสร้างของตัวกรอบและการปิดผนึกของรีเลย์เป็น 4 ชนิดได้แก่

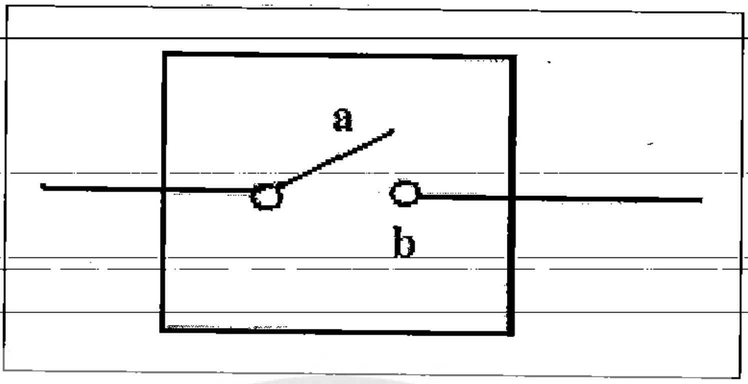
1. Open Relays : โครงสร้างของรีเลย์จะไม่ถูกปกปิดด้วยวัสดุครอบใดๆ และจะไม่ถูกป้องกันจากสิ่งแปลกปลอมภายนอก
2. Cased Relays : โครงสร้างของรีเลย์ชนิดนี้จะถูกปกปิดด้วยตัววัสดุครอบพลาสติก เพื่อป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรก
3. Plastic-sealed Relays : วัสดุครอบ (Case) ของรีเลย์จะทำด้วยพลาสติกและที่ขั้ว (Terminal) จะถูกเคลือบด้วย Epoxy resin รีเลย์ชนิดนี้จะป้องกันผลกระทบจากฝุ่นได้เป็นอย่างดี รวมทั้งการป้องกันก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรดเช่น H_2S และ NH_3
4. Hermetically Sealed Relays : วัสดุครอบ (Case) จะทำด้วยโลหะซึ่งป้องกันส่วนประกอบและกลไกภายในของรีเลย์จากอากาศภายนอกหรือก๊าซที่มีความกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี เหมาะที่จะใช้ในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดสูง

2.5 หน้าสัมผัส (Contact)

หน้าสัมผัสของรีเลย์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบด้วยกันคือ

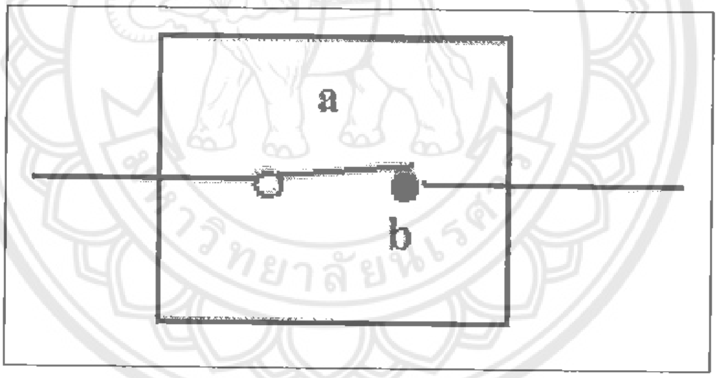
1. หน้าสัมผัสเดี่ยว (Gold-Plated Single Contact) ซึ่งหน้าสัมผัสแบบนี้เหมาะกับการใช้งานที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าสูงๆ
2. หน้าสัมผัสคู่ (Gold-Plated Bifurcated Contact) มีหน้าสัมผัส 1 คู่อยู่ระหว่างหน้าสัมผัสหลัก เหมาะกับงานที่ต้องการความเที่ยงตรงในการทำงาน แต่ทนกระแสได้ต่ำกว่าแบบหน้าสัมผัสเดี่ยว
3. หน้าสัมผัสแกนขวางและหน้าสัมผัสคู่ (Gold-Clad Bifurcated Crossbar Contact) มีหน้าสัมผัสแบบแท่งเคลื่อนที่อยู่ระหว่างหน้าสัมผัสคู่ 2 ชุด เหมาะกับงานที่ต้องการความเที่ยงตรงในการทำงานสูงที่สุด แต่ทนกระแสไฟฟ้าได้ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับหน้าสัมผัสเดี่ยวและหน้าสัมผัสคู่

ในการเลือกใช้รีเลย์นั้น ต้องรู้ก่อนว่ารีเลย์รุ่นที่ต้องการมีหน้าสัมผัส (Contact) กี่ชุด (Pole) และแต่ละชุดนั้นมีการต่อหน้าสัมผัสออกมาใช้งานกี่ขา (Throw)



รูปที่ 2.12 หน้าสัมผัสแบบ NO

จากรูปที่ 2.12 เป็นหน้าสัมผัสแบบ NO (Normally opened) คือ ปกติหน้าสัมผัสจะอยู่ที่ตำแหน่ง a แต่เมื่อมีการจ่ายกระแสไฟให้กับขดลวดเหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสจะเคลื่อนมาอยู่ที่ตำแหน่ง b



รูปที่ 2.13 หน้าสัมผัสแบบ NC

จากรูปที่ 2.13 เป็นหน้าสัมผัสแบบ NC (Normally closed) คือ ปกติหน้าสัมผัสจะอยู่ที่ตำแหน่ง b และจะเคลื่อนไปอยู่ที่ตำแหน่ง a เมื่อมีการจ่ายกระแสไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำ

Single-pole Single-Throw (SPST)

SPST Relay คือรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัส 1 ชุด (Pole) และมีการต่อขาเอาท์พุทของหน้าสัมผัสออกมาใช้งานเพียง 1 ขา (NO)

Single-pole Double-Throw (SPDT)

SPDT Relay คือรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัส 1 ชุด (Pole) และมีการต่อขาเอาท์พุทของหน้าสัมผัสออกมาใช้งานทั้ง 2 ขา (NO,NC)

Double-pole Single-Throw (DPST)

DPST Relay คือ รีเลย์ที่มีชุดของหน้าสัมผัส 2 ชุด (Pole) หน้าสัมผัสแต่ละชุดมีการต่อขาเอาท์พุทของหน้าสัมผัสออกมาใช้งาน 1 ขา (NO)

Double-pole Double- Throw (DPDT)

DPDT Relay คือ รีเลย์ที่มีชุดของหน้าสัมผัส 2 ชุด (Pole) หน้าสัมผัสแต่ละชุดมีการต่อขาเอาท์พุทออกมาใช้งานทั้ง 2 ขา (NO, NC)

2.6 ขดลวดเหนี่ยวนำ (Coil)

ขดลวดเหนี่ยวนำ (Coil) ของรีเลย์แบบธรรมดาจะแยกออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ขดลวดเหนี่ยวนำชนิดที่มีขั้ว (W/Pole) ถ้าต้องการให้ขดลวดเหนี่ยวนำชนิดนี้ทำงานจะต้องป้อนแรงดันไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำให้ถูกขั้ว
2. ขดลวดเหนี่ยวนำชนิดที่ไม่มีขั้ว (W/O Pole) สำหรับขดลวดเหนี่ยวนำชนิดนี้สามารถป้อนแรงดันไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงขั้ว

ถ้าหากเป็นรีเลย์แบบแลทชิ่งรีเลย์ ขดลวดเหนี่ยวนำจะมี 2 ชุดคือ Setting coil และ Resetting coil ซึ่งแยกออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. ชนิด 4 ขั้ว (W/4 Terminals)
2. ชนิด 3 ขั้ว (W/3 Terminals)
3. ชนิดที่Setting coil และ Resetting coil ใช้ขดลวดเหนี่ยวนำตัวเดียวกัน (Single-winding latching) โดยอาศัยการสลับขั้วของกระแสไฟที่จะจ่ายให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำเป็นตัวแยกความแตกต่างระหว่างSetting operation กับ Resetting operation

2.7 การเลือกใช้รีเลย์

ในการเลือกใช้รีเลย์นั้น นอกจากจะต้องรู้ว่ารีเลย์ที่ใช้เป็นรีเลย์ชนิดใด มีหน้าสัมผัสจำนวนกี่ชุด (Pole) แต่ละชุดมีขาต่อออกมาใช้งานกี่ขา (Throw) และมีขดลวดเหนี่ยวนำเป็นชนิดใดแล้วนั้นยังจำเป็นที่จะต้องรู้สิ่งต่อไปนี้ด้วย

1. Rated Voltage เป็นขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่จะต้องจ่ายให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำของรีเลย์เพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัส (Contact) ตัวอย่างเช่น 200/220 VAC, 24 VDC ฯลฯ เช่น MY2 6 VAC (MY2 = ชื่อรุ่น, 6 VAC =Rated coil voltage)
2. Load Type ชนิดของ Load ที่จะนำมาใช้กับรีเลย์ เช่น AC Motor, AC Solenoid, DC Solenoid, DC Magnetic switch ฯลฯ

3. Rated Load เป็นอัตราความทนได้ต่อความต่างศักย์ทางไฟฟ้า (Voltage) ที่กระทำต่อหน้าสัมผัสและกระแสไฟฟ้า (Current) ที่ไหลผ่านหน้าสัมผัส เช่น 5 A,220 VAC หมายถึงหน้าสัมผัสของรีเลย์สามารถทนต่อกระแสไฟได้ 5 A เมื่อหน้าสัมผัสถูกป้อนความต่างศักย์ 220 VAC
4. ขั้วของรีเลย์ (Terminals)

Plug-in/Solder Terminals: ขั้วชนิดนี้จะถูกยึดกับสายไฟโดยใช้การบัดกรี และถ้าไม่ต้องการยึดกับสายไฟโดยตรงก็สามารถติดตั้งลงบน Socket แล้วยึดสายไฟเข้ากับ Socket อีกทีหนึ่ง

Screw Terminal: ขั้วชนิดนี้จะถูกยึดกับสายไฟโดยใช้ Screw เป็นตัวยึด

Octal Pin Terminal: ขั้วชนิดนี้ขาของรีเลย์เรียงกันเป็นวง เวลาติดตั้งรีเลย์ขั้วชนิดนี้จะถูกเสียบลงบน Socket ที่มีลักษณะเป็นวงกลม

Quick Connect Terminal: ขั้วชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นขั้วตัวผู้โดยที่สายไฟจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับขั้วตัวเมีย เวลาที่จะยึดขั้วชนิดนี้กับสายไฟก็เพียงนำขั้วตัวเมียที่เชื่อมอยู่กับสายไฟมาเสียบกับขั้วตัวผู้ที่รีเลย์

Wire-wrap Terminal: ขั้วชนิดนี้จะถูกยึดกับสายไฟโดยการพันสายไฟไปรอบๆขั้วให้แน่นโดยใช้เครื่องพัน

PCB Terminal: ขั้วชนิดนี้จะถูกติดตั้งโดยตรงกับแผ่น PCB (Printed circuit board)

5. ตัวบอกสถานการณ์ทำงาน (Indicator)

รีเลย์บางรุ่นจะมีตัวบอกสถานการณ์ทำงานของรีเลย์เป็น LED สีแดงหรือสีเขียวเพื่อแสดงว่าในขณะนั้นหน้าสัมผัส (Contact) ของรีเลย์ทำงานอยู่หรือไม่ (Turn on) ถ้าหน้าสัมผัสของรีเลย์ทำงานหลอด LED จะสว่าง ซึ่งรีเลย์ที่มีตัวบอกสถานการณ์ทำงาน (Indicator) อยู่ในตัวจะมีรหัสอักษร "N" ต่อท้ายชื่อรุ่นปกติ เช่น LY1, MY2 จะเป็นรุ่นที่ไม่มีตัวบอกสถานการณ์ทำงานอยู่ในตัว แต่ถ้าเป็นรุ่น LY1N, MY2N จะมีตัวบอกสถานการณ์ทำงาน (LED)

Solid-state Relay (SSR)

เป็นรีเลย์ที่เหมาะในการใช้กับงานที่ต้องการความรวดเร็วในการเปิดปิด (Switching) และไม่มีการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสเพราะเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ซึ่งถ้าหากใช้รีเลย์ชนิดที่เป็นแบบหน้าสัมผัส (Contact) อาจทำให้เกิดการ Spark ของกระแสไฟที่หน้าสัมผัส ทำให้อายุการใช้งานของรีเลย์สั้น ในการใช้งานจริงควรมีอุปกรณ์ป้องกันเช่น Semiconductor fuse ใส่ที่วงจรเอาท์พุทของ SSR เพื่อป้องกันการเสียหายเนื่องจากการลัดวงจรของไฟฟ้าและควรป้อนไฟฟ้าให้ถูกขนาดและถูกขั้วเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับภาคอินพุทของ SSR

Solid-state Relay (SSR) ที่มี LED บอกสถานการทำงานและ Surge Protection / มี Zero Cross Function ดังตารางที่ 1

รุ่น	แรงดันไฟป้อน	แรงดันไฟของโหลด	กระแสโหลดที่ทนได้สูงสุดโดยไม่ใช้ Heat Sink	กระแสโหลดที่ทนได้สูงสุดโดยใช้ Heat Sink
G3NA-205B	5-24 VDC	24-240 VAC	3 A	5 A
G3NA-205B	100-120 VAC	24-240 VAC	3 A	5 A
G3NA-205B	200-240 VAC	24-240 VAC	3 A	5 A
G3NA-210B	5-24 VDC	24-240 VAC	4 A	10 A
G3NA-210B	100-120 VAC	24-240 VAC	4 A	10 A
G3NA-210B	200-240 VAC	24-240 VAC	4 A	10 A
G3NA-D210B	5-24 VDC	5-200 VDC	4 A	10 A
G3NA-220B	5-24 VDC	24-240 VAC	4 A	20 A
G3NA-220B	200-240 VAC	24-240 VAC	4 A	20 A
G3NA-240B	5-24 VDC	24-240 VAC	6 A	40 A
G3NA-240B	200-240 VAC	24-240 VAC	6 A	40 A
G3NA-410B	5-24 VDC	200-480 VAC	4 A	10 A
G3NA-420B	5-24 VDC	200-480 VAC	4 A	20 A
G3NA-420B	100-120 VAC	200-480 VAC	4 A	20 A
G3NA-440B	5-24 VDC	200-480 VAC	6 A	40 A
G3NA-440B	100-120 VAC	200-480 VAC	6 A	40 A

ตารางที่ 1 รุ่นต่างๆของ Solid-state Relay (SSR)

2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับอุปกรณ์การตั้งเวลา (Timers)

Timer เป็นอุปกรณ์ตั้งเวลาควบคุมให้เอาท์พุททำงานตามเงื่อนไขและเวลาที่ตั้งไว้มี Timer หลายรุ่น ในแต่ละรุ่นจะมีคุณสมบัติแตกต่างขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

Solid State Timer : เป็น Timer ที่นำไปใช้ในงานทั่วๆไป ตัวแสดงเวลาไม่ได้เป็นแบบดิจิตอล

Digital Timer : เป็น Timer ที่มีตัวแสดงเวลาเป็นแบบดิจิตอล

Twin Timer	:	เป็น Timer ที่ใช้กับมอเตอร์แบบสตาร์- เดลต้าได้โดยตรง มีคุณสมบัติที่ออกแบบมาสำหรับมอเตอร์แบบนี้โดยเฉพาะ
24-hour Timer	:	เป็น Timer ที่สามารถกำหนดการตั้งเวลาช่วงใดๆภายใน 24 ชม.(1วัน) ได้
Daily Timer	:	เป็น Timer ที่สามารถกำหนดเวลาทำงานของแต่ละวันใน 1 สัปดาห์ โดยมีรูปแบบเดียวกัน
Weekly Timer	:	เป็น Timer ที่สามารถกำหนดเวลาทำงานของแต่ละวัน/สัปดาห์ โดยมีรูปแบบที่แตกต่างกัน
Motor Timer	:	เป็น Timer ที่ออกแบบมาให้อาศัยกลไกของมอเตอร์และเฟืองเพื่อกำเนิดสัญญาณเวลา และกำหนดการทำงาน
Rotary Timer	:	เป็น Timer ที่มี 8-16 เอาท์พุท โดยแต่ละเอาท์พุทสามารถตั้งช่วงเวลาในการ On/Off ได้ตามต้องการ

2.8.1 การทำงานของ Timer

รูปแบบการทำงานทั่วไป

Timer ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีอยู่หลายแบบ Timer แบบไฟฟ้าหรือเรียกว่า รีเลย์หน่วงเวลา (Time delay relay) เป็นรีเลย์ที่มีการหน่วงเวลาการทำงานของคอนแทค โดยหลักการทำงานดังนี้

- รีเลย์หน่วงเวลาแบบ On-delay

รีเลย์ตั้งเวลาชนิดนี้จะเริ่มนับเวลาของการหน่วงเมื่อมีสัญญาณไฟมาเลี้ยงที่คอยล์ของรีเลย์ ในสภาวะการทำงานเมื่อกดสวิตซ์ให้สัญญาณอินพุตเข้าที่คอยล์ก็จะทำให้รีเลย์ตั้งเวลาเริ่มทำงาน และนับเวลาถึงที่ตั้งไว้ชุดคอนแทคของรีเลย์ก็จะเปลี่ยน

- รีเลย์หน่วงเวลาแบบ Off-delay

รีเลย์ตั้งเวลาชนิดนี้ จะเริ่มนับเวลาของการหน่วงเมื่อตัดสัญญาณไฟเลี้ยงที่คอยล์ของรีเลย์ ในสภาวะการทำงานเมื่อกดสวิตซ์ให้สัญญาณอินพุตเข้าที่คอยล์จะทำให้คอนแทคเปลี่ยนการต่อทันที

2.8.2 การติดตั้ง Timer

เมื่อนำ Timer ไปใช้งานจะต้องมีการติดตั้งซึ่งมีการติดตั้งได้ 3 ลักษณะดังนี้

<u>1. ติดตั้งหน้าตู้ (Flush Mounting)</u>

การติดตั้งแบบนี้หน้าปัดของ Timer จะโผล่ยื่นออกมาจาก Panel เพื่อความสะดวกในการดูสถานะและปรับแต่งค่าตั้งเวลาของ Timer โดยมี Mounting bracket หรือ Flush mounting adaptor

เป็นตัวยึด Timer ให้ติดแน่นกับ Panel ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับ Timer แต่ละรุ่นและสำหรับ Timerในบางรุ่นที่ไม่มีขั้วสำหรับต่อสายไฟโดยตรง จำเป็นต้องใช้ Back connecting socket ต่อกับด้านหลังของTimer

2. ติดตั้งโดยยึดบนราง (Track Mounting)

เป็นการติดตั้ง Timer บนราง (Track) DIN มาตรฐานโดยใช้ Track mounting socket (Front connecting socket) หรือ Track mounting base เป็นตัวยึด Timer กับราง

3. ติดตั้งบนพื้นผิว (Surface Mounting)

สำหรับ Timer บางรุ่นอาจถูกออกแบบมาให้ใช้ติดตั้งกับ Panel ได้โดยตรง โดยไม่ต้องใช้รางหรือเจาะช่องหน้าตู้

ตัวอย่าง Timer รุ่นต่างๆดังนี้

1. Digital Timer รุ่น H5CL ดังรูปที่ 2.14

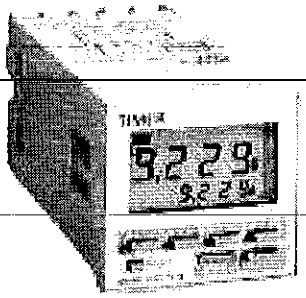
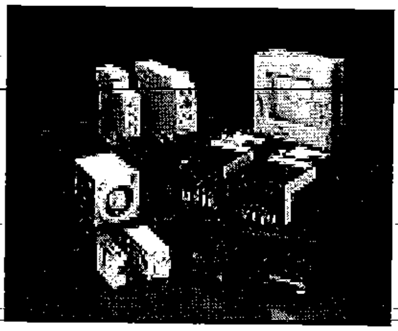
รูปที่ 2. 14 Digital Timer รุ่น H5CL

Digital Timer ที่มีช่วงการตั้งเวลา 0.001s ถึง 999.9h มีโหมดการทำงานแบบSignal ON-delay พร้อมMemory Back-up ดังตารางที่ 2

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดของเอาท์พุท	ฝาครอบขั้วกันไฟช็อค
H5CL-A	100-240 VAC	Contact output	ไม่มี
H5CL-AD	12-24 VAC	Contact output	ไม่มี
H5CL-AS	100-240 VAC	Transistor output (Photocoupler)	ไม่มี
H5CL-ADS	12-24 VAC	Transistor output(Photocoupler)	ไม่มี
H5CL-AD-500	12-24 VAC	Contact output	มี

ตารางที่ 2 รุ่นต่างๆของ Digital Timer

2. Multifunction Digital Timer รุ่น H5CR ดังรูป 2.15

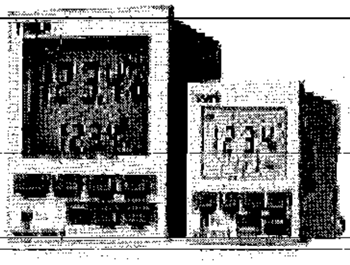
รูปที่ 2.15 Multifunction Digital Timer รุ่น H5CR

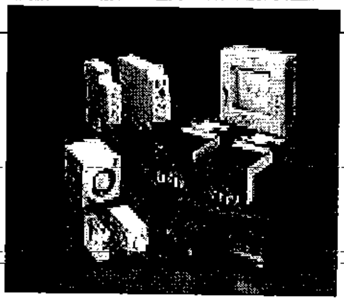
Multifunction Digital Timer H5CR ที่มีช่วงการตั้งเวลา0.001s ถึง 9999h/มีมากกว่า 9 โหมดการทำงานให้เลือก/พร้อมMemory Back-up ดังตารางที่ 3

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดของเอาท์พุท	ไฟส่องสว่างพื้นหลัง	**ความยาวของ Body**
H5CR-L	100-240 VAC	Contact:SPDT	ไม่มี	78 mm
H5CR-L	24 VAC	Contact:SPDT	ไม่มี	78 mm
H5CR-L	12-24 VAC	Contact:SPDT	ไม่มี	78 mm
H5CR-B	100-240 VAC	Contact:SPDT	มี	100 mm
H5CR-B	24 VAC	Contact:SPDT	มี	100 mm
H5CR-S	12-24 VAC	Contact:SPDT	มี	64 mm
H5CR-LS	100-240 VAC	Solid-state:Open Collector	ไม่มี	78 mm
H5CR-LS	24 VAC	Solid-state:Open Collector	ไม่มี	78 mm
H5CR-LS	12-24 VAC	Solid-state:Open Collector	ไม่มี	78 mm
H5CR-BS	100-240 VAC	Solid-state:Open Collector	มี	100 mm
H5CR-BS	24 VAC	Solid-state:Open Collector	มี	100 mm
H5CR-BS	12-24 VAC	Solid-state:Open Collector	มี	64 mm

ตารางที่ 3 รุ่นต่างๆของ Multifunction Digital Timer H5CR

3. **Multifunction Digital Timer รุ่น H5BR** ดังรูปที่ 2.16





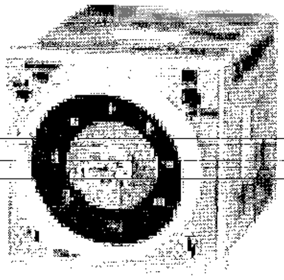
รูปที่ 2.16 Multifunction Digital Timer รุ่น H5BR

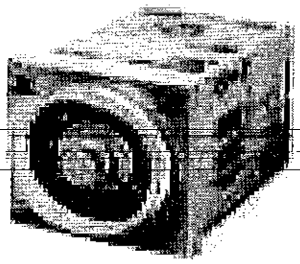
Multifunction Digital Timer H5BR ช่วงการตั้งเวลา0.001s ถึง 9999h/มี Batch Counting Function /พร้อมMemory Back-up ดังตารางที่ 4

ชื่อ	**ไฟป้อน**	**ชนิดเอาท์พุท**	**ความยาวของ Body**
H5BR-B	100-240 VAC	1 SPDT Contact และ 2 NPN Transistor	78 mm
H5BR-B	24 VAC	1 SPDT Contact และ 2 NPN Transistor	78 mm
H5BR-B	12-24 VAC	1 SPDT Contact และ 2 NPN Transistor	78 mm

ตารางที่ 4 รุ่นต่างๆของ Multifunction Digital Timer H5BR

4. **General Purpose Solid-state Timer รุ่น H3CR-A** ดังรูปที่ 2.7





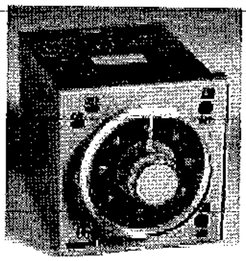
รูปที่ 2.17 General Purpose Solid-state Timer รุ่น H3CR-A

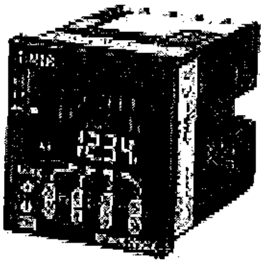
General Purpose Solid-state Timer รุ่น H3CR-A ที่ตั้งเวลาได้ 0.05 วินาที-300 ชั่วโมง ดังตารางที่5

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดและคุณสมบัติหน้าสัมผัสของเอาท์พุท	Instantaneous Contact	จำนวนขา
H3CR-A	100-240VAC/100-125VDC 24-48VAC/12-48VDC	DPDT,5Aat 250VAC DPDT,5Aat 250VAC	- -	11 11
H3CR-A8	100-240VAC/100-125VDC 24-48VAC/12-48VDC	DPDT,5Aat 250VAC DPDT,5Aat 250VAC	- -	8 8
H3CR-A8E	100-240VAC/100-125VDC 24-48VAC/12-48VDC	SPDT,5A at 250VAC SPDT,5A at 50VAC	SPDT,5A/250VAC SPDT,5A/250VAC	8 8

ตารางที่ 5 รุ่นต่างๆของ General Purpose Solid-state Timer รุ่น H3CR-A

5. Twin Timer รุ่น H3CR-Fดังรูปที่ 2.18





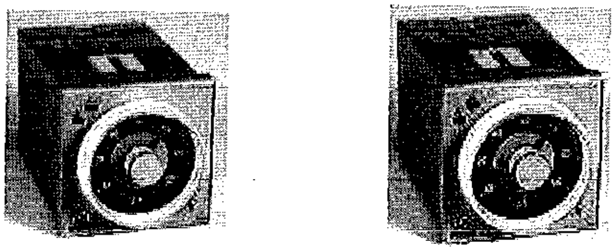
รูปที่ 2.18 Twin Timer รุ่น H3CR-F

รุ่นต่างๆของ Twin Timer รุ่น H3CR-F ดังตารางที่ 6

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดและคุณสมบัติหน้าสัมผัสของเอาท์พุท	จำนวนขา	ขอบเขตระยะในการตั้งเวลา
H3CR-F8	100-240VAC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	24VAC/DC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	12VDC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	48-125VDC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
H3CR-F8-300	100-240VAC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	24VAC/DC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	12VDC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	48-125VDC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
H3CR-F8N	100-240VAC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	24VAC/DC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	12VDC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	48-125VDC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
H3CR-F8N-300	100-240VAC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	24VAC/DC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	12VDC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	48-125VDC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs

ตารางที่ 6 รุ่นต่างๆของ Twin Timer รุ่น H3CR-F

6. Star-delta Timer รุ่น H3CR-G ดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 2.19 Star-delta Timer รุ่น H3CR-G

Star-delta Timer รุ่น H3CR-G ที่มีโหมดการทำงานแบบ Star/delta ดังตารางที่ 7

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดและคุณสมบัติหน้าสัมผัสของเอาท์พุท	จำนวนขา	ขอบเขตระยะในการตั้งเวลา
H3CR-G8L	100-120VAC	SPST-NO(Star circuit) SPST-NO(Delta circuit) 5 A/250 VAC	8	SOT:0.5-120 s SDTT:0.05s,0.1 s,0.25s,0.5s
H3CR-G8L	200-240VAC	SPST-NO(Star circuit) 5 A/250 VAC SPST-NO(Delta circuit) 5 A/250 VAC	8	SOT:0.5-120 s SDTT:0.05s,0.1 s,0.25s,0.5s
H3CR-G8EL	100-120VAC	SPST-NO(Star circuit) 5 A/250 VAC SPST-NO(Delta circuit) 5 A/250 VAC	8	SOT:0.5-120 s SDTT:0.05s,0.1 s,0.25s,0.5s
H3CR-G8EL	200-240VAC	SPST-NO(Star circuit) SPST-NO(Delta circuit) 5 A/250 VAC	8	SOT:0.5-120 s SDTT:0.05s,0.1 s,0.25s,0.5s

ตารางที่ 7 รุ่นต่างๆของ Star-delta Timer รุ่น H3CR-G

6. **Solid state Power Off-delay Timer รุ่น H3CR-H** ดังรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 Solid state Power Off-delay Timer รุ่น H3CR-H

Solid state Power Off-delay Timer รุ่น H3CR-H ที่มีโหมดการทำงานแบบ Power off-delay

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดและคุณสมบัติหน้าสัมผัสของเอาท์พุท	จำนวนขา	ขอบเขตระยะการในการตั้งเวลา
H3CR-H8L	24VAC/DC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
	48VDC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
	100-125VDC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
	100-120VAC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
	200-240VAC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
H3CR-H8L	24VAC/DC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
	48VDC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
	100-125VDC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
	100-120VAC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
	220VAC	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
H3CR-H8RL	200-240VAC	SPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
H3CR-H8RL	200-240VAC	SPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min

ตารางที่ 8 รุ่นต่างๆของ Solid state Power Off-delay Timer รุ่น H3CR-H

Panel Cover สำหรับ **H3CR series** ดังตารางที่ 9

รุ่น	สี
Y92P-48GL	เทาอ่อน
Y92P-48GB	ดำ
Y92P-48GM	เทา

ตารางที่ 9 รุ่นต่างๆของ Panel Cover สำหรับ H3CR series

ฝาครอบกันน้ำ (Watertight Cover ตามมาตรฐาน IP66)

มีขนาดตามมาตรฐานซึ่งสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานเดียวกัน เช่น Timer รุ่นอื่น, ตัวนับค่า, ตัววัดอุณหภูมิ, ฯลฯ ดังตารางที่ 10

รุ่น	ขนาด
Y92A-48N	48*48 มม.
Y92A-49N	96*48 มม.
Y92A-72N	72*72 มม.
Y92A-96N	96*96 มม.

ตารางที่ 10 รุ่นต่างๆของฝาครอบกันน้ำ

แหวนล็อคช่วงเวลาของ Timer ตระกูล H3CR (-A/-H)

Timer รุ่น H3CR-A/-H สามารถใส่แหวนล็อคเข็มและแหวนกั้นช่วงเวลาเสริมเข้าไปได้

- แหวนล็อคเข็ม (Setting a specific time)

เป็นวงแหวนสำหรับล็อคเข็มตั้งเวลาของ Timer ให้อยู่กับที่เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของเข็มตั้งเวลาโดยไม่ได้ตั้งใจ

- แหวนกั้น (Limiting the setting range)

เป็นวงแหวนสำหรับกำหนดช่วงของการตั้งเวลาหรือขอบเขตการเคลื่อนที่ของเข็มตั้งเวลา ซึ่งมีด้วยกัน 2 วงแหวนคือ แหวนกั้นวงที่ 1 ใช้กำหนดจุดเริ่มต้นของช่วงการตั้งเวลาและแหวนกั้นวงที่ 2 ใช้กำหนดจุดสุดท้ายของช่วงการตั้งเวลา ดังตารางที่ 11

รุ่น	คุณสมบัติ
Y92S-27	แหวนล็อคเข็ม
Y92S-28 (2 วง)	แหวนกั้น

ตารางที่ 11 รุ่นต่างๆของแหวนล็อคช่วงเวลาของ Timer

รางมาตรฐาน

ใช้เป็นตัวล็อคไม่ให้ Timer เลื่อนไปตามราง

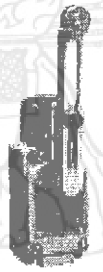
รุ่น	คุณสมบัติ
PFP-M	End plate
PFP-S	Spacer

ตารางที่ 12 รุ่นต่างๆของ รางมาตรฐาน

2.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Limit Switch

2.9.1 Limit Switch รุ่นต่างๆ

Limit Switch รุ่น WL ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 Limit Switch รุ่น WL series

Limit Switch รุ่น WL series ที่มีตัว Switch ทำจากเหล็กหล่อ/แข็งแรงทนทาน/กันน้ำ น้ำมัน

รุ่น	รายละเอียด
WLCA2	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38)
WLCA2-LD	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),LED 10-125 VAC/DC
WLCA2-LDS	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38) ,LED 10-125 VAC/DC,กันน้ำกระเด็นใส่
WLCA2-LE	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),Neom lamp 125-250 VAC
WLCA2-RP	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),ป้องกันการกัดกร่อน
WLCA2-TC	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),ใช้ในที่อุณหภูมิต่ำ -40ถึง40 องศา
WLCA2-55	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),ป้องกันฝุ่นและน้ำ
WLCA2-55LD	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),LED 10-125 VAC/DC,ป้องกันฝุ่นและน้ำ
WLCA2-2N	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),ก้านเคลื่อนที่ 90 องศา

รุ่น	รายละเอียด
WLCA2-2NLD	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38), LED 10-125 VAC/DC,
WLCA2-2NLE	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38), Neom lamp 125-250 VAC,
WLCA2-2NTH	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),ทนความร้อน 5-120 องศา
WL01CA2	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านสั้น,R38),Micro load
WLCA2-7	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านขนาดกลาง,R50)
WLCA2-8	ก้านติดหัวลูกล้อ (ก้านยาว,R63)
WLCA12	ก้านติดหัวลูกล้อปรับความยาวได้
WLCA12-LD	ก้านติดหัวลูกล้อปรับความยาวได้,LED 10-125 VAC/DC
WLCA12-LE	ก้านติดหัวลูกล้อปรับความยาวได้,Neon lamp125-250 VAC
WLCA12-TH	ก้านติดหัวลูกล้อปรับความยาวได้,ทนความร้อน 5-120 องศา
WLCA12-2N	ก้านติดหัวลูกล้อปรับความยาวได้,ก้านเคลื่อนที่ 90 องศา
WLCA12-2NLD	ก้านติดหัวลูกล้อปรับความยาวได้,LED 10-125 VAC/DC
WLCA32-41	ก้านคู่ติดหัวลูกล้อ (ใช้ก้านรุ่น WL-5A100)
WLCA32-41LE	ก้านคู่ติดหัวลูกล้อ (ใช้ก้านรุ่น WL-5A100),Neon lamp 125-250 VAC
WLCA32-42	ก้านคู่ติดหัวลูกล้อ (ใช้ก้านรุ่น WL-5A102)
WLCA32-43	ก้านคู่ติดหัวลูกล้อ (ใช้ก้านรุ่น WL-5A104)
WLCL	ก้านกลมเล็กปรับความยาวได้
WLCL-LE	ก้านกลมเล็กปรับความยาวได้, Neon lamp 125-250 VAC
WLCL-2N	ก้านกลมเล็กปรับความยาวได้,ก้านเคลื่อนที่ 90 องศา
WLD	หัวปุ่มยื่นออกมาจากตัว Switch
WLD2	หัวลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch
WLD2-LD	หัวลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch,LED 10-125 VAC/DC
WLD2-LE	หัวลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch,Neon lamp 125-250 VAC
WLD28	หัวติดลูกล้อและ Seal ด้วยพลาสติก
WLD28-LD	หัวติดลูกล้อและ Seal ด้วยพลาสติก, LED 10-125 VAC/DC
WLD28-LDS	หัวติดลูกล้อและ Seal ด้วยพลาสติก ,LED 10-125 VAC/DC,กันละอองน้ำ
WLD3	หัวลูกกลิ้งยื่นออกมาจากตัว Switch
WLD3-LD	หัวลูกกลิ้งยื่นออกมาจากตัว Switch,LED 10-125 VAC/DC

ตารางที่ 13 รุ่นต่างๆของ Limit Switch รุ่น WL series

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

14999812
ม/ร.
น657ส
2545

Limit Switch รุ่น D4C Series ดังรูป 2.22

รูปที่ 2.22 Limit Switch รุ่น D4C Series

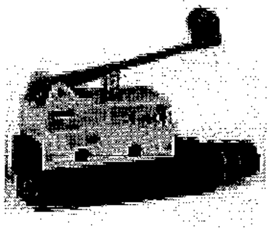
Limit Switch รุ่น D4C Series ที่มี Switch ขนาดกะทัดรัดทำมาจากเหล็กหล่อ/มีสายมากับ Switch/กันน้ำ น้ำมัน

รุ่น	สาย	รายละเอียด	กระแสโหลด
D4C-1201	3 m/S-FLEX	หัวปุ่มยื่น	5A/250VAC
D4C-2201	3 m/S-FLEX	หัวปุ่มยื่น	5A/125VAC,LED
D4C-3201	3 m/S-FLEX	หัวปุ่มยื่น	5A/125VAC,LED
D4C-1202	3 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	5A/250VAC
D4C-1302	5 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	5A/250VAC
D4C-1402	3m/VCTF	หัวติดลูกล้อ	5A/250VAC
D4C-1502	5m/VCTF	หัวติดลูกล้อ	5A/250VAC
D4C-1602	3 m/UL/CSA	หัวติดลูกล้อ	5A/250VAC
D4C-2202	3 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	5A/125VAC,LED
D4C-2302	5 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	5A/125VAC,LED
D4C-3202	3 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	4A/30VDC,LED
D4C-3302	5m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	4A/30VDC,LED
D4C-3402	3 m/VCTF	หัวติดลูกล้อ	4A/30VDC,LED
D4C-4202	3 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	0.1A/125VAC
D4C-6202	3 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	0.1A/30VDC,LED
D4C-6302	5 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อ	0.1A/30VDC,LED
D4C-1203	3 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อในแนวขวาง	5A/250VAC
D4C-2203	3 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อในแนวขวาง	5A/125VAC,LED
D4C-3203	3 m/S-FLEX	หัวติดลูกล้อในแนวขวาง	4A/30VDC,LED

รุ่น	สาย	รายละเอียด	กระแสโหลด
D4C-1420	3 m/VCTF	ก้านติดหัวลูกล้อ	5A/250VAC
D4C-1520	5 m/VCTF	ก้านติดหัวลูกล้อ	5A/250VAC
D4C-2220	3 m/S-FLEX	ก้านติดหัวลูกล้อ	5A/125VAC,LED
D4C-2320	5 m/S-FLEX	ก้านติดหัวลูกล้อ	5A/125VAC,LED
D4C-3220	3m/S-FLEX	ก้านติดหัวลูกล้อ	4A/30VDC,LED
D4C-3320	5m/S-FLEX	ก้านติดหัวลูกล้อ	4A/30VDC,LED
D4C-3420	3 m/VCTF	ก้านติดหัวลูกล้อ	4A/30VDC,LED
D4C-3520	5 m/VCTF	ก้านติดหัวลูกล้อ	4A/30VDC,LED
D4C-1224	3 m/S-FLEX	ก้านหัวลูกล้อ,High sensitive	5A/250VAC
D4C-3224	3m/S-FLEX	ก้านหัวลูกล้อ,High sensitive	4A/30VDC,LED
D4C-3324	5 m/S-FLEX	ก้านหัวลูกล้อ,High sensitive	4A/30VDC,LED
D4C-4424	3 m/VCTF	ก้านหัวลูกล้อ,High sensitive	0.1A/125VAC
D4C-1232	3 m/S-FLEX	หัวลูกล้อ,Seal เพื่อกันน้ำ	5A/250VAC
D4C-1332	5 m/S-FLEX	หัวลูกล้อ,Seal เพื่อกันน้ำ	5A/250VAC
D4C-2332	5 m/S-FLEX	หัวลูกล้อ,Seal เพื่อกันน้ำ	5A/125VAC,LED
D4C-3232	3 m/S-FLEX	หัวลูกล้อ,Seal เพื่อกันน้ำ	4A/30VDC,LED
D4C-3332	5 m/S-FLEX	หัวลูกล้อ,Seal เพื่อกันน้ำ	4A/30VDC,LED
D4C-1250	3m/S-FLEX	ก้าน Coil spring	5A/250VAC
D4C-1350	5m/S-FLEX	ก้าน Coil spring	5A/250VAC
D4C-1450	3m/VCTF	ก้าน Coil spring	5A/250VAC

ตารางที่ 14 รุ่นต่างๆของ Limit Switch รุ่น D4C Series

Limit Switch รุ่น D4MC Series ดังรูปที่ 2.23



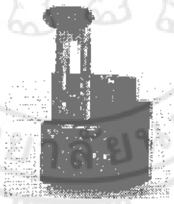
รูปที่ 2.23 Limit Switch รุ่น D4MC Series

Limit Switch รุ่น D4C Series มีขนาดเล็ก/ตัว Switch ทำมาจาก Resin /กันฝุ่น กันน้ำ

รุ่น	ชนิดของ Actuator
D4MC-1000	ก้านแขนยาว
D4MC-1020	ก้านแขนสั้น
D4MC-2000	ก้านแขนยาวติดหัวลูกล้อ
D4MC-2020	ก้านแขนสั้นติดหัวลูกล้อ
D4MC-3030	ก้านติดหัวลูกล้อ ทำงานทิศทางเดียว
D4MC-5000	แท่งหัวปุ่มยื่นออกมาจากตัว Switch
D4MC-5020	แท่งหัวลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch
D4MC-5040	แท่งหัวลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch ทิศทางการทำงานขวางกับตัว Switch

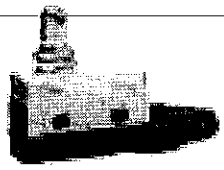
ตารางที่ 15 รุ่นต่างๆของ Limit Switch รุ่น D4C Series

Limit Switch รุ่น D4D-N Series ดังรูป 2.24



รูปที่ 2.24 Limit Switch รุ่น D4D-N Series

Limit Switch รุ่น ZC-55 Series ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 Limit Switch รุ่น ZC-55 Series

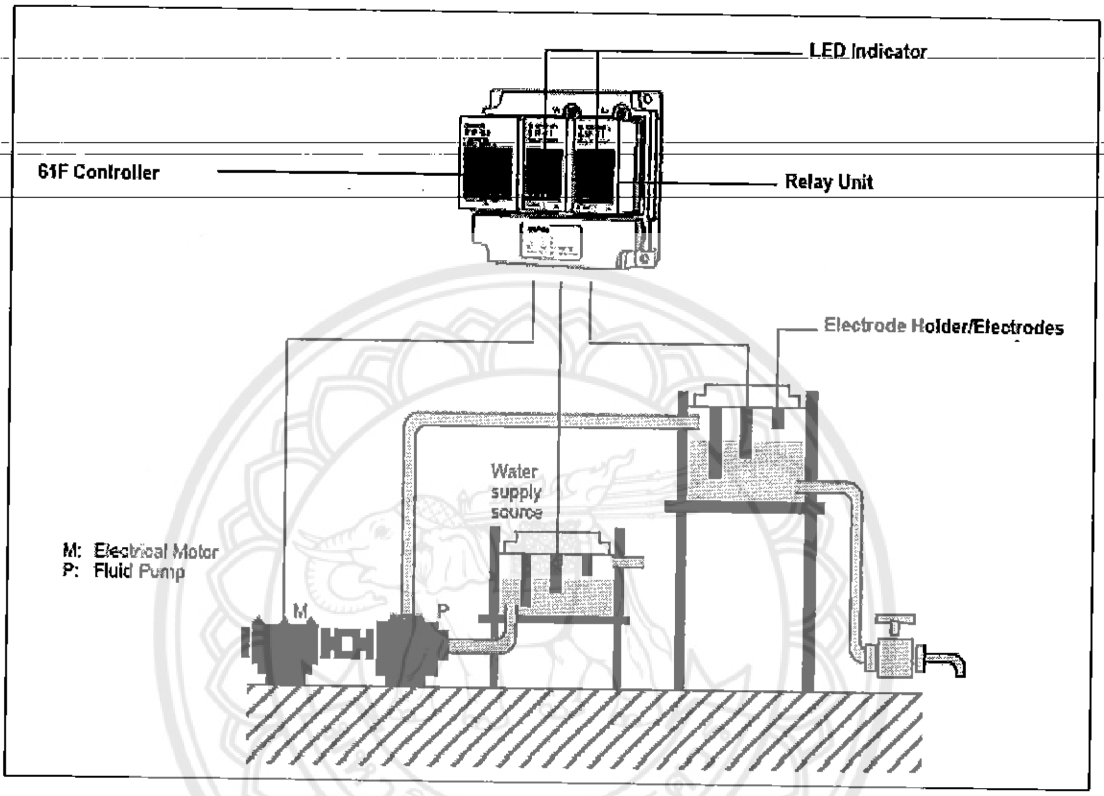
Limit Switch รุ่น ZC-55 Series ตัว Switch ทำมาจากเหล็กหล่อ/เป็น Limit Switch ขนาดเล็ก ใช้แรงกระทำที่ก้าน Switch เพียงเล็กน้อย Switch ก็จะทำงาน ดังตารางที่ 16

รุ่น	ชนิดของ Actuator
ZC-D55	หัวปุ่มยื่นออกมาจากตัว Switch
ZC-Q55	หัวปุ่มยาวยื่นออกมาจากตัว Switch
ZC-Q2255	หัวติดลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch
ZC-Q2155	หัวติดลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch ทิศทางการทำงานขวางกับตัว Switch
ZC-N2255	หัวติดลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch มียางกันน้ำหุ้มที่หัว
ZC-N2155	หัวติดลูกล้อยื่นออกมาจากตัว Switch ทิศทางการทำงานขวางกับตัว Switch มียางกันน้ำหุ้มที่หัว
ZC-W55	ก้านแขนสั้น
ZC-W155	ก้านแขนยาว
ZC-W255	ก้านแขนสั้นติดหัวลูกล้อ
ZC-W2155	ก้านแขนยาวติดหัวลูกล้อ
ZC-W355	ก้านติดหัวลูกล้อ ทำงานทิศทางเดียว

ตารางที่ 16 รุ่นต่างๆของ Limit Switch รุ่น ZC-55 Series

2.10 ตัวควบคุมระดับของเหลว (Float less Level Controller)

เป็นตัวควบคุมระดับของเหลวโดยใช้แท่ง Electrode เป็นตัวตรวจจับระดับของของเหลว แล้วส่งสัญญาณให้ Floatless level controller เพื่อควบคุมการทำงาน (เปิด-ปิด) ของ Pump อีกทีหนึ่ง ดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 ระบบควบคุมระดับของเหลว

ในระบบควบคุมของเหลว 1 ระบบ จะมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. ตัวควบคุม (Controller) และ Relay unit สามารถถอดเปลี่ยนได้ สำหรับController รุ่น 61F-G,-G1,-G2,-G3,-G4

2. แท่ง Electrode

3. ตัวยึดแท่ง Electrode (Electrode holder)

4. ตัวกันไม่ให้แท่ง Electrode สัมผัสกัน (Separator)

5. Connecting nut (แหวนเชื่อม), Lock nut(แหวนยึดแน่น)และ Spring washer สำหรับต่อแท่ง Electrode 2 แท่งเข้าด้วยกัน

6. รีเลย์สลับการทำงานของมอเตอร์ 2 ตัว

2.11 ตัวควบคุมมาตรฐาน (Standard Controller) ดังรูปที่ 2.27

CE

รูปที่ 2.27 ตัวควบคุมมาตรฐาน

ตัวควบคุมมาตรฐาน (Standard Controller) มีหลายรุ่น แต่ละรุ่นมีหลักการทำงานที่แตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 17

รุ่น	ไฟป้อน	จุดประสงค์ในการใช้งาน
61F	110/220 VAC 220/380 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและการระบายน้ำออกจากถัง
61F-GN	110/220 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและการระบายน้ำออกจากถัง
61F-G1	110/220 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและการระบายน้ำออกจากถัง พร้อมสัญญาณเตือนหากระดับน้ำในถังต่ำกว่าปกติและมีระบบป้องกันPump ทำงานขณะน้ำในแหล่งน้ำแห้ง
61F-G1N	110/220 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและการระบายน้ำออกจากถัง พร้อมสัญญาณเตือนหากระดับน้ำในถังต่ำกว่าปกติ และมีระบบป้องกันPump ทำงานขณะน้ำในแหล่งน้ำแห้ง
61F-G1P	110 VAC 220 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและการระบายน้ำออกจากถัง พร้อมสัญญาณเตือนหากระดับน้ำในถังต่ำกว่าปกติ และมีระบบป้องกันPump ทำงานขณะน้ำในแหล่งน้ำแห้ง
61F-G2	110/220 VAC 220/380 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและการระบายน้ำออกจากถัง พร้อมสัญญาณเตือนหากระดับน้ำในถังสูงผิดปกติ

รุ่น	ไฟป้อน	จุดประสงค์ในการใช้งาน
61F-G3	110/220 VAC 220/380 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและการระบายน้ำออกจากถัง พร้อมสัญญาณเตือนหากระดับน้ำในถังสูงหรือต่ำผิดปกติ
61F-G4	110/220 VAC 220/380 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและการระบายน้ำออกจากถัง พร้อมแสดงระดับน้ำของแหล่งน้ำและระดับน้ำในถัง
61F-I	110/220 VAC 220/380 VAC	แสดงระดับน้ำในถัง พร้อมสัญญาณเตือนเมื่อระดับน้ำถึงจุดสูงสุดและต่ำสุด

ตารางที่ 17 รุ่นต่างๆของ ตัวควบคุมมาตรฐาน

2.12 ตัวควบคุม (Controller) แบบใช้ Socket

ตัวควบคุม (Controller) แบบใช้ Socket มีหลายรุ่น แต่ละรุ่นมีหลักการทำงานที่แตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 18

รุ่น	**ไฟป้อน**	**จุดประสงค์การใช้งาน**	**Track Mounted Socket (+Clip ยึด)**	**Back Connecting Socket (+Clip ยึด)**
61F-GP-N	110 VAC 220 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและมีระบบป้องกัน Pump ทำงานขณะน้ำในแหล่งน้ำแห้ง	PF113A (+PFC-N8)	PL11(+PHC-5)
61F-GP-N8	110 VAC 220 VAC	ควบคุมการจ่ายน้ำจากแหล่งน้ำเข้าถังและระบายน้ำออกจากถัง	8PFA1	PL08

ตารางที่ 18 รุ่นต่างๆของตัวควบคุม (Controller) แบบใช้ Socket

2.13Socket และ Clip ยึด

Socket และ Clip ยึด มีหลายรุ่น แต่ละรุ่นมีหลักการทำงานที่แตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 19

รุ่น	จุดประสงค์การใช้งาน
8PFA1	Track mounted socket
PL08	Back connecting socket
PF113A	Track mounted socket
PL11	Back connecting socket
PFC-N8	Clip ยึด
PHC-5	Clip ยึด

ตารางที่ 19 รุ่นต่างๆของ Socket และ Clip ยึด

2.14 Relay สลับการทำงานของมอเตอร์ 2 ตัว

ใช้ในการสลับการทำงานของมอเตอร์ 2 ตัวที่ระดับควบคุมของเหลวระดับเดียวกันดังตารางที่ 20

รุ่น	Resistive Load	Inductive Load
61F-APN	2Aที่ 250 VAC	1 Aที่ 110 VAC
61F-APN2	3A ที่250 VAC	1.5 Aที่ 250 VAC

ตารางที่ 20 รุ่นต่างๆของ Relay สลับการทำงานของมอเตอร์ 2 ตัว

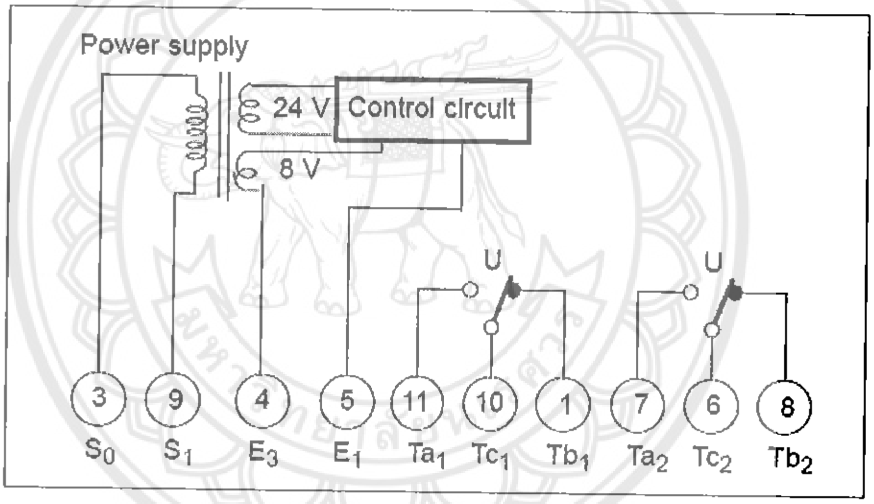
บทที่ 3

หลักการทำงาน และการสร้างอุปกรณ์

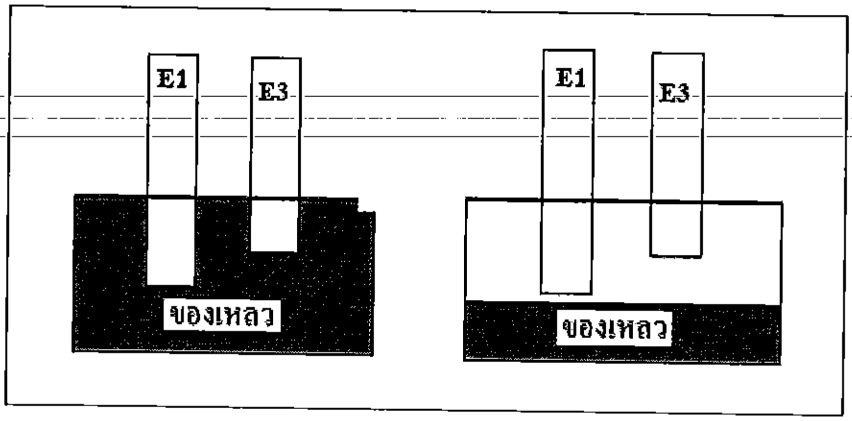
3.1 หลักการทำงานของระบบ

การทำงานของ Float less level switch

การทำงานของ Float less level switch โดยจะรับไฟป้อนเข้าทางขั้วหมายเลข 3 และ 9 โดยใช้ไฟ 220 VAC ซึ่งจะมีคอนแทคอยู่ 3 คอนแทคคือหมายเลข 10 11 และ1 ดังรูปที่ 3.1 โดยสภาวะที่แท่งอิเล็กโตรด E1 และ E3 อยู่ในสภาวะที่แตะกันหรือต่อกันดังรูปที่ 1 โดยมีของเหลวเป็นตัวกลางทำให้ต่อวงจรกันจะทำให้หน้าคอนแทคหมายเลข10 กับ11 อยู่ในตำแหน่งที่ต่อกัน และเมื่อระดับของเหลวลดลงต่ำกว่าแท่งอิเล็กโตรดทั้ง 2แท่ง ทำให้แท่งทั้ง 2 ไม่แตะหรือต่อวงจรกันดังรูปที่3.2 ทำให้หน้าคอนแทคหมายเลข 10 กับ 1อยู่ในตำแหน่งที่ต่อกัน ดังนั้นจึงนำการทำงานของหน้าคอนแทค 10กับ 1 ไปใช้ต่อเป็นระบบ Alarm ของระดับน้ำยา Spray ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปแบบจำลองการทำงานของ Float less level switch

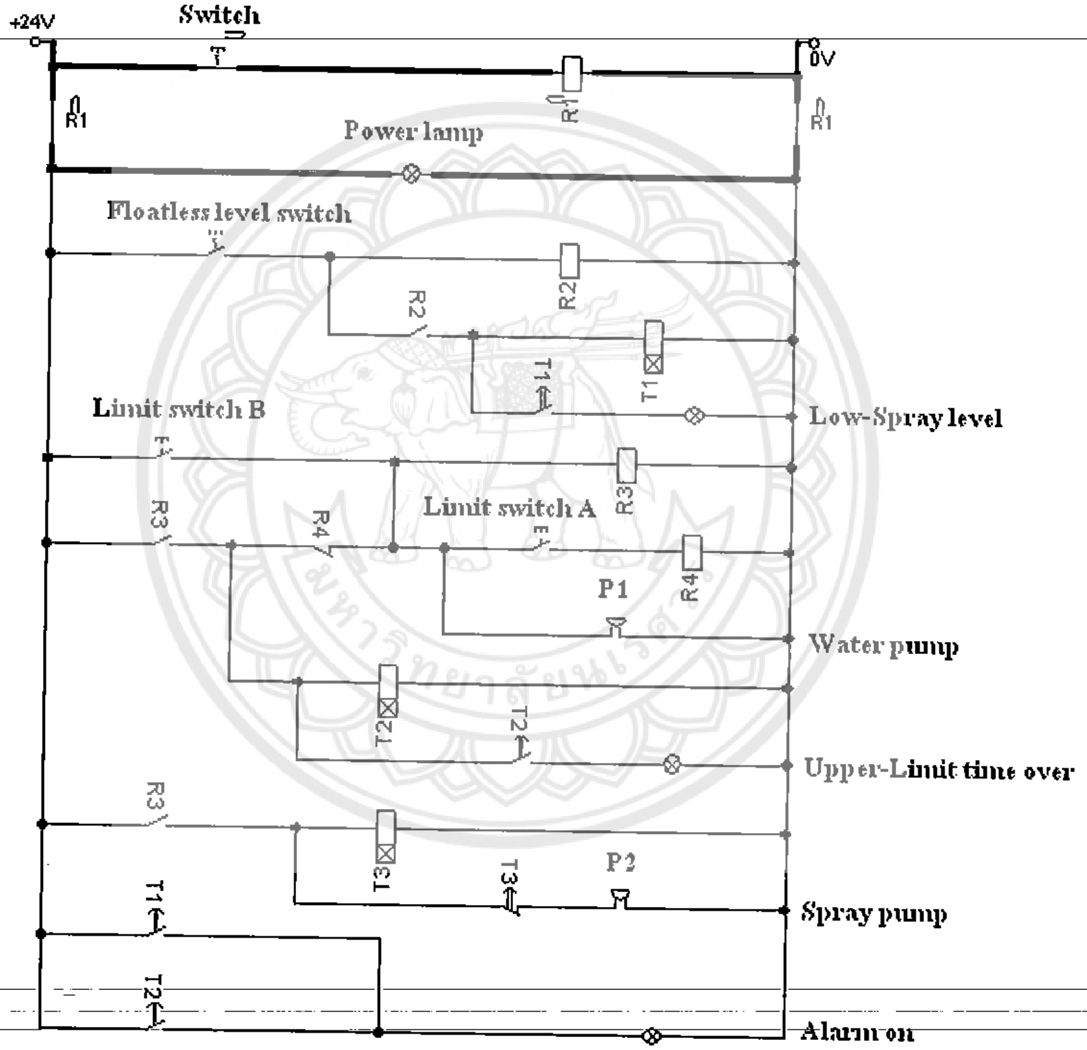


รูปที่ 3.2 แสดงระดับน้ำในถังบรรจุน้ำ และน้ำยา

3.2 การออกแบบวงจรระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์

หลักการทำงานของวงจร

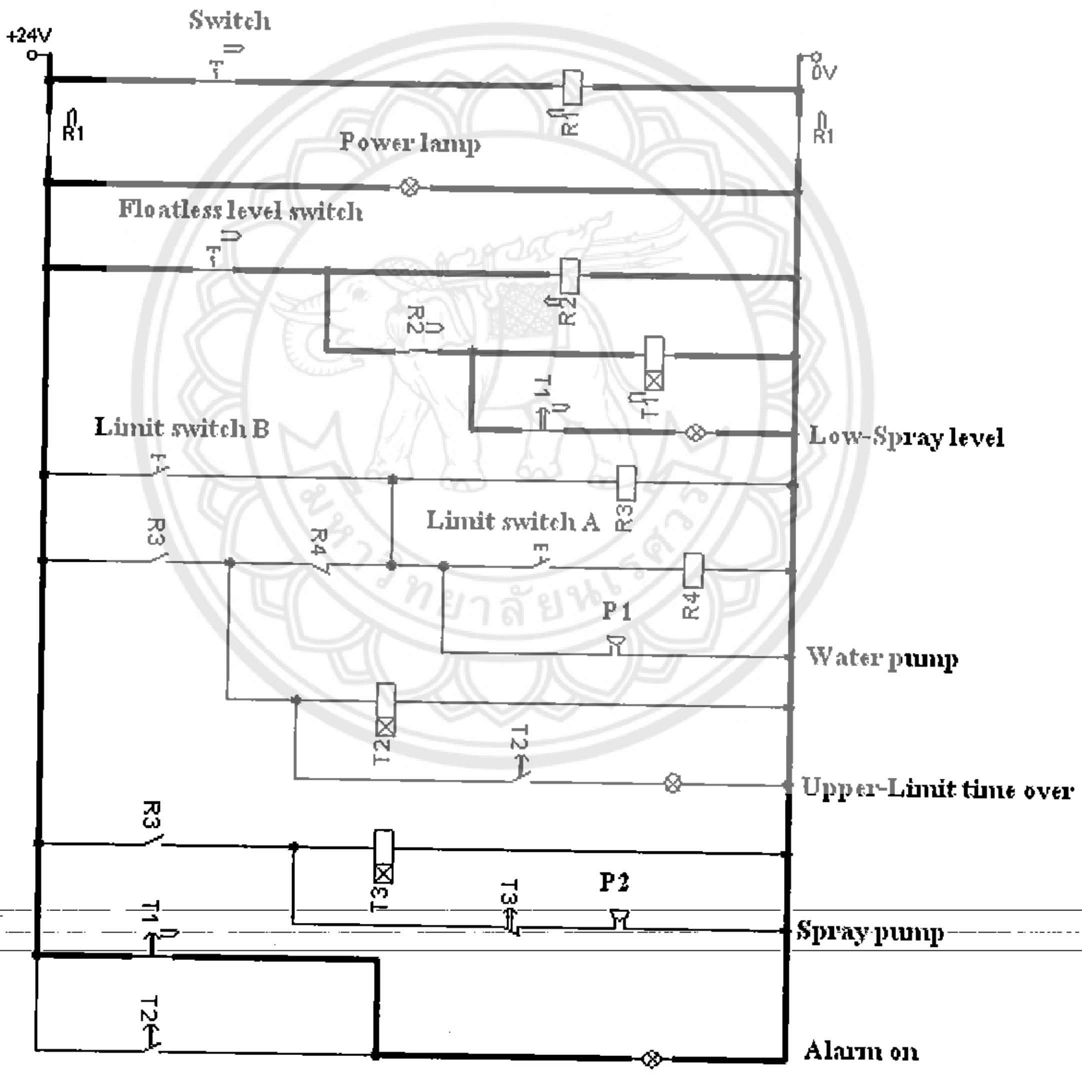
เมื่อป้อนไฟ 220 VAC เข้า Circuit Breaker และเมื่อเปิดสวิตซ์จะทำให้ตัวรีเลย์ R1 ทำงาน โดยจะทำให้หน้าคอนแทคทำงานในสถานะ NC จึงทำให้หลอดไฟสว่าง (Power on) ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งระบบในส่วนนี้เรียกว่าวงจร Master ซึ่งมีหน้าที่ช่วยป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์เมื่อมีการช็อตหรือการลัดวงจรของระบบในวงจร การทำงานของวงจรนี้แยกการทำงานออกเป็น 2 ส่วนดังนี้



รูปที่ 3.3 รูปวงจรการจำลองระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์

3.2.1 การทำงานในเรื่องของการเตือนของระดับน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้น (Alarm Spray level)

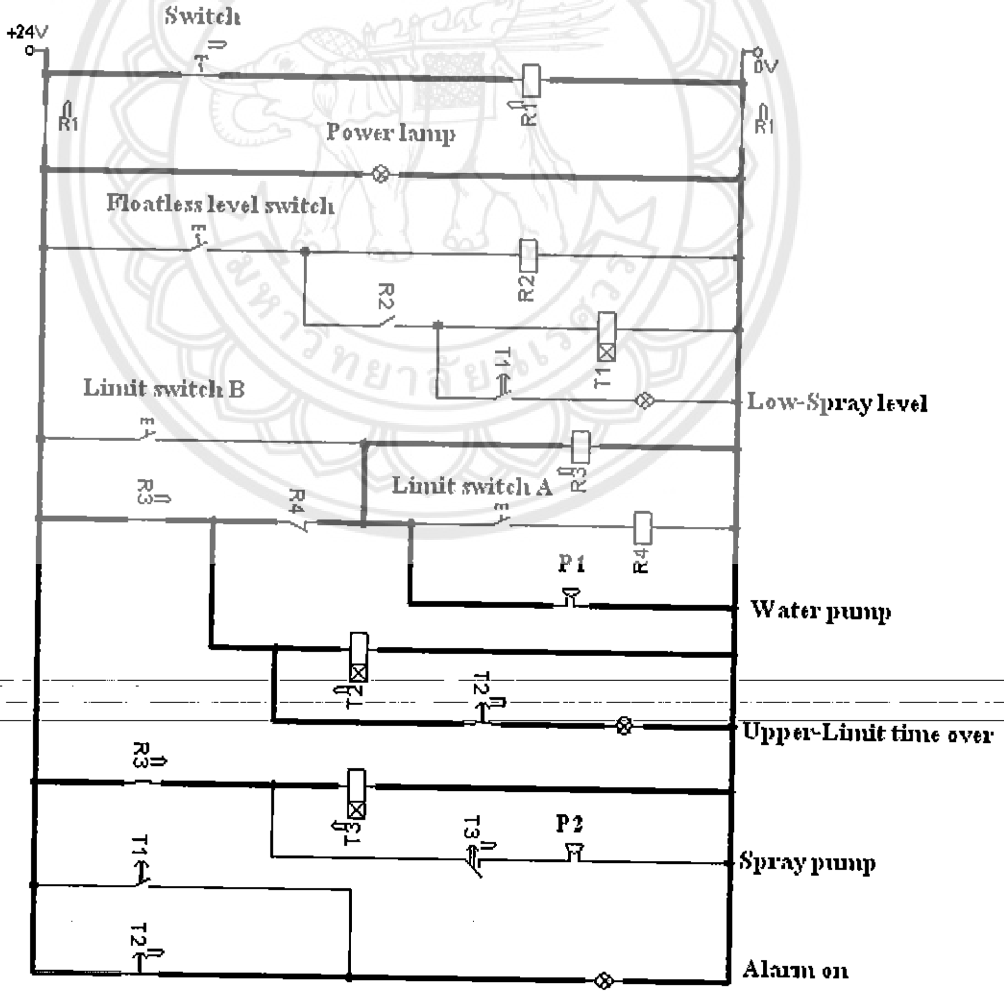
หลักการทำงาน ของระบบนี้จะทำการตั้งการหน่วงเวลาของTimer ไว้ที่ 5 วินาทีซึ่งการตั้งเวลานี้เป็นการป้องกันไม่ให้น้ำที่สั่นกระเพื่อมแตะตรงแท่งอิเล็กโตรดโดยจะทำให้สัญญาณเตือน Alarm อยู่บ่อยๆ โดยจะมีตัว Float less level switch จะเป็นตัวควบคุมการวัดระดับของน้ำยา Spray โดยมีแท่งอิเล็กโตรด E1 และ E3 ดังรูปที่ 3.2 เป็นตัวที่จุ่มอยู่ในถังน้ำยาเพื่อเป็นตัววัดระดับของน้ำยาตัวโดยตัว Float less level switch จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของคอนแทคต่างๆ ภายซึ่งจะปล่อยแรงดันไฟฟ้าในระดับที่น้อยประมาณ 8 v ไปตามแท่งอิเล็กโตรด โดยเมื่อระดับน้ำยา Spray อยู่ต่ำกว่าแท่งอิเล็กโตรดทั้ง 2 จะทำให้ระบบนี้ Alarm ขึ้น ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 รูปวงจรAlarmของระดับน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้น

3.2.2 การทำงานในเรื่องของการเตือนของระดับน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางในถังผสม (Upper-Limit time over)

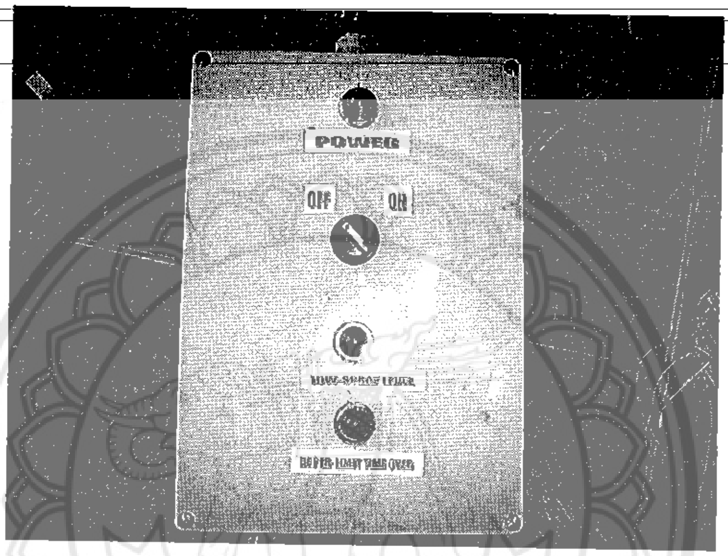
การทำงานของระบบนี้จะใช้ Limit switch เข้ามาช่วย โดยเมื่อระดับน้ำในถังผสมน้ำยาสเปรย์ลดระดับลงจะทำให้แท่งลูกลอยแตะ Limit switch B (ตัวล่าง) แล้วปั๊มน้ำ P1 และ P2 ทำงาน โดยปั๊ม P1 คือปั๊มที่ดูดน้ำประปาเข้าสู่ถังผสมน้ำยาสเปรย์ และปั๊ม P2 คือปั๊มที่ดูดน้ำยา Spray เข้าสู่ถังผสมน้ำยาสเปรย์ ทำให้แท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นไปแตะ Limit switch A (ตัวบน) ในช่วงที่แท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นหลังแตะ Limit switch B Timerก็จะทำการหน่วงเวลาตามที่เรากำหนดหรือตั้งไว้ซึ่งทางโรงงานจะตั้งไว้ที่ 30 วินาที โดยเมื่อแท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นโดยใช้เวลาเกินที่กำหนดไว้จะทำให้เกิดการเตือน (Upper-Limit time over) ในการกำหนดเวลาดังกล่าวนี้จะเป็นตัวบอกปริมาตรของน้ำประปาที่ไหลเข้าถังผสมน้ำยาสเปรย์ ทำให้เราตรวจเช็คปั๊มและแรงดันได้ว่าอยู่ในสภาพปกติหรือไม่ซึ่งทางโรงงานจะให้ระดับน้ำประปากับระดับน้ำยา Spray อยู่ในอัตราส่วน 1:800 ลิตร เมื่อระบบนี้ Alarmขึ้น ดังรูปที่3.5



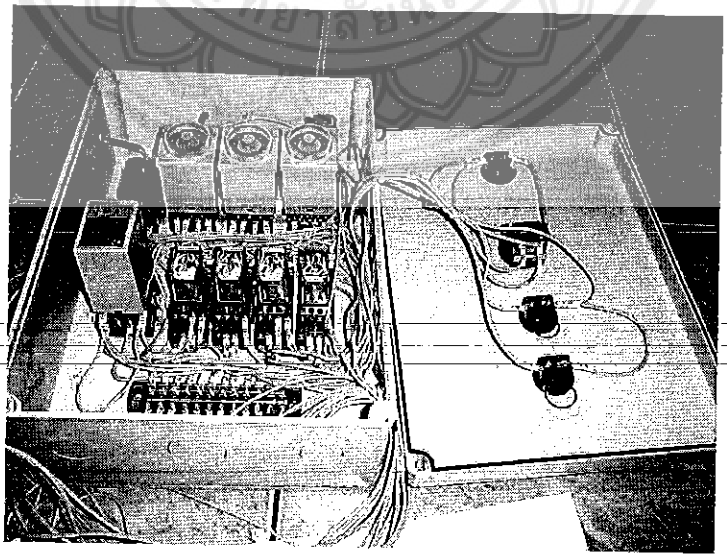
รูป 3.5 รูปวงจร Alarm ของระดับของน้ำในถังผสมน้ำยาสเปรย์

3.3 รูปกล่องควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์

กล่องควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์โดยด้านในกล่องจะเป็นการนำอุปกรณ์ เช่น ไทม์เมอร์ รีเลย์ เบรกเกอร์ และ ฟลอทเลสเลเวลสวิตซ์ มาต่อตามวงจรที่ได้พัฒนาขึ้นดังรูปที่ 3.7 และในส่วนด้านนอกกล่องจะมีไฟแสดงสถานะการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น เช่น แสดงสถานะเมื่อระบบทำงานของกล่องควบคุมนี้ แสดงการเตือนในส่วนของระดับน้ำยาสเปรย์ที่เข้มขน(Low-Spray level) และแสดงการเตือนในส่วนของระดับน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางในถังผสม (Upper-limit time over) ดังรูปที่ 3.6



รูป 3.6 รูปภายนอกของกล่องควบคุม

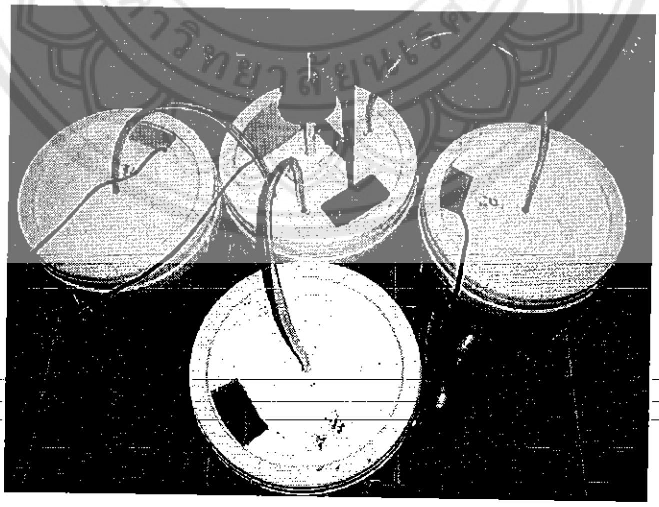


รูป 3.7 รูปภายในกล่องควบคุม

3.4 แบบจำลองของถังผสมน้ำยาสเปรย์ (Mixing tank)

แบบจำลองของถังผสมน้ำยาสเปรย์เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น โดยจำลองขึ้นมาเพื่อทดสอบกับกล่องควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ และในถังน้ำประปาและถังน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นจะจะมีปั๊มที่ดูดน้ำประปาและน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นเข้าสู่ถังผสม ในส่วนของถังผสมน้ำยาสเปรย์จะติดตั้งแท่งลูกลอยและลิมิตสวิตซ์ไว้เพื่อควบคุมระดับของน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางในถังผสมดังรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9

รูป 3.8 รูปจำลองถังMixing Tank

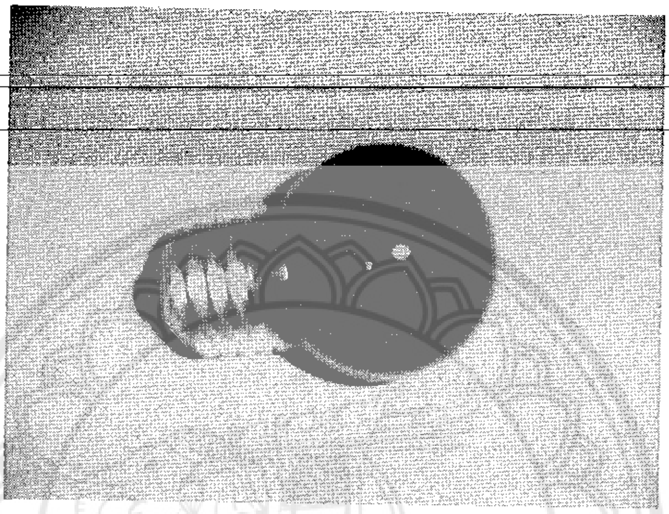


รูป 3.9 ด้านบนของรูปจำลองถังMixing Tank

3.5 หน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละตัวภายในกล่องควบคุม

3.5.1 รูปหลอดไฟ Alarm

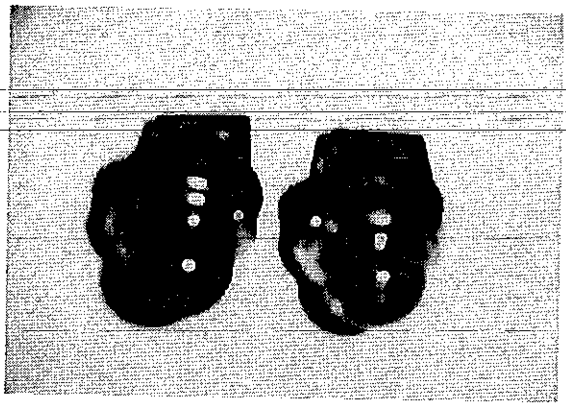
หลอดไฟAlarmเป็นตัวแจ้งเตือนที่ใช้แสดงให้ทราบว่าระดับน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นลดระดับต่ำกว่าแท่งอิเล็กโตรด (Low-spray level) และ ระดับน้ำยาสเปรย์เจือจางในถังผสมลดระดับลง (Upper-limit time over) ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 รูปหลอดไฟ Alarm

3.5.2 Pilot lamp

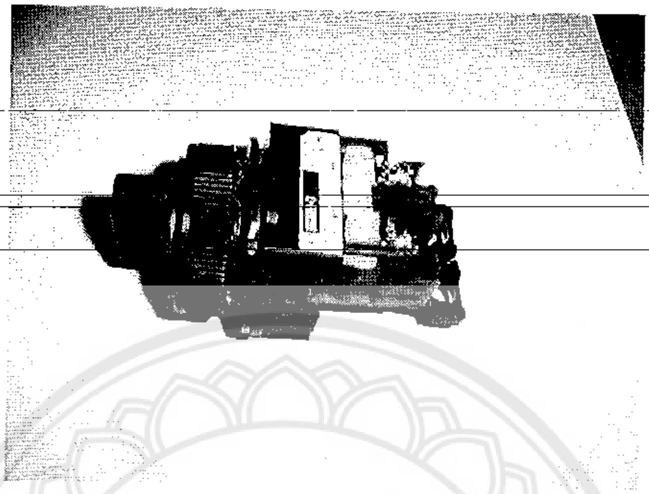
Pilot lamp เป็นหลอดไฟที่บอกสถานการณ์ทำงาน คือ หลอดสีเหลืองจะแสดงสถานะการทำงานของกล่องควบคุม และหลอดสีแดงแสดงสถานะการเตือน ของระดับน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นเมื่อลดระดับลงหรือใกล้หมด (Low-spray level) และ ระดับน้ำในถังผสมน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางในถังผสม (Upper-limit time over) ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 Pilot lamp

3.5.3 สวิตซ์ เปิด-ปิด

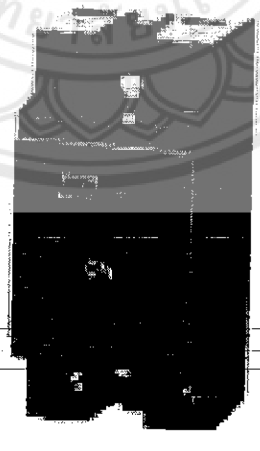
สวิตซ์ เปิด-ปิด เป็นสวิตซ์การเปิด-ปิดการทำงานของกล่องควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 สวิตซ์ เปิด-ปิด

3.5.4 Breaker

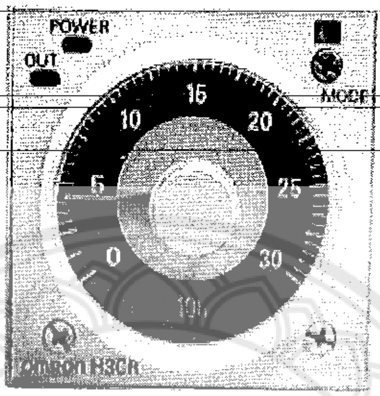
Breaker อุปกรณ์ที่มีสถานะเป็นสะพานไฟทำหน้าที่เปิด-ปิดวงจรทั้งหมด และเป็นตัวป้องกันไม่ให้อุปกรณ์เสียหายเมื่อเกิดการช็อตหรือการลัดวงจรดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 Breaker

3.5.5Timer

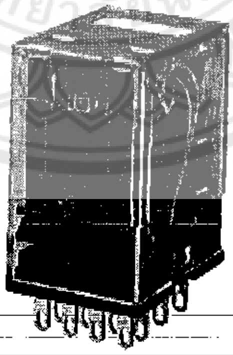
Timer เป็นอุปกรณ์ตั้งเวลาควบคุมให้เอาท์พุททำงานตามเงื่อนไขและเวลาที่ตั้งไว้ สำหรับโครงงานนี้ไทม์เมอร์จะเป็นตัวที่ใช้ตั้งเวลาในการเตือน และตั้งเวลาเพื่อกำหนดปริมาตรของน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นเข้าสู่ถังผสมดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 Timer

3.5.6 Relay

Relay ทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ที่ทำหน้าที่โดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กในการ ON/OFFวงจรควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ ดังรูปที่ 3.15



รูปที่3.15 Relay

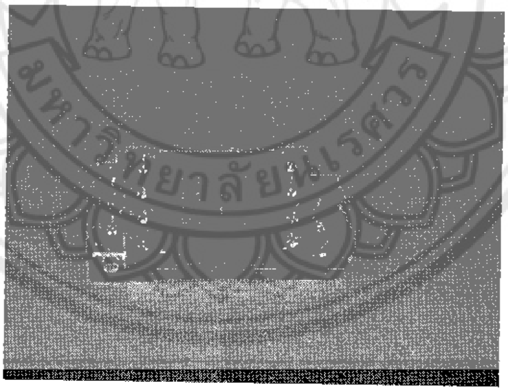
3.5.7 Floatless level Switch

Floatless Level Switch เป็นตัวควบคุมระดับของน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นโดยใช้แท่ง Electrode เป็นตัวตรวจจับระดับของของเหลวแล้วส่งสัญญาณให้ Float less level controller เพื่อควบคุมการทำงาน (เปิด-ปิด) ของ Pump ดังรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.16 Floatless Level Switch

3.5.8 Socket

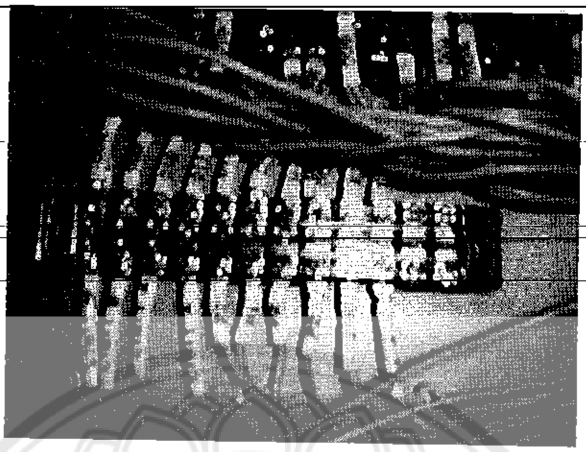
Socket เป็นตัวยึด Relay, Float less Switch และ Timer ภายในกล่องควบคุมดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 Socket

3.5.9 Terminal

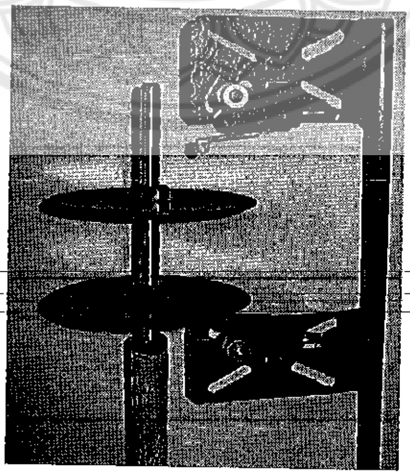
Terminal เป็นตัวเชื่อมต่อสาย โดยจะต่อสายไว้รอเพื่อที่จะต่อออกไปยังอุปกรณ์ต่างๆ นอกกล่องควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 Terminal

3.5.10 แท่งยึดลูกลอยกับ Limit Switch

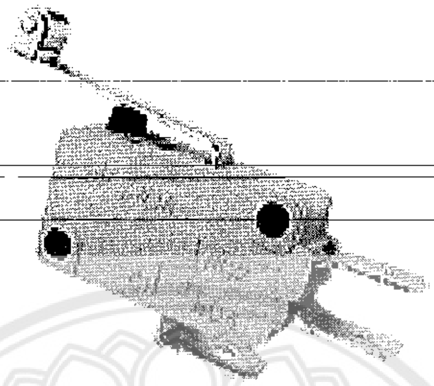
แท่งลูกลอยกับ Limit Switch จะทำการติดตั้งไว้ส่วนบนของถังผสมน้ำยาสเปรย์ (Mixing tank) มีลักษณะดังรูปที่ 3.19 โดยจะทำงานในลักษณะเลื่อนขึ้นเมื่อระดับน้ำในถังผสมเพิ่มขึ้น และเลื่อนลงเมื่อระดับน้ำในถังผสมลดระดับลง โดยเมื่อเลื่อนลงแตะลิมิตสวิตซ์ตัวล่างจะทำให้ปั๊ม P1 และ P2 ทำงาน ในช่วงที่ปั๊มทำงานแท่งลูกลอยก็จะเลื่อนขึ้นเพื่อไปแตะลิมิตสวิตซ์ตัวบนซึ่งทำหน้าที่ปิดปั๊ม P2หรือปั๊มที่ใช้ดูดน้ำประปาเข้าสู่ถังผสมน้ำยาสเปรย์



รูปที่ 3.19 แท่งยึดลูกลอยกับ Limit Switch

3.4.12 Limit Switch

Limit Switch เป็นอุปกรณ์ที่มีหลักการทำงานเหมือนสวิตซ์เปิด-ปิดที่ใช้กันทั่วไป ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ P1 และ P2 และใช้ควบคุมการแจ้งเตือนของระดับน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางในถังผสม



รูป 3.20 Limit Switch

บทที่4

ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

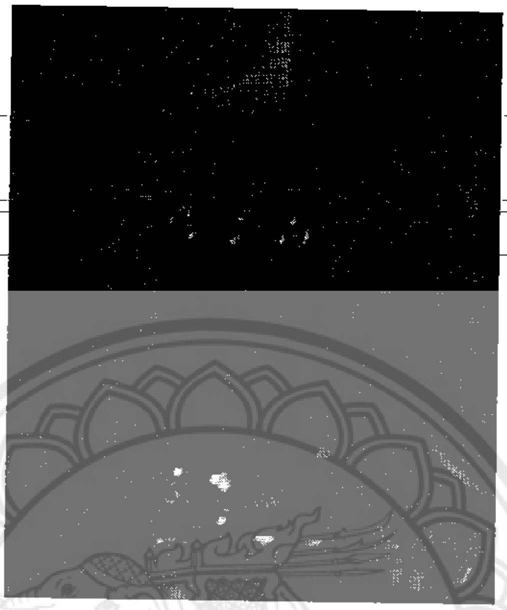
4.1 การทดลองระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์

4.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

1.ปรับตั้ง Timer T1, T2และT3 (เรียงจากซ้ายไปขวา) ตามที่ได้กำหนด โดยแบบจำลองนี้กำหนดให้ คือ T1 = 5 sec , T2 = 2.5 min , T3 = 25 secดังรูปที่ 4.1 และT1 จะเป็นจะเป็นไทม์เมอร์ที่ทำงานในส่วนของการเตือนเมื่อระดับน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นลดระดับต่ำกว่าแท่งอิเล็กโตรด (Low-Spray level) และ T2 จะเป็นจะเป็นไทม์เมอร์ที่ทำงานในส่วนของการเตือนเมื่อระดับน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางในถังผสมลดระดับลง (Upper-Limit time over) การตั้งเวลาในส่วนนี้จะเป็นเวลาที่แท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นหลังจากแตะ Limit switch ตัวล่าง (B) เพื่อไปแตะ Limit switch ตัวบน(A) และ T3 จะเป็นเวลาในส่วนของ ปั๊ม P2 หรือปั๊มที่ดูด น้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้น เข้าสู่ถังผสมน้ำยาสเปรย์

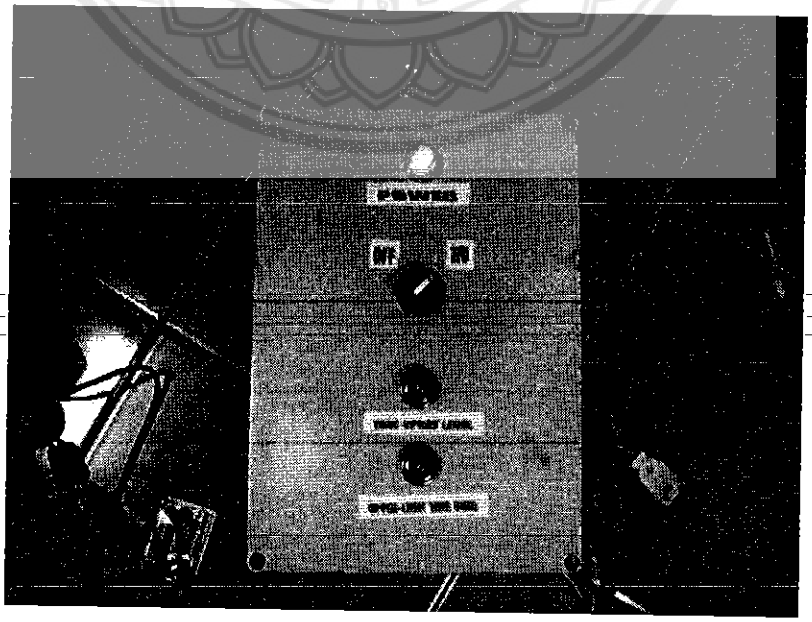
รูปที่4.1 การปรับ Timer

2. จ่ายไฟเข้าสู่กล่องควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ โดยผ่านเข้าทาง Breaker และเปิด Breaker ในสภาวะ ON ตามรูปที่ 4.2 และเบรกเกอร์จะทำหน้าที่ป้องกันอุปกรณ์ภายในกล่องควบคุมไม่ให้เสียหายเมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้นภายในกล่องควบคุม



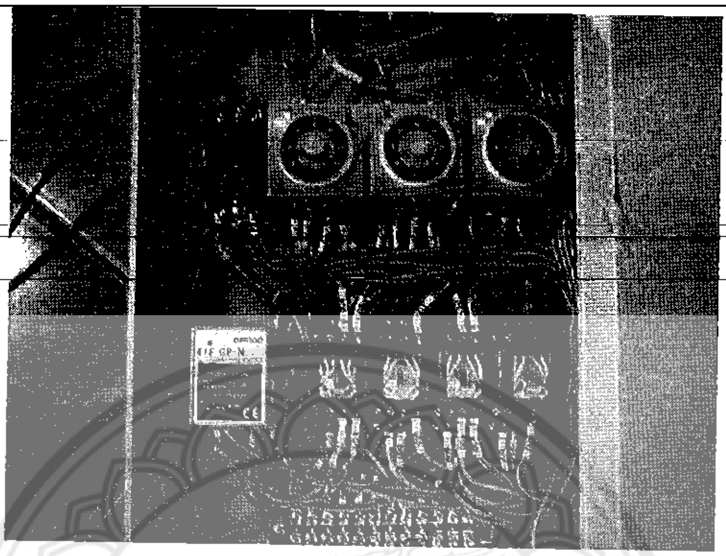
รูปที่4.2 การจ่ายไฟเข้าBreaker

3. เปิดสวิตซ์หน้ากล่อง Control ไปที่ ON โดยจะมีหลอดไฟ Power แสดงสถานะว่า OFF หรือ ON ถ้าไฟติดแสดงว่าระบบเริ่มทำงานแล้ว ดังรูปที่4.3



รูปที่ 4.3 เปิดสวิตซ์หน้ากล่อง Control

4.เมื่อเปิดสวิตซ์หน้ากล่องควบคุมแล้ว ตัว Timer, Relay และ Float less level switch ทำงานโดยจะแสดงไฟสีเขียวและแดงซึ่งเป็นไฟที่แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวดัง รูปที่ 4.4

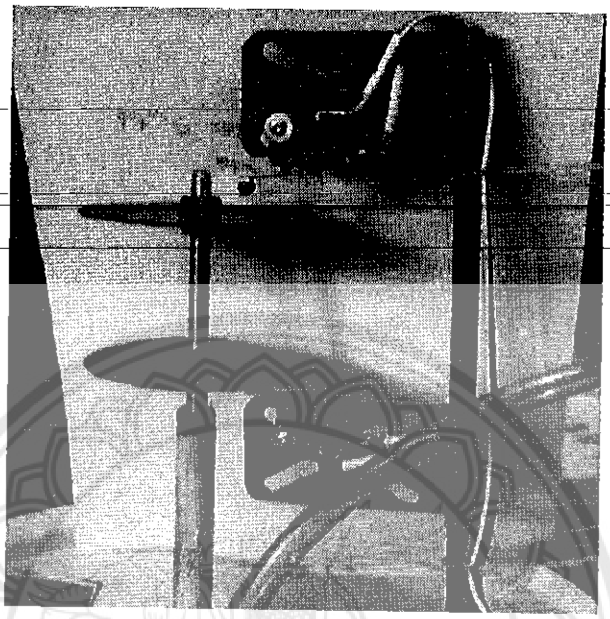


รูปที่4.4 อุปกรณ์ในกล่องเริ่มการทำงาน

5. เมื่อระบบในกล่องควบคุมทำงาน และแท่งลูกลอยแตะลิมิตสวิตซ์ตัวล่างปั๊ม P2 (ในถังด้านขวา) ดูดน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้น และปั๊ม P2 (ถังด้านซ้าย) ดูดน้ำประปาเข้าสู่ถังผสม (ถังกลาง) ดัง รูปที่ 4.5

รูปที่4.5 ปั๊ม P1 และ P2 ทำงาน

6. เมื่อปั๊ม P1 และ P2 ทำงาน แท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นหลังจากแตะ Limit switch ตัวล่าง (B) เพื่อเลื่อนขึ้นไปแตะ Limit switch ตัวบน (A) ดังรูปที่ 4.6



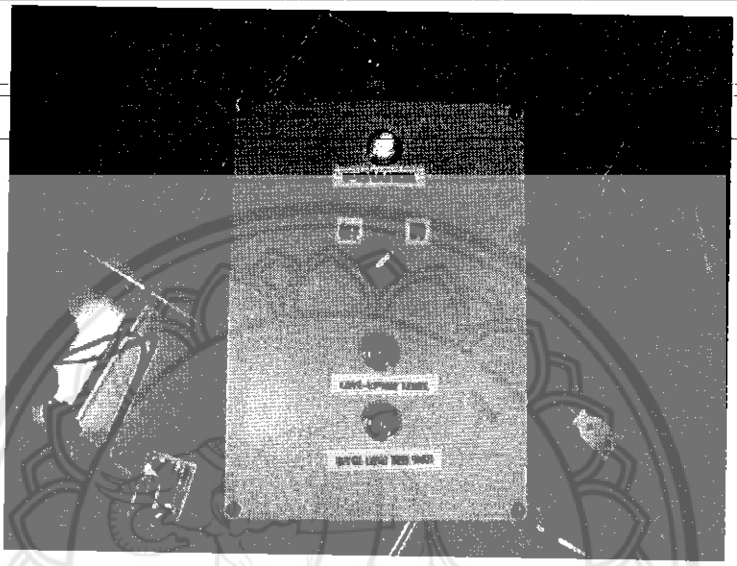
รูปที่4.6 แท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นหลังจากแตะ Limit switch ตัวล่าง

7. แท่งลูกลอยเลื่อนไปแตะ Limit switch ตัวบน (A) ทำให้ ปั๊ม P1 ในถัง Water จะหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 4.7

รูปที่4.7 แท่งลูกลอยแตะ Limit switch ตัวบน (A)

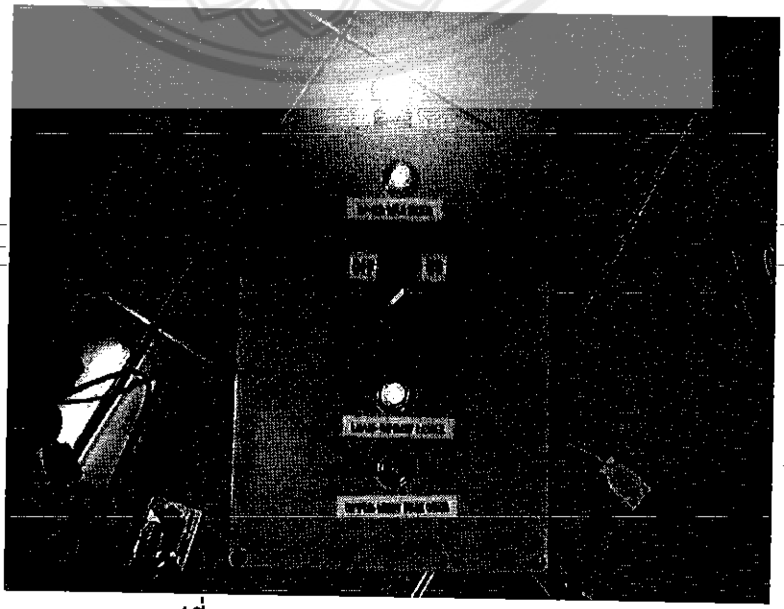
4.1.2 ผลที่ได้จากการทดลอง

1. จากการทดสอบ การตั้งเวลาไทม์เมอร์ T2= 2.5 นาที จะไม่ทำให้เกิดการแจ้งเตือนในส่วนของ Upper-Limit time over โดยไฟที่แสดงสถานะการเตือนไม่สว่าง จะได้ว่าช่วงเวลาที่แท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นใช้เวลาน้อยกว่าที่กำหนดไว้ แสดงว่าปั๊มที่ดูดน้ำประปาเข้าสู่ถังผสมไม่เกิดการผิดปกติ ดังรูปที่ 4.8



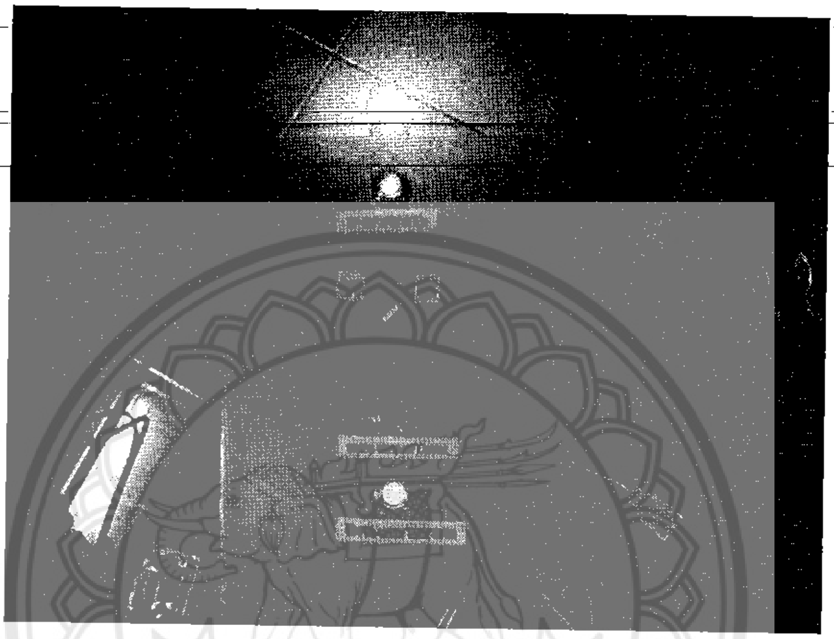
รูปที่4.8 ระบบไม่ Alarm

2. เมื่อระดับของน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นลดระดับลงต่ำกว่าแท่งอิเล็กโตรด จะเกิดการแจ้งเตือน (Low-Spray level) โดยหลอดไฟแสดงสถานะการเตือนในส่วนนี้จะสว่างขึ้นดังรูปที่ 4.9



รูปที่4.9 การ Alarm ในส่วนของ Low-Spray level

3.เมื่อแท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นโดยใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด หมายความว่าระดับของน้ำประปาที่เข้าสู่ถังผสมมีปริมาณน้อยกว่าที่กำหนดโดยอาจเป็นสาเหตุของปั๊ม P1 มีความผิดปกติ จะทำให้เกิดการเตือน (Upper-Limit time over) โดยหลอดไฟแสดงสถานะการเตือนในส่วนนี้สว่างขึ้น ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การAlarm ในส่วนของ Upper-Limit time over

บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบสรุปได้ว่า เมื่อระดับของน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นลดระดับต่ำกว่าแท่งอิเล็กโตรดจะเกิดการเตือน(Low-Spray level) และเมื่อแท่งลูกลอยเลื่อนขึ้นโดยใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด เนื่องจากสัดส่วนของน้ำประปาไม่คงที่หรือมีปริมาตรน้อยกว่าที่กำหนด ซึ่งอาจมีผลมาจากปั๊มที่ดูดน้ำประปาเกิดการผิดปกติก็จะเกิดการเตือน (Upper- Limit time over) เมื่อเกิดการเตือนทั้ง 2 ระบบนี้จะมีไฟแสดงสถานะการเตือนด้านหน้ากล่องควบคุมในแต่ละส่วนสว่างขึ้น โดยเมื่อนำน้ำยาสเปรย์ที่เจือจางไปใช้งานแล้วไม่ทำให้ชิ้นงานเสียหาย และช่วยลดเวลาในการซ่อมแซมระบบของถังผสมน้ำยาสเปรย์เมื่อเกิดการผิดปกติ

5.2 ปัญหา ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาเนื่องจากการต่อวงจรผิดพลาด ทำให้อุปกรณ์จึงต้องทำการซื้อใหม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น แก้ไขโดยทำการติดตั้งเบรกเกอร์เข้าไปในกล่องควบคุม

5.2.2 เนื่องจากปริมาตรของน้ำยาสเปรย์และน้ำประปาใช้ไทม์เมอร์เป็นตัวกำหนด จึงต้องมีการเทียบปริมาตรของน้ำยาสเปรย์ที่เข้มข้นกับเวลาที่จะตั้งในตัวไทม์เมอร์

5.2.3 เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้มีหลายรุ่น ควรที่จะทำการศึกษาหลักการทำงานของแต่ละรุ่นให้รอบคอบก่อนทำการจัดซื้อ

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

ระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆได้อีก เช่น การทำถังผสมสารเคมีที่ใช้ในทางเกษตร และการทำระบบประปาชุมชน เป็นต้น และระบบควบคุมส่วนผสมน้ำยาสเปรย์สามารถพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงได้อีกเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากกว่านี้โดยอาจจะเพิ่มระบบเตือนแรงดันเมื่อแรงดันต่ำกว่าที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

[1] OMRON. **หนังสือเสนอสินค้าของบริษัท.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท Omron Electronic Components Co., Ltd., 2547

[2] SHINOHAWA. **หนังสือเสนอสินค้าของบริษัท.**กรุงเทพมหานคร: บริษัท SHINOHAWA Co., Ltd., 2544

[3] INTERNATIONAL CASTING. **เอกสารงานซ่อมบำรุง ICC2.**ชลบุรี: บริษัท INTERNATIONAL CASTING CO., LTD

[4] Toshiba Machine. **Electric circuit and programmable controller instruction manual.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท Toshiba Machine Thailand Co., Ltd.

[5] สถาบัน Thai-German. **เอกสารประกอบการฝึกอบรม Electro-hydraulic Control Systems.** ชลบุรี: สถาบัน Thai-German Institute.

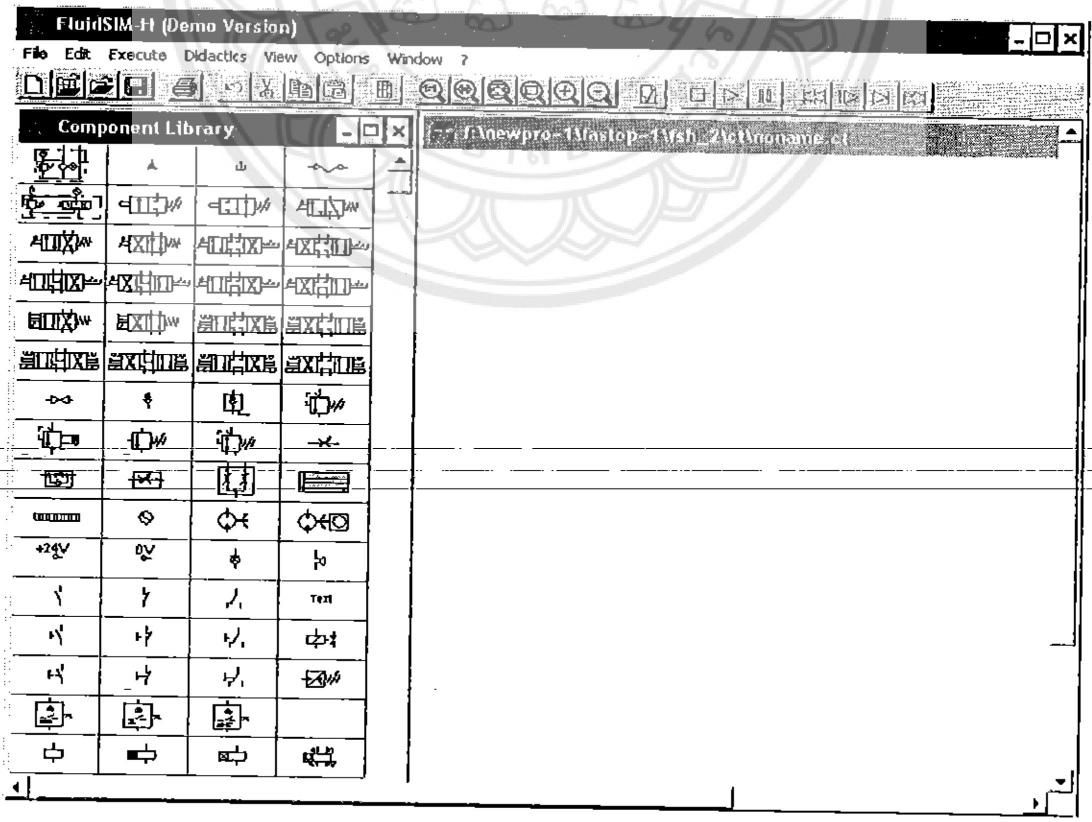
[6] http://www.google.co.th

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก

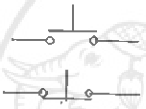
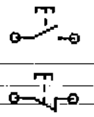
1.รูปของถัง MIXING TANK และระบบสัญญาณเตือนที่ใช้จริงในโรงงาน

2. โปรแกรมและสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนวงจร

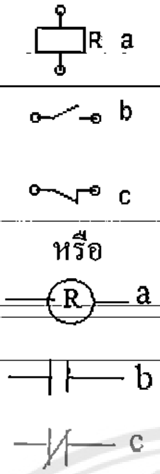
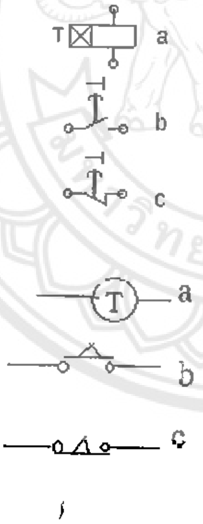
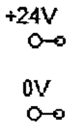


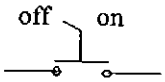
FASTO DIDACTIC

สัญลักษณ์ที่ใช้เขียนวงจร

ชื่อ	สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
Signal Lamp		Signal Lamp	หลอดไฟ เครื่องหมาย x หมายถึงสีของหลอด(w=สีขาว,G=สีเขียว,R=สีแดง)
Push Bottom Switch	a b หรือ  a b	ต่อแบบ a ต่อแบบ b	ต่อแบบ a เมื่อกดจะต่อวงจร และถ้าปล่อยจะไม่ต่อวงจร ต่อแบบ b เมื่อกดจะไม่ต่อวงจรถ้าปล่อยจะต่อวงจร จะใช้เมื่อต้องการให้เครื่องหยุดฉุกเฉิน
Limit Switch	a b หรือ  a b	ต่อแบบ a ต่อแบบ b	ต่อแบบ a ใช้การเคลื่อนที่ของเครื่องจักรหรือแท่งลูกลอยถ้ากดลงจะเป็นการต่อวงจร ถ้าไม่กดลงจะไม่ต่อวงจร ต่อแบบ b ต่อแบบ a ใช้การเคลื่อนที่ของเครื่องจักรหรือแท่งลูกลอยถ้ากดลงจะไม่ต่อวงจร ถ้าไม่กดจะเป็นการต่อวงจร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ	สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
Relay		a = Coil b= contact(NO) c = contact(NC)	- กรณีต่อแบบcontact b เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านจะตัดต่อวงจรด้วยสนามแม่เหล็กเมื่อ coil สร้างสนามแม่เหล็ก จะต่อวงจรของ contact b และถ้าไม่สร้างก็จะไม่ต่อวงจรให้ - กรณีต่อแบบcontact c เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านจะตัดต่อวงจรด้วยสนามแม่เหล็กเมื่อ coil สร้างสนามแม่เหล็ก จะไม่ต่อวงจรของ contact c และถ้าไม่สร้างก็จะต่อวงจรให้
Timer		a = Coil b= contact(NO) c = contact(NC)	- เป็นเครื่องตัดต่อวงจรไฟฟ้าตามเวลาที่ตั้งไว้และหลักการทำงานของ contact bและ contact cของ Timer จะทำงานคล้ายๆ การทำงานของ contactของ Relay แต่ในส่วนของ Timerจะมีการตั้งเวลาในการตัดต่องจร
Electrical Connection		24 v มีสถานะเป็น L 0 v มีสถานะเป็น N	แหล่งจ่ายไฟที่ใช้ในโปรแกรม FASTO
Buzzer			ออดไฟฟ้า แต่ในโครงงานนี้ใช้ สัญลักษณ์แทนปั๊ม P1,P2

ชื่อ	สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
Switch on- off			สวิตซ์ ลูกศรหรือสวิตซ์เปิด-ปิด

ตัวอย่างการเลือกซื้ออุปกรณ์ต่างๆ

1. ตัวอย่างการสั่งซื้อรีเลย์

จำเป็นต้องบอกขนาดแรงดันไฟฟ้า (Rated voltage) ต่อท้ายชื่อรุ่น เช่น

รุ่น	Rated Voltage (Coil)	Pole	Contact	Rated Load	Socket ชนิดติดตั้งบนราง
LY1N	240 VAC	1	SPDT	15 A	PTF08A-E
LY1N	110 VAC	1	SPDT	15 A	PTF08A-E
LY1N	24 VAC	1	SPDT	15 A	PTF08A-E
LY1N	24 VDC	1	SPDT	15 A	PTF08A-E
LY1N	12 VAC	1	SPDT	15 A	PTF08A-E
LY1N	12 VDC	1	SPDT	15 A	PTF08A-E
LY2N	240 VAC	2	DPDT	10 A	PTF08A-E
LY2N	110 VAC	2	DPDT	10 A	PTF08A-E
LY2N	24 VAC	2	DPDT	10 A	PTF08A-E
LY2N	24VDC	2	DPDT	10 A	PTF08A-E
LY2N	12 VAC	2	DPDT	10 A	PTF08A-E
LY2N	12 VDC	2	DPDT	10 A	PTF08A-E

<u>รหัสสั่งซื้อ</u> LY 1 N 240VAC

<u>รายละเอียด</u> LY รุ่นของรีเลย์

1 จำนวนหน้าสัมผัส

N มี Indicator

240 VAC ขนาดไฟป้อน

ตัวอย่างการสั่งซื้อ Solid-state Relay

รุ่น	แรงดันไฟป้อน	แรงดันไฟของโหลด	กระแสโหลดที่ทนได้สูงสุดโดยไม่ใช้ Heat Sink	กระแสโหลดที่ทนได้สูงสุดโดยใช้ Heat Sink
G3NA-205B	5-24 VDC	24-240 VAC	3 A	5 A
G3NA-205B	100-120 VAC	24-240 VAC	3 A	5 A
G3NA-205B	200-240 VAC	24-240 VAC	3 A	5 A
G3NA-210B	5-24 VDC	24-240 VAC	4 A	10 A
G3NA-210B	100-120 VAC	24-240 VAC	4 A	10 A
G3NA-210B	200-240 VAC	24-240 VAC	4 A	10 A
G3NA-D210B	5-24 VDC	5-200 VDC	4 A	10 A
G3NA-220B	5-24 VDC	24-240 VAC	4 A	20 A
G3NA-220B	200-240 VAC	24-240 VAC	4 A	20 A
G3NA-240B	5-24 VDC	24-240 VAC	6 A	40 A
G3NA-240B	200-240 VAC	24-240 VAC	6 A	40 A
G3NA-410B	5-24 VDC	200-480 VAC	4 A	10 A
G3NA-420B	5-24 VDC	200-480 VAC	4 A	20 A
G3NA-420B	100-120 VAC	200-480 VAC	4 A	20 A
G3NA-440B	5-24 VDC	200-480 VAC	6 A	40 A
G3NA-440B	100-120 VAC	200-480 VAC	6 A	40 A

<u>รหัสสั่งซื้อ</u> G3NA-205B 5-24 VDC

<u>รายละเอียด</u> G3NA-205B ชื่อรุ่น

5-24 VDC ขนาดไฟป้อน

2. ตัวอย่างการสั่งซื้อ Timer

<u>**รหัสสั่งซื้อ**</u>	H3CR-A 24 VDC	
<u>**รายละเอียด**</u>	H3CR-A	Timer รุ่น H3CR-A
	24 VDC	ขนาดไฟป้อน

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดของเอาท์พุท	ฝาครอบขั้วกันไฟช็อค
H5CL-A	100-240 VAC	Contact output	ไม่มี
H5CL-AD	12-24 VAC	Contact output	ไม่มี
H5CL-AS	100-240 VAC	Transistor output (Photo coupler)	ไม่มี
H5CL-ADS	12-24 VAC	Transistor output(Photo coupler)	ไม่มี
H5CL-AD-500	12-24 VAC	Contact output	มี

<u>**รหัสสั่งซื้อ**</u>	H5CL-ADS 100-240 VAC	
<u>**รายละเอียด**</u>	H5CL	ชื่อรุ่น
	A	เป็น A เสมอ
	D	ใช้ไฟ DC
	S	Transistor output
	100-240 VAC	ขนาดไฟป้อน

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดของเอาท์พุท	ไฟส่องสว่างพื้นหลัง	ความยาวของ Body
H5CR-L	100-240 VAC	Contact:SPDT	ไม่มี	78 mm
H5CR-L	24 VAC	Contact:SPDT	ไม่มี	78 mm
H5CR-L	12-24 VAC	Contact:SPDT	ไม่มี	78 mm
H5CR-B	100-240 VAC	Contact:SPDT	มี	100 mm
H5CR-B	24 VAC	Contact:SPDT	มี	100 mm
H5CR-S	12-24 VAC	Contact:SPDT	มี	64 mm
H5CR-LS	100-240 VAC	Solid-state: Open Collector	ไม่มี	78 mm
H5CR-LS	24 VAC	Solid-state: Open Collector	ไม่มี	78 mm
H5CR-LS	12-24 VAC	Solid-state: Open Collector	ไม่มี	78 mm
H5CR-BS	100-240 VAC	Solid-state: Open Collector	มี	100 mm
H5CR-BS	24 VAC	Solid-state: Open Collector	มี	100 mm
H5CR-BS	12-24 VAC	Solid-state: Open Collector	มี	64 mm

<u>รหัสสั่งซื้อ</u> H5CR-_ _-100-240 VAC

1, 2

<u>รายละเอียด</u> H5CR ชื่อรุ่น

1 ความยาวตัวเครื่อง (L: Basic, B: Standard, S: Shot body)

2 ชนิดของเอาท์พุท (ไม่มี: Relay output, S: Solid state output)

100-240 VAC ขนาดไฟป้อน

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดเอาท์พุท	ความยาวของ Body
H5BR-B	100-240 VAC	1 SPDT Contact และ 2 NPN Transistor	78 mm
H5BR-B	24 VAC	1 SPDT Contact และ 2 NPN Transistor	78 mm
H5BR-B	12-24 VAC	1 SPDT Contact และ 2 NPN Transistor	78 mm

<u>รหัสสั่งซื้อ</u> H5BR-B 100-240 VAC

<u>รายละเอียด</u> H5BR ชื่อรุ่น

B ประเภทมาตรฐาน

100-240 VAC ขนาดไฟป้อน

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดและคุณสมบัติหน้าสัมผัสของเอาท์พุท	จำนวนขา	โหมดการทำงาน
H3CR-A	100-240VAC/100-125VDC	DPDT,5Aat 250VAC	11	A,B,B2,C,D,E
	24-48VAC/12-48VDC	DPDT,5Aat 250VAC	11	A,B,B2,C,D,E
H3CR-A8	100-240VAC/100-125VDC	DPDT,5Aat 250VAC	8	A,B2,E
	24-48VAC/12-48VDC	DPDT,5Aat 250VAC	8	A,B2,E
H3CR-A8E	100-240VAC/100-125VDC	SPDT,5A at 250VAC	8	A,B2,E
	24-48VAC/12-48VDC	SPDT,5A at 50VAC	8	A,B2,E

รหัสสั่งซื้อ H3CR-A_ _ _ 100-240 VAC/100-125 VDC

1, 2, 3

รายละเอียด

H3CR-A	ชื่อรุ่น
1	จำนวนขาของไทม์เมอร์
2	ชนิดอินพุท(ไม่มี:No-voltageinput (ชนิดNPN))
3	ชนิดของเอาท์พุท (ไม่มี: Relay output (DPDT), E: Relay output (SPDT) with instantaneous)
100-240 VAC/100-125 VDC	ขนาดไฟป้อน

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดและคุณสมบัติหน้าสัมผัสของเอาท์พุท	จำนวนขา	ขอบเขตระยะในการตั้งเวลา
H3CR-F8	100-240VAC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	24VAC/DC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	12VDC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	48-125VDC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
H3CR-F8-300	100-240VAC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	24VAC/DC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	12VDC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	48-125VDC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
H3CR-F8N	100-240VAC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	24VAC/DC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	12VDC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
	48-125VDC	DPDT,5A/250VAC	8	0.05 s-30 hrs
H3CR-F8N-300	100-240VAC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	24VAC/DC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	12VDC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs
	48-125VDC	DPDT,5A/250VAC	8	1.2 s-300 hrs

<u>รหัสสั่งซื้อ</u> H3CR-_ _ _ 100-240 VAC

1, 2, 3

<u>รายละเอียด</u>

H3CR ชื่อรุ่น

1 ชนิดของไทม์เมอร์ (F: Twin timers)

2 โครงสร้าง (8: รุ่น 8 ขา)

3 โหมดการทำงาน (ไม่มี: Flicker OFF starting: Flicker ON start)

100-240 VAC ขนาดไฟป้อน

ชื่อ	ไฟป้อน	ชนิดและคุณสมบัติหน้าสัมผัสของเอาท์พุท	จำนวนขา	ขอบเขตระยะในการตั้งเวลา
H3CR-G8L	100-120VAC	SPST-NO(Star circuit) SPST-NO(Delta circuit) 5 A/250 VAC	8	SOT:0.5-120 s SDTT:0.05s,0.1 s,0.25s,0.5s
H3CR-G8L	200-240VAC	SPST-NO(Star circuit) 5 A/250 VAC SPST-NO(Delta circuit) 5 A/250 VAC	8	SOT:0.5-120 s SDTT:0.05s,0.1 s,0.25s,0.5s
H3CR-G8EL	100-120VAC	SPST-NO(Star circuit) 5 A/250 VAC SPST-NO(Delta circuit) 5 A/250 VAC	8	SOT:0.5-120 s SDTT:0.05s,0.1 s,0.25s,0.5s
H3CR-G8EL	200-240VAC	SPST-NO(Star circuit) SPST-NO(Delta circuit) 5 A/250 VAC	8	SOT:0.5-120 s SDTT:0.05s,0.1 s,0.25s,0.5s

รหัสสั่งซื้อ H3CR-_ _ _ _100-120 VAC

1,2,3,4

รายละเอียด

H3CR	ชื่อรุ่น
1	ชนิดของไทม์เมอร์ (G: Star-delta timer)
2	โครงสร้าง (8:รุ่น 8 ขา)
3	ชนิดของเอาท์พุท (ไม่มี: Star delta operation contact: Star-delta Operation contact+ Instantaneous contact)
4	ขนาด (L: รุ่นลำตัวยาว)
100-120 VAC	ขนาดไฟป้อน

ชื่อ	ไฟป้อน	Reset Input	ชนิดและคุณสมบัติหน้าสัมผัสของเอาท์พุท	จำนวนขา	ขอบเขตระยะการในการตั้งเวลา
H3CR-H8L	24VAC/DC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
	48VDC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
	100-125VDC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
	100-120VAC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
	200-240VAC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
H3CR-H8L	24VAC/DC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
	48VDC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
	100-125VDC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
	100-120VAC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
	220VAC	ไม่มี	DPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min
H3CR-H8RL	200-240VAC	มี	SPDT,5A at 250 VAC	8	0.05s-12s
H3CR-H8RL	200-240VAC	มี	SPDT,5A at 250 VAC	8	0.05min-12min

<u>รหัสสั่งซื้อ</u> H3CR-_ _ _ _24 VAC/DC M

1,2,3,4

<u>รายละเอียด</u>

H3CR	ชื่อรุ่น
1	ชนิดของไทม์เมอร์ (H: Power OFF-delay timer)
2	โครงสร้าง (ไม่มี: รุ่นขา 11, 8: รุ่น 8 ขา)
3	ขนาดของเอาท์พุท (ไม่มี: ไม่มีอินพุท Reset, R: มีอินพุทReset)
4	ขนาด (L: รุ่นลำตัวยาว)
24 VAC/DC	ขนาดไฟป้อน
M	หน่วยของเวลา (Timer unit code)

<u>รหัสสั่งซื้อ</u> H3Y-_ 200-230 VAC 0.5 S

1

<u>รายละเอียด</u>

H3Y	ชื่อรุ่น
1	ชนิดของเอาท์พุท (2: DPDT, 4: 4PDT)
200-230 VAC	ขนาดไฟป้อน
0.5 S	พิกัดเวลา 0.5 วินาที

รหัสสั่งซื้อ H3CA-_ 200/220/240 VAC

1

รายละเอียด

H3CA	ชื่อรุ่น
1	ดูรายละเอียดจากตารางด้านบน
200/220/240 VAC	ขนาดไฟป้อน

รหัสสั่งซื้อ H3G-8C 24 VAC 1S

รายละเอียด

H3G-8C	ชื่อรุ่น
24 VAC	ขนาดไฟป้อน
1S	พิกัดเวลา 1 วินาที

รหัสสั่งซื้อ H3M 24 VDC A

รายละเอียด

H3M	ชื่อรุ่น
24 VDC	ขนาดไฟป้อน
A	ช่วงการตั้งเวลา

รหัสสั่งซื้อ H2A-H 220 VAC 60 min

รายละเอียด

H2A-H	ชื่อรุ่น
220 VAC	ขนาดไฟป้อน
60 min	พิกัดเวลา 60 นาที

รหัสสั่งซื้อ H5S-_ 100-240 VDC

1

รายละเอียด

H5S	ชื่อรุ่น
1	การติดตั้ง (B: Flush, FB: Surface/Tract)
100-240 VDC	ขนาดไฟป้อน

รหัสสั่งซื้อ H2E 220 VAC

รายละเอียด

H2E	ชื่อรุ่น
220 VAC	ขนาดไฟป้อน

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายนิรุตติ์ ไชยวิชู

วัน/เดือน/ปีเกิด 25 มีนาคม 2527

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 158 หมู่ที่ 7 ต.วรนคร อ. ปัว จ. น่าน 55120

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนปัว
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: harry_ee46@hotmail.com

ชื่อ นางสาวเจนจิรา ราชแสง

วัน/เดือน/ปีเกิด 6 มิถุนายน 2527

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 187/3 ต. ฝายแก้ว อ. ภูเพียง จ.น่าน 55000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีศรีน่าน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Jane_EE46@hotmail.com