รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ระบบซอฟสตาร์ท มอเตอร์

Soft Start Motor System

โดย

นายนครินทร์	ผางเมือง	6104200010
Miss Soysuda	MANIVONG	6204200016

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษา 3 ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงงาน ระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์

Soft Start Motor System

รายชื่อผู้จัดทำ นายนทรินทร์ ผางเมือง รหัสนักศึกษา 6104200010

Miss Soysuda MANIVONG รหัสนักศึกษา 6204200016

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. ยงยุทธ นารายณ์

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2563

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. ยงยุทธ นารายณ์)

..... พนักงานที่ปรึกษา

(นายกฤตภาส ยิ้มวัฒนอุลย์)

..... กรรมการกลาง

(ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผศ. ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด ตั้งแต่วันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2564 ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและการปฏิบัติงานในอนาคต เกี่ยวกับการปฏิบัติงานใน ตำแหน่ง วิศวกรฝึกหัด ณ บริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด ได้เรียนรู้งาน และปัญหาที่พบในการทำงานในแผนกต่างๆ จึง ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1.) นายกฤตภาส ยิ้มวัฒนอดุลย์ (กรรมการผู้จัดการ)

2.) นายนที พรมมิน (หัวหน้าวิศวกรไฟฟ้า)

3.) นางสาวแววยุพา นาคแสน (ธุรการบัญชี/การเงิน/บุคคล)

4.) ผศ. ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์ (อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา)

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

นายนครินทร์ ผางเมือง

Miss Soysuda MANIVONG

5 กันยายน 2564

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ศ. ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์

ตามที่คณะผู้จัดทำ นายนครินทร์ ผางเมือง และ Miss Soysuda MANIVONG นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2564 ในตำแหน่ง วิศวกรฝึกหัด ณ บริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง ระบบซอฟสตาร์ท มอเตอร์ (Soft Start Motor System) บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว คณะผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นายนครินทร์ ผางเมือง

Miss Soysuda MANIVONG

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

หัวข้อโครงงาน	ระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์
หน่วยกิต	5 หน่วยกิต
โดย	นายนครินทร์ ผางเมือง รหัสนักศึกษา 6104200010
	Miss Soysuda MANIVONG รหัสนักศึกษา 6204200016
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	3 / 2563

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้ นำเสนอระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์ ซึ่งออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม ร่วมกับบริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด ในระหว่างวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นระบบที่น่าศึกษาในเชิงลึก จึงได้นำรายละเอียดมานำเสนอในรายงานสหกิจศึกษานี้ โดยที่ ระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์ ใช้งานตั้งแต่ ระบบไฟฟ้า Low volt , Medium volt และ High volt โดยใช้งานตามความต้องการของผู้บริโภค ซอฟสตาร์ท เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้กับการสตาร์ทของมอเตอร์ เพื่อลดการกระชากของกระแสไฟฟ้าในช่วงของการสตาร์ทของมอเตอร์ และได้รับมอบหมายเป็นผู้ช่วยวิศวกรตรวจสอบระบบการควบคุมมอเตอร์แบบซอฟสตาร์ท และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความเสียหายของระบบ พร้อมทั้งหาวิธีแก้ปัญหา และจัดเป็นรูปเหล่มรายงานเพื่อส่งให้บริษัท

คำสำคัญ : สตาร์ทมอเตอร์ / ระบบซอฟสตาร์ท / ระบบทำงานผิดปกติ

Project Title:	Soft Start Motor System
Credits:	5 Units
By:	Mr. Nakarin Pangmueng 6104200010
	Miss Soysuda MANIVONG 6204200016
Advisor:	Asst. Prof. Dr. Yongyuth Naras
Degree:	Bachelor of Engineering
Major:	Electrical Engineering
Faculty:	Engineering
Semester / Academic year:	3 / 2020

Abstract

This cooperative education project presented a soft start motor system issued during the cooperative education practice of the electrical engineering, Siam University with CTA Co., Ltd. in an effort from 24 May 2021 to 03 September 2021. It was a system that should be studied deeply. and the details were presented in this cooperative study report. The soft start motor system, can be used from low, medium and high voltages electrical systems. According to the requirements of consumers, soft starters were devices that were used to start induction motors to reduce current surges during motor starting. As an assistant engineer the duty was as to inspect the soft start motor control system and access the data to be analyzed for system damage, along with finding solutions and arrange them in the form of a report to be sent to the company.

Keywords: Starting Motors/ Soft Starter Motor Systems/ Current Surges

Approved by

.....

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ ก

จดหมายนำส่งรายงาน ข

บทคัดย่อ ค

Abstract ง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานสหกิจศึกษา 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์ 3

2.2 หลักการทำงานของซอฟสตาร์ท 4

2.3 อุปกรณ์ของระบบซอฟสตาร์ท 6

2.4 เอสซีอาร์ SCR (Silicon-controlled Rectifier) 8

2.4.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอสซีอาร์ 8

2.4.2 การทำงานของเอสซีอาร์ 9

สารบัญ (ต่อ)

2.5 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) 11

2.5.1 การเลือกใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 13

2.5.2 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ใช้กับงานประเภทใดบ้าง 14

2.5.3 ตัวอย่างการต่อแมกเนติกคอนแทคเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 14

2.6 หลักการป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าของ Protection Relay 16

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 21

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร 21

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน 22

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย 23

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 23

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 23

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน 24

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 วางแผนการดำเนินงาน 26

4.2 การออกแบบตู้ 27

สารบัญ (ต่อ)

4.2.1 กระแสมอเตอร์ 27

4.2.2 คำนวณขนาดสายไฟฟ้าและรางเคเบิล 28

4.2.3 คำนวณรางเคเบิล สำหรับมอเตอร์ 4 วงจร 29

4.2.4 คำนวณเลือกอุปกรณ์ Soft Starter 29

4.2.5 การเลือกใช้งานหม้อแปลงกระแส (CT) 29

4.2.6 การเลือกใช้งานอุปกรณ์ VCB 30

4.2.7 คำนวณหาขนาดหม้อแปลง 31

4.2.8 การเลือกอุปกรณ์ Surge Arrester 32

4.2.9 คำนวณขนาดสายไฟฟ้าและท่อฝังดินด้าน Output TR 32

4.2.10 การคำนวณท่อ 33

4.2.11 การเลือกใช้อุปกรณ์ Load Break Switch 34

4.3 การเขียนแบบ 34

4.4 การติดตั้ง 35

4.5 การตรวจสอบ 36

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของการดำเนินงาน 39

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม 39

สารบัญ (ต่อ)

5.3 ข้อดีการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา 39

5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน 40

5.5 ข้อเสนอแนะ 40

บรรณานุกรม 41

ภาคผนวก 42

ประวัติผู้จัดทำ 56

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ฟังก์ชันของรุ่น AC Voltage Monitoring (RPN-1VFT-A400) 17

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลของรีเรย์ 19

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนแผนปฏิบัติงาน 24

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ 25

ตารางที่ 4.1 แผนการทำงาน 26

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 วงจร Diagram ของ Soft Start Motor 3

รูปที่ 2.2 การไหลของแรงดันผ่าน SCR 4

รูปที่ 2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน และ เวลา 4

รูปที่ 2.4 กราฟขนาดกระแสขณะเริ่มสตาร์ทมอเตอร์ 5

รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ของ Soft Start Motor 7

รูปที่ 2.6 โครงสร้างของเอสซีอาร์ (SCR) 8

รูปที่ 2.7 วงจรของ SCR ในแบบโมเดลที่ใช้ทรานซิสเตอร์ 9

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการต่อสวิตช์เพื่อหยุดการทำงานของ SCR 10

รูปที่ 2.9 กราฟคุณสมบัติของ SCR (Characteristic) 10

รูปที่ 2.10 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ขนาดต่างๆ 12

รูปที่ 2.11 โครงสร้างของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 12

รูปที่ 2.12 การต่อแมกเนติกคอนแทคเตอร์แบบตรง 15

รูปที่ 2.13 การต่อแมกเนติกคอนแทคเตอร์เดลต้า 15

รูปที่ 2.14 ตัวอย่าง Timing Diagram (RPN-1VFT-A400) 17

รูปที่ 2.15 Features (RPN-1VFT-A400) 18

รูปที่ 2.16 ตัวอย่างขาเชื่อมต่อของขารีเรย์ 20

รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ 21

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างของโปรแกรม 34

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 4.2 ทำการออกแบบ และ จัดวางอุปกรณ์ 35

รูปที่ 4.3 การติดตั้งตู้ให้ลูกค้าเสร็จสมบูรณ์ 35

รูปที่ 4.4 การตรวจสอบ Breaker 36

รูปที่ 4.5 การตรวจสอบ Terminal 36

รูปที่ 4.6 การทำความสะอาดอุปกรณ์ในตู้ 37

รูปที่ 4.7 การทำความสะอาดอุปกรณ์ฝาตู้ 37

รูปที่ 4.8 การตรวจสอบอุปกรณ์รีเรย์ 37

รูปที่ 4.9 การตรวจสอบสาย 37

รูปที่ 4.10 การตรวจสอบอุปกรณ์ชุดควบคุม 38

ภาคผนวก

รูปที่ 1 รูปบริษัท ซีที่เอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด 43

รูปที่ 2 การนิเทศของอาจารย์ 43

รูปที่ 3 ตู้ MCB 3,300 kW 45

รูปที่ 4 ตู้ MCB 1,100 kW 45

รูปที่ 5 SCR 3 Phase 46

รูปที่ 6 การวัดมอเตอร์ 46

รูปที่ 7 การวัด Capacitor Bank 47

รูปที่ 8 Capacitor Bank 47

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 9 Bus Bar 48

รูปที่ 10 การขันน็อต Bus Bar 48

รูปที่ 11 Circuit Beaker 49

รูปที่ 12 หน้าจอ Display ของอุณหภูมิ 49

รูปที่ 13 หน้าจอ Display ของซอฟสตาร์ท 50

รูปที่ 14 หน้าจอ Protection 50

รูปที่ 15 A Meter และ V Meter 51

รูปที่ 16 การต่อ Relay 51

รูปที่ 17 คณะกรรมการ และ นักศึกษา 53

รูปที่ 18 นักศึกษานำเสนอสหกิจศึกษา 53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์ ซึ่งได้ทำการศึกษาและทำงานจริงขณะออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม ร่วมกับบริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด ซึ่งเป็นระบบที่น่าศึกษาในเชิงลึก จึงได้นำรายละเอียดมานำเสนอในรายงานสหกิจศึกษานี้โดยที่ ระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์ ใช้งานตั้งแต่ ระบบไฟฟ้า Low volt , Medium volt และ High volt โดยใช้งานตามความต้องการของผู้บริโภค ซอฟสตาร์ท เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้กับการสตาร์ทของมอเตอร์ เพื่อลดการกระชากของกระแสไฟฟ้าในช่วงของการสตาร์ทของมอเตอร์

หากกล่าวถึงการสตาร์ทมอเตอร์ด้วย Soft start นั้นถือว่ายังไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันมาในเมืองไทย ซึ่งต่างกับต่างประเทศที่ได้รับความนิยมอย่างมาก การสตาร์ทด้วยซอฟสตาร์ทเตอร์นั้นถือว่าดีกว่าการการสตาร์ทแบบ สตาร์-เดลต้า และ DOL แต่เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการติดตั้งนั้นสูงกว่าแบบสตาร์-เดลต้าและ DOL แต่หากมองในระยะยาวแล้วอาจจะคุ้มกว่า เนื่องด้วยสามารถลดการสึกกล่อนของอุปกรณ์แมคคานิคเพิ่มอายุการใช้งานและในบางงานที่มอเตอร์ขนาดใหญ่และต้องใช้แมคเนติกขนาดใหญ่ราคาอาจจะแพงกว่าก็เป็นไปได้

ถ้ากล่าวถึง VFD, VSD หรือ Inverter อาจจะเป็นที่รู้จักมากกว่า Soft Start และเป็นที่นิยมกว่าในเมืองไทย ซึ่งสิ่งที่หลายท่านเข้าใจว่าทำไมต้องใช้ Soft Start ด้วย ในเมื่อ VFD ก็ทำซอฟสตาร์ทได้แถมยังช่วยในเรื่องของการประหยัดพลังงานอีก เพิ่มค่าใช้จ่ายมาอีกหน่อยก็ได้แล้ว แต่อยากจะบอกว่าการที่จะประหยัดพลังงานได้นั้นมอเตอร์ต้องมีขนาดใหญ่กว่าโหลดหรือมอเตอร์ไม่ได้ใช้ความเร็วเต็มพิกัดตลอดเวลาหรือมีการปรับความเร็วอยู่บ่อยๆ แต่ถ้าโหลดไม่ได้เป็นอย่างที่กล่าวมาข้างต้น การประหยัดพลังงานก็ไม่ได้เป็นผลแถมยังมีสัญญาณรบกวนฮาร์โมนิกในระบบไฟฟ้าอีกด้วย VFD จะเหมาะกับงานที่ต้องการปรับความเร็วรอบมอเตอร์, การกลับทิศทางการหมุน และประหยัดพลังงาน (มอเตอร์ใหญ่กว่าโหลด) แต่ถ้างานไม่ได้เป็นอย่างที่กล่าวมาข้างต้น แนะนำให้ใช้ Soft Startดีกว่าในการใช้งานในระยะยาวเพื่อประหยัดต้นทุนในกรผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานสหกิจ

(1) เพื่อศึกษาวิธีการสตาร์ทมอเตอร์

(2) เพื่อศึกษาระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์

(3) เพื่อนำทฤษฎีที่ได้ศึกษาจากห้องเรียน นำมาปรับใช้ให้เหมาะกับงาน

(4) เพื่อศึกษา และเรียนรู้กับการปฏิบัติงานจริง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม ร่วมกับบริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด ในระหว่างวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2564 โดยได้รับมอบหมายเป็นผู้ช่วยวิศวกรตรวจสอบระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาในกรณีที่ระบบเกิดความขัดข้องและจัดเป็นรูปเล่มรายงานเพื่อส่งให้บริษัท พร้อมทั้งศึกษาการทำงานและติดตั้งระบบซอฟสตาร์ท

1.3 **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

(1) สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ทำให้เกิดความเสียหายในระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์

(2) สามารถแนะนำแก้ไขปัญหาในระบบควบคุมมอเตอร์ในเบื้องต้นได้

(3) สามารถจัดทำรูปเล่มสรุปปัญหาให้กับบริษัท

(4) ได้รับความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบระบบควบคุมมอเตอร์

(5) ได้รับความรู้เกี่ยวกับการทำงานของตัวซอฟสตาร์ทได้เป็นอย่างดี

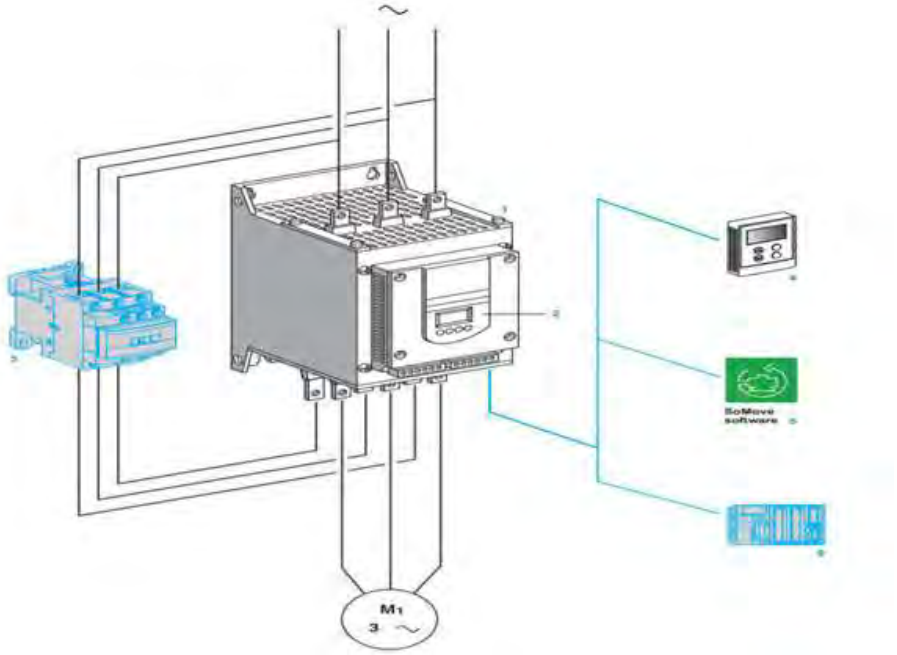
(6) ได้รู้วิธีการแก้ไขปัญหาที่พบเจอจากตัวอุปกรณ์ทำงานผิดปกติ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์

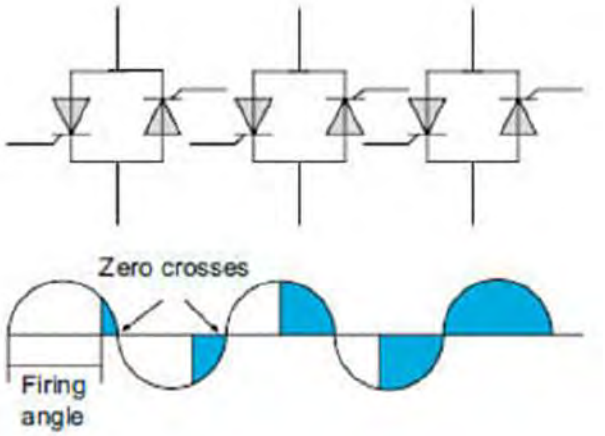
ซอฟสตาร์ทมอเตอร์ (Soft Start Motor) เป็นวงจร เอซี ทู เอซี คอนเวอร์เตอร์ 3 เฟส โดยมีอุปกรณ์สวิตช์เป็น ประเภทโซลิตสเตท เช่น Silicon Control Rectifier (SCR) หรือ Thyristors เป็นต้น ที่ออกแบบมาใช้กับการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อช่วยลดการกระชากของกระแสไฟฟ้าและทำให้แรงดันไฟฟ้าตกในช่วงของการสตาร์ทของมอเตอร์ซึ่งกินกระแสมาก ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ตัวมอเตอร์ Induction Motor และกลไกขับเคลื่อนต่างๆ (Mechanic) เช่น เฟือง สายพาน ลูกรอก เสื่อมสภาพเร็วกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นการใช้อุปกรณ์ซอฟสตาร์ทมอเตอร์ จึงสามารถช่วยให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ต้นกำลังต่างๆ มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น และยังส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ในการเลือกใช้งานตัว Soft-Start Motor จำเป็นต้องดูขนาดของมอเตอร์ ประเภทของโหลด รวมถึงรูปแบบการทำงานว่าต้องการให้ทำงานในช่วงมอเตอร์เริ่มหมุน Soft-Start Motor หรือช่วงมอเตอร์เริ่มหยุดหมุน Soft-Stop Motor หรือทั้งคู่



รูปที่ 2.1 วงจร Diagarm ของ Soft Start Motor

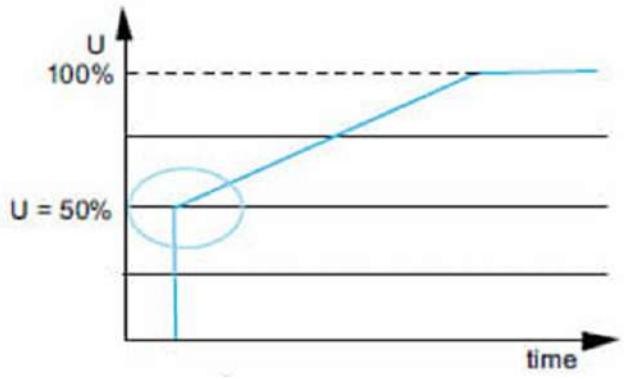
2.2 หลักการทำงานของซอฟสตาร์ท

สำหรับซอฟต์สตาร์ทนั้นจะเริ่มทำงาน โดยการส่งสัญญาณจุดชนวน Firing signal ทั้ง 3 เฟส ไปยังขาเกท SCR จำนวน 6 ตัว ต่อแบบกลับหัว (Back to Back เพื่อต้องการให้กระแสไหลได้ทั้งสองทาง ทังไป และ กลับ เพื่อปรับลดมุมจุดชนวนโดยอัตโนมัติจาก 180องศา ไปหา 0 องศา เพื่อปรับเพิ่มแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์จาก 0 โวลท์ ไปหาค่าแรงดันสูงสุด



รูปที่ 2.1รูปการไหลของแรงดันผ่าน SCR

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตั้งแรงดันเริ่มต้นซึงอาจจะไม่เริ่มต้นจาก 0 โวลท์ ก็ได้ เพราะฉะนั้นมุมจุดชนวนเริ่มต้นก็อาจไม่ใช่ 180 องศา ก็ได้ ขึ้นอยู่กับเราตั้งค่าไว้ดั่งรูปกราฟข้างล่าง แรงดันจะเริ่มสตาร์ทที่ 50 เปอร์เซ็นของแรงดันทั้งหมด

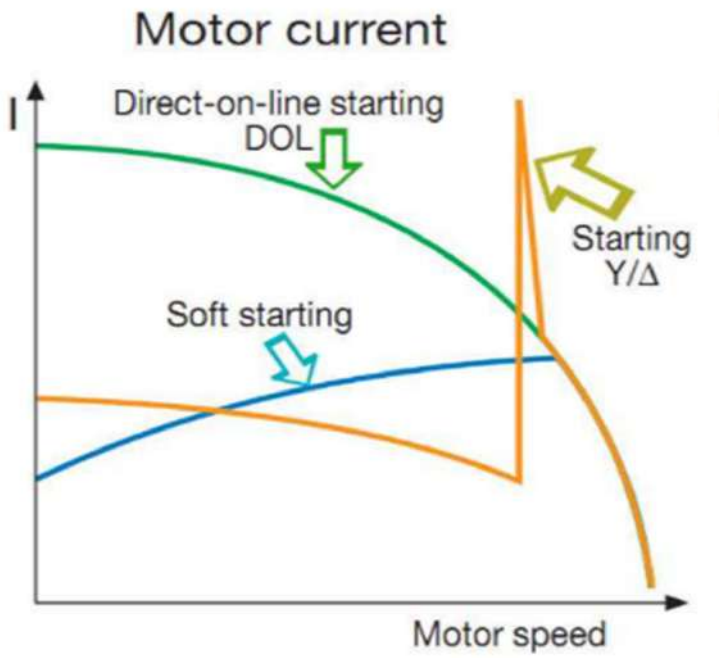


รูปที่ 2.3กราฟความสำพันธ์ระหว่างแรงดัน และ เวลา

ข้อดี และ ข้อเสียของซอฟสตาร์ท

ข้อดี

- ลดกระแสกระชากขณะสตาร์ทได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์แมคคานิคที่ต่อพ่วง
- ลดปัญหาการเกิด Water Hammer ด้วยซอฟสต็อป
- มี Protection ในตัวและง่ายในการต่อใช้งาน
- ไม่มีสัญญาณรบกวนฮาร์มอนิกเหมือนกับ VFD
- ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงถ้าเทียบกับการสตาร์ทแบบ start-deltaและ DOL



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงขนาดกระแสขณะเริ่มสตาร์ทมอเตอร์

ข้อเสีย

- ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการปรับแรงบิดและความเร็วรอบ
- ราคาแพงกว่าถ้าเทียบกับการสตาร์ทแบบ Star-Delta และ DOL

2.3 อุปกรณ์ของระบบซอฟสตาร์ท

1. Main Board เมนบอร์ด (Mainboard) หรือที่ในต่างประเทศนิยมเรียกกันว่า มาเธอร์บอร์ด (Motherboard) นั้น มันเป็นแผงวงจรหลัก หรือ แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลัก (Main PCB หรือ Main Print Circuit Board) ที่รวมเอาส่วนประกอบสำคัญต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์เอาไว้ด้วยกันบนแผงวงจรนี้ นอกจากนี้แล้ว Mainboard เอง ก็ยังเป็นตัวกลางเชื่อมโยง สิ่งต่าง ๆ ที่จะเข้ามาเชื่อมต่อกับมัน ไม่ว่าจะเป็น หน่วยประมวลผลกลาง (CPU), หน่วยความจำหลัก (RAM), หน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU) หรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลอย่างฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Hard Disk Drive) หรือแม้แต่ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบ SSD (Solid-State Drive) และ พอร์ตเชื่อมต่อ USB ซึ่งทั้งหมดนี้ อาจจะเชื่อมต่อกันในรูปแบบของ การ์ดที่มาเสียบกับตัว Mainboard เองโดยตรง หรือเชื่อมโดยใช้สายเคเบิ้ล ที่มาเสียบกับ Mainboard ในรูปแบบของพอร์ตเชื่อมต่อต่าง ๆ

2. Communication Board เป็นบอร์ดที่ใช้ในการสื่อสารหรือถ่ายส่งข้อมูลระหว่างเมนบอร์ด และ หน้าจอแสดงผล

3. Power Supply Board เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงเพื่อจ่าย ให้กับอุปกรณ์อื่น

4. Control Transformer เป็นอุปกรณ์ควบคุมหม้อแปลงแรงดันที่จ่ายให้ก่อนเข้าบอร์ดต่างๆ

5. Micro Controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวชิปเดียวกัน

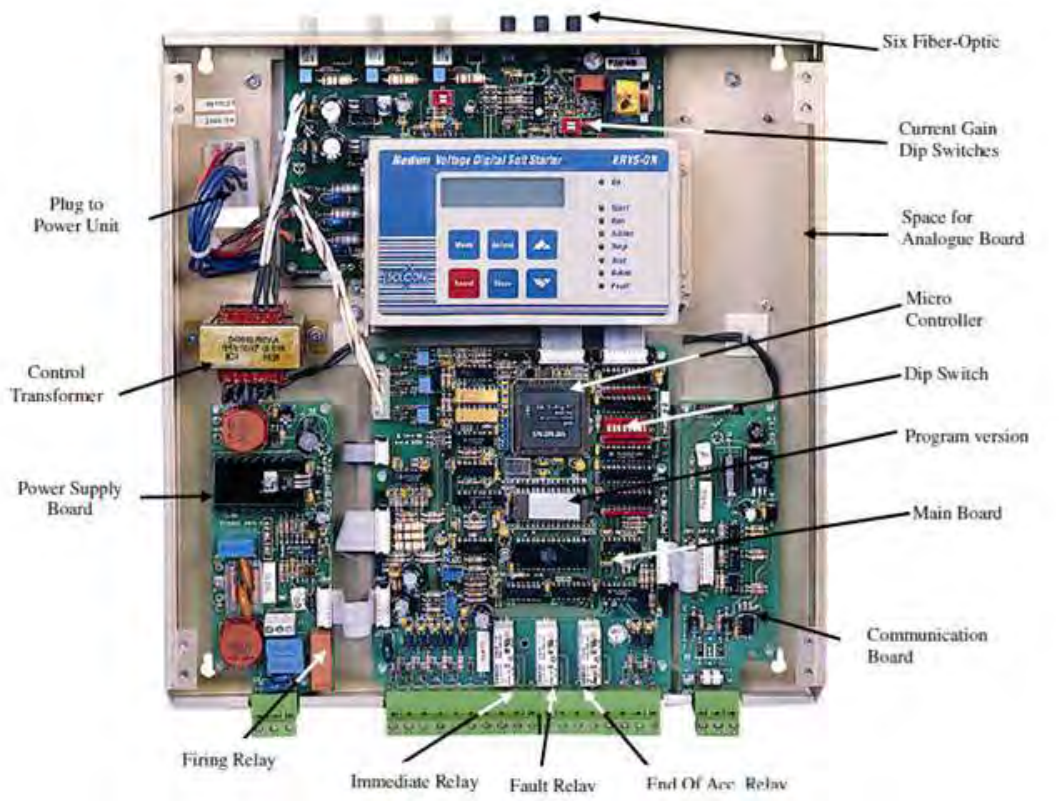
6. Relay เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในวงจรควบคุมอัตโนมัติ ใช้ในการเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้าทำให้วงจรไฟฟ้าทำงาน รีเลย์มีส่วนประกอบสำคัญคือ ขดลวด และส่วนของหน้าสัมผัสทำหน้าที่คล้ายสวิตช์

7. Plug to power Unit เป็นอุปกรณ์เสริมที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟ ในที่นี้จะเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าไปสู่บอร์ดเพื่อส่งไปยังอุปกรณ์ต่างๆ

8. Dip Switch เป็นสวิตช์ขนาดเล็กใช้งานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นในรูปชิพ (Chip) ที่มีขนาดเล็กๆ หรือใช้งานกับไอซี (IC = Integrated Circuit) ลักษณะสวิตช์สามารถตัดหรือต่อวงจรได้ การควบคุมตัดต่อสวิตช์แบบดิพจะต้องใช้ปลายมปากกาหรือปลายดินสอในการปรับเลื่อนสวิตช์ สวิตช์แบบดิพมักถูกติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board) ใช้กับกระแสไม่เกิน 30mA ที่แรงดัน 30VD

9. Current Dip Gain Switch เป็นสวิตช์ปรับสายสัญญานที่มีไว้ใช้หรือต่อวงจรด้วยสัญญาณที่สั่งการจากภายนอก

10. Six Fiber Optic คือสายนำสัญญาณข้อมูลชนิดหนึ่งที่สามารถเดินสายได้ไกลหลายกิโลเมตรและรองรับความเร็วสูง(Bandwidth สูง) โดยมีค่าสูญเสียของสัญญาณที่ต่ำมาก(ค่า loss)เมื่อเทียบกับนำสายสัญญาณแบบอื่นๆ



รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ของ Soft Start Motor

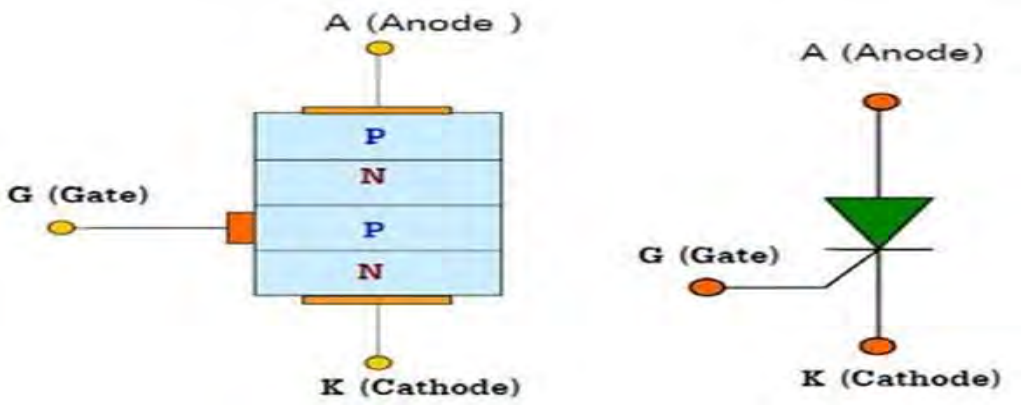
2.4 เอสซีอาร์ SCR (Silicon-controlled Rectifier)

SCR คืออุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์สารกึ่งตัวนำ ชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของไทริสเตอร์ (Thyristors) ซึ่งเป็นที่มีชั้นของสารกึ่งตัวนำ 4 ชั้นขึ้นไป เช่น ชอคเลย์ไดโอด (Shockley Diode), เอส.ซี.อาร์ (Silicon-controlled Rectifier : SCR) ,เอส.ซี.เอส (Silicon - controlled Switch : SCS)รวมทั้งไทรแอก(Triac) , ไดแอก(Diac) , ยูเจที (Unijunction Transistor) และ พัท (Programmable Unijunction Transistor : PUT)

ไทริสเตอร์นิยมนำ ไปใช้งานควบคุมกำลังไฟฟ้า เช่น ควบคุมแสงสว่างของหลอดไฟฟ้า ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ฯลฯ อุปกรณ์เหล่านี้ถูกนำ ไปใช้ประโยชน์สำ หรับการทำ สวิตชิ่งซ์ ,การควบคุมเฟสของไฟกระแสสลับเพื่อใช้ปรับความเข้มของไฟสองสว่าง ,การปรับความเร็วของมอเตอร์ ,การปรับลวดความร้อนและอื่นๆ

2.4.1.โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอสซีอาร์

เอสซีอาร์ (SCR) ชื่อเต็มคือ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟร์เออร์ (Silicon Control Rectifier) เป็นอุปกรณ์โซลิดสเตท (Solid-State) ที่ทำ หน้าที่เป็นสวิตช์เปิด - ปิด (On - Off) วงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งข้อดีของสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์คือจะไม่มีหน้าสัมผัสหรือเรียกว่าคอนแท็ค (Contact) ขณะปิด - เปิด จึงไม่ทำ ให้เกิดประกายไฟที่หน้าสัมผัสจึงมีความปลอดภัยสูงซึ่งสวิตช์ธรรมดาที่เป็นแบบกลไกที่มีหน้าสัมผัส ซึ่งจะไม่สามารถนำ ไปใช้ในบางสถานที่ได้ สำ หรับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์แบบนี้บางครั้งเรียกว่า "โซลิดสเตทสวิตช์" (Solid State Switch) ซึ่งจะไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดเคลื่อนไหวSCR เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ จำ พวกไทริสเตอร์ จะมีโครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ ชนิด P และชนิด N ต่อชนกันทั้งหมด 4 ตอน เป็นสารชนิด P2 ตอน และสารชนิด N 2 ตอน โดยเรียงสลับกัน มีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา คือขาแอโนด (ANODE) ขาแคโถด (CATHODE) และขาเกท (GATE) โครงสร้างและสัญลักษณ์แสดงดังรูป



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของเอสซีอาร์ (SCR)

จากรูปโครงสร้างของเอสซีอาร์ (SCR) ประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำ 4 ชิ้นคือ พี - เอ็น - พี – เอ็น (P - N - P - N) มีจำ นวน 3 รอยต่อ และมีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขาคือ

1. แอโนด (A : Anode)

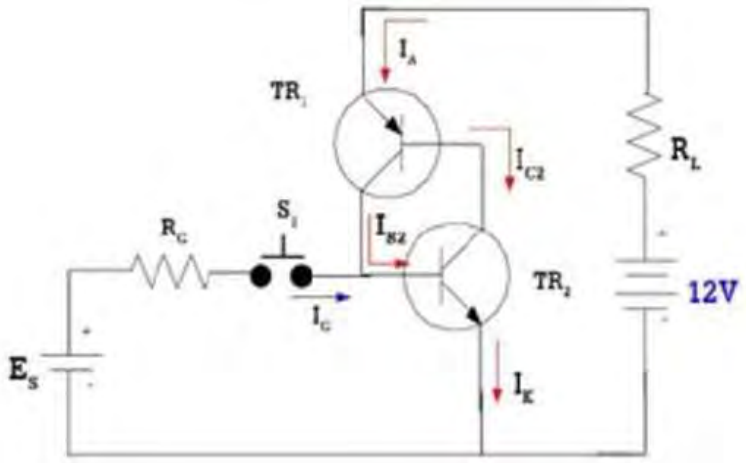
2.แคโธด (K : Cathode)

3. เกท (G : Gate)

2.4.2.การทำงานของเอสซีอาร์

1. การเริ่มทำงานของเอสซีอาร์

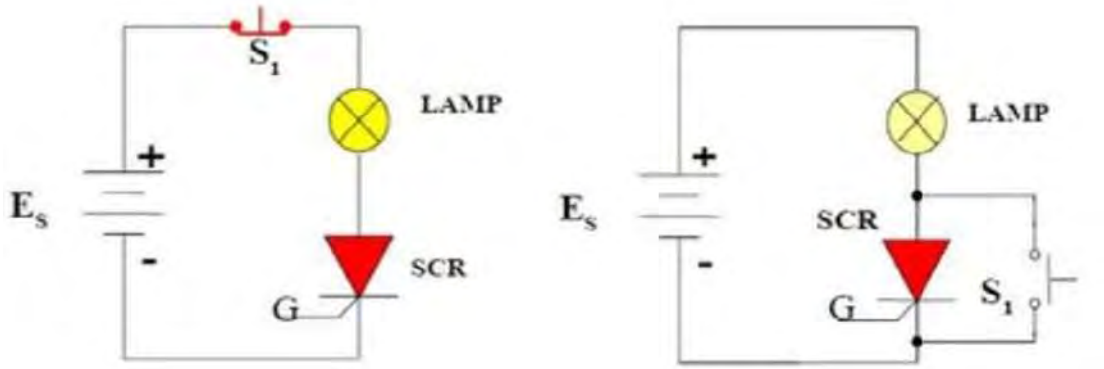
การเปิดเอสซีอาร์ให้นำ กระแสนั้น SCR จะต้องได้รับการ ไบอัสตรง (forward bias) คล้ายกับ ไดโอดและทำ ได้โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้าบวกที่ขั้วเกต ซึ่งเรียกว่าการจุดชนวนเกต (firing gate) หรือสัญญาณทริกเกอร์ (Triggered) และหลังจากที่ทำ การจุดชนวนแล้วหรือมีสัญญาณทริกเกอร์มากระตุ้นแล้ว SCR ก็จะนำ กระแสอย่างต่อเนื่อง



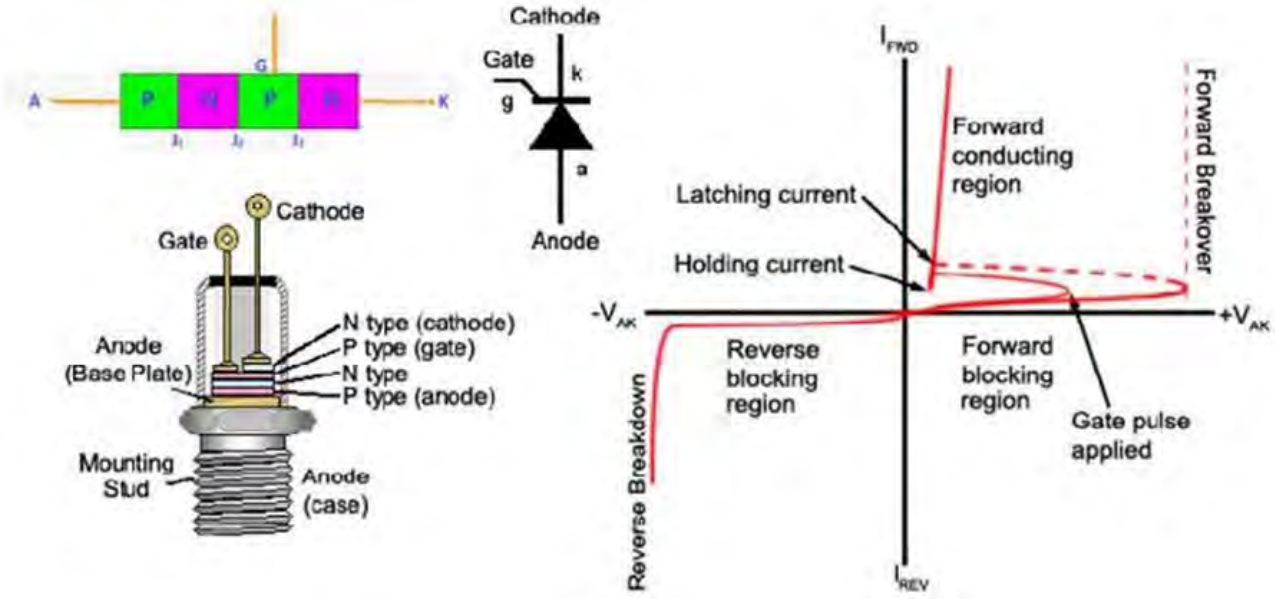
รูปที่ 2.7 แสดงวงจรของ SCR ในแบบโมเดลที่ใช้ทรานซิสเตอร์

2. การหยุดการทำงานของเอสซีอาร์

เมื่อมีการนำกระแสแล้วก็จะนำอย่างต่อเนื่อง และจะหยุดการทำงานเมื่อค่ากระแสที่ไหลผ่านแอโนดลงจนต่ำกว่าค่าที่เรียกว่า กระแสโฮลดิ้ง (holding current) หรือเรียกว่า Ih ในกรณีที่เอสซีอาร์ถูกใช้งานโดยการป้อนกระแสสลับผ่านตัวมัน การหยุดทำ งานของมันจะเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ เมื่อค่าแรงดันไฟสลับที่ให้นั้นใกล้กับจุดที่เรียกว่า "จุดตัดศูนย์" (Zero-crossing point) ซึ่งจะเกิดขึ้นทุก ๆ ครึ่งคาบเวลาของสัญญาณไฟสลับที่ให้แก่วงจรนั้น ถ้าต้องการหยุดการนำ กระแสของเอสซีอาร์จากวงจรทำ ได้โดยกดสวิตช์



รูป 2.8 ตัวอย่าง การต่อสวิตซ์เพื่อหยุดการทำงานของ SCR



รูปที่ 2.9 กราฟคุณสมบัติของ SCR (characteristic)

จากรูป จะเห็นว่า เมื่อ SCR จะนำกระแสได้ ก็ต่อเมื่อได้รับการฟอร์เวิร์ดไบอัสด้วยแรงดันระดับหนึ่ง มีการระดุ้นหรือจุดชนวนที่ขาเกต SCR หรืออีกกรณีหนึ่งคือเมื่อมีแรงดันตกคร่อมระหว่าง แอโนดและแแคโธด สูงๆค่าหนึ่งจนกระทั่งถึงระดับแรงดันฟอร์เวิร์ดเบรคดาวน์ SCR ก็จะนำ กระแสได้เองโดยไม่ต้องมีการกระตุ้นหรือจุดชนวน สิ่งที่กล่าวมาข้างตันเป็นเพียงหลักการทำ งานพื้นฐานของเอสซีอาร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นอุปกรณ์ ที่สามารถนำ ไปใช้งานได้อย่างง่าย ๆ แต่ข้อสำคัญคือการเลือกใช้เอสซีอาร์ ให้เหมาะกับงานที่ต้องการซึ่งจะพบว่าในการเลือกใช้เอสซีอาร์แต่ละเบอร์นั้น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละเบอร์ เช่นค่าแรงดันและกระแสสูงสุดที่จะทนได้ ค่าความไวของเกตและค่ากระแสโฮลดิ้ง ในตาราง ได้แสดงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ของเอสซีอาร์เบอร์ต่าง ๆ ที่นิยมใช้ โดยPIV คือค่าแรงดันสูงสุดที่จะทนได้ คือแรงดัน / กระแสที่ใช้ในการทริกที่เกตและ Ih คือกระแสโฮลดิ้ง

2.5 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์ , ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดยแมกเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ,ขดลวด (Coil) ,หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring)

เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยการทำงานโดยอำนาจแม่เหล็กในการเปิด – ปิดหน้าสัมผัสในการควบคุมวงจรหรือเรียกว่าสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) หรือคอนแทคเตอร์ (Contactor)

สรุปก็คือ รีเลย์และ Magnetic Contactor มีหน้าที่การปิด-เปิด วงจรคล้ายสวิตช์ แต่สามารถทำการปิด-เปิดที่ค่อนข้างไวและซับซ้อน หลายๆ จังหวะในขณะเดียวกัน เช่น ควบคุมให้เปิดโหลดชุดแรกพร้อมๆ กับให้ปิดโหลดอีกชุดหนึ่ง เป็นต้น Relay : คนทั่วไปเรียกกันคือ “Control Relay” ทนกระแสไฟฟ้า ได้ไม่สูง ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก Magnetic Contactor : คนทั่วไปเรียกกันคือ “Power Relay” ทนกระแสไฟฟ้าได้สูง ใช้ในการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่

รูปที่ 2.10 แสดงแมกเนติกคอนแทคเตอร์ขนาดต่างๆ

รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

2.5.1. การเลือกใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์

1. วงจรกำลัง

พิกัดแรงดันไฟฟ้า (Rated Voltage) : แมกเนติกคอนแทคเตอร์จะต้องมีค่าพิกัดในการทนแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่าแรงดันของระบบไฟฟ้าที่ต่อใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปแมกเนติกคอนแทคเตอร์ต้องรับแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 416 โวลต์ (เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลด แรงดันไฟฟ้าอาจเท่ากับที่หม้อแปลง 416 โวลต์ สำหรับการไฟฟ้านครหลวงและ 400 โวลต์ สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) ซึ่งโดยทั่วไปผู้ผลิตมักจะ ผลิตให้สามารถทนแรงดันเกินได้ เช่น 440 โวลต์

พิกัดกำลังไฟฟ้า (Rated Power) : ค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์มักระบุเป็นกิโลวัตต์ (kW) หรือแรงม้า (Hp) แต่โดยทั่วไปผู้ผลิต มักจะระบุเป็นพิกัดการทนกระแสไฟฟ้า (Rated Current) : ซึ่งพิกัด คอนแทคเตอร์ต้องไม่น้อยกว่ากระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

ลักษณะของโหลด (Type of Application) : ตามมาตรฐานIEC 60947-4 แบ่งชั้นการใช้งานของคอนแทคเตอร์ เพื่อป้องกันคอนแทคเตอร์ชำรุดเนื่องจากการปลดหรือสับวงจร คอนแทคเตอร์ที่ใช้ กับไฟฟ้ากระแสสลับโดยทั่วไปแบ่งเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะของโหลด ดังนี้

AC 1: เหมาะสำหรับโหลดที่เป็นความต้านทาน หรือในวงจรที่มีโหลดเป็นชนิดอินดักทีฟไม่มากนัก

AC 2: เหมาะสำหรับใช้ในการสตาร์ตและหยุดโหลดที่เป็นสลิปริงมอเตอร์

AC 3: เหมาะสำหรับใช้ในการสตาร์ตและหยุดโหลดที่เป็นมอเตอร์กรงกระรอก (AC3 อาจใช้งานกับมอเตอร์ที่มีการเดิน-หยุดสลับกันเป็นครั้งคราว แต่การสลับต้องไม่เกิน 5 ครั้งต่อนาที และไม่เกิน 10 ครั้งใน 10 นาที)

AC 4 : เหมาะสำหรับใช้ในการสตาร์ต-หยุดมอเตอร์ แบบPlugging (การหยุดหรือสลับเฟสอย่างรวดเร็วในระหว่างที่มอเตอร์กำลังเดินอยู่) แบบ Inching หรือ Jogging (การจ่ายไฟให้มอเตอร์ซ้ำๆ กันในช่วงเวลาสั้นๆ เพื่อต้องการให้มอเตอร์เคลื่อนตัวเล็กน้อย)

AC 11 : คอนแทคช่วยสำหรับวงจรควบคุม

Making Capacity: ค่ากระแสที่คอนแทคเตอร์สามารถต่อวงจรได้โดยไม่ชำรุดขณะเริ่มเดินมอเตอร์

Breaking Capacity: ค่ากระแสที่คอนแทคเตอร์สามารถปลดวงจรได้โดยไม่ชำรุดนอกจากนี้วิธีการเริ่มเดินมอเตอร์ก็มีผลในการเลือกใช้คอนแทคเตอร์เช่นเดียวกัน

2. วงจรควบคุม

แรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟเข้าคอยล์ :ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้สำหรับจ่ายคอยล์เพื่อให้คอนแทคเตอร์ทำงานแบ่งเป็น

- แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 50/60 เฮิรตซ์ เช่น 24, 48, 110,230, 400, 415, 440 โวลต์
- แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 60 เฮิรตซ์ เช่น 24, 48, 120,230, 460, 480 โวลต์
- แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เช่น 12, 24, 48, 60, 110, 125,220 โวลต์

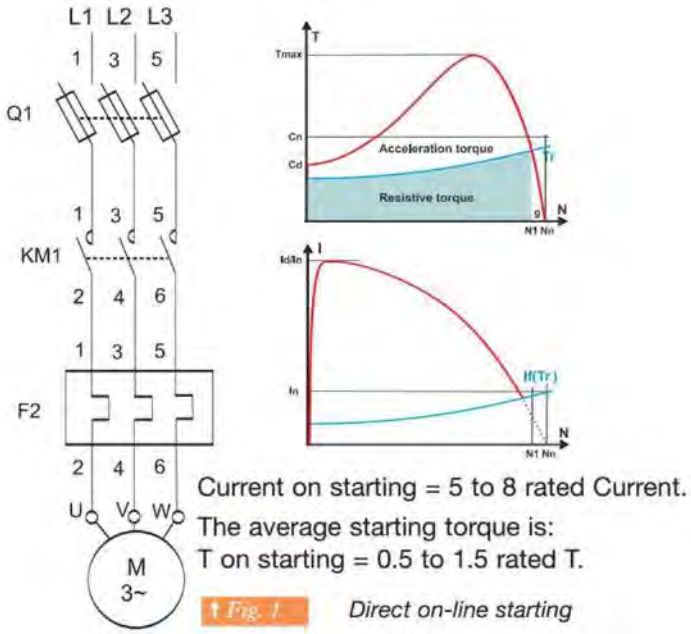
จำนวนคอนแทคช่วย : จำนวนของคอนแทคช่วยปกติเปิด(NO) และคอนแทคช่วยปกติปิด (NC) ขึ้นอยู่กับการออกแบบวงจร

2.5.3.แมกเนติกคอนแทคเตอร์ใช้กับงานประเภทใดบ้าง

แมกเนติกคอนแทคเตอร์สามารถใช้งานได้หลายประเภท เช่นสตาร์ตมอเตอร์ ตัดต่อโหลดแสงสว่าง ตัดต่อคาปาซิเตอร์ หรืองานตัดต่อสำหรับหม้อแปลงโดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ประเภทนี้จะใช้ประกอบ กับเทอร์มัลโอเวอร์โหลด ซึ่งสามารถกำหนดระดับกระแสเพื่อกำหนดค่ากระแสเกินพิกัดได้ แมกเนติกคอนแทคเตอร์นำไปใช้กับอุตสาหกรรม ต่างๆ เช่น Pumps , HVAC, Compressors, Power Supply Solution, Packing Machines, Cranes, Elevators and Escalators, Molding Machines, Wood Machine, Robot, Windmill, Solar System, Water Heating, Fuel Cells, Traction Etc.

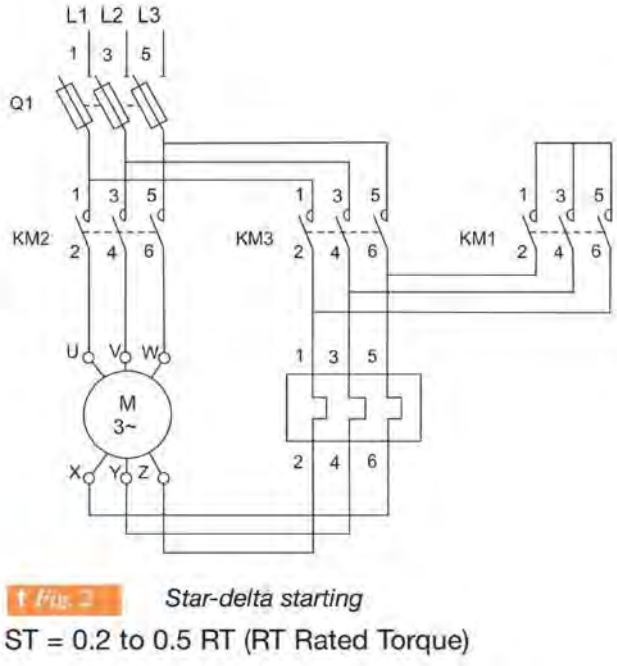
2.5.3.ตัวอย่างการต่อแมกเนติกคอนแทคเตอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์

ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์นั้น จริงๆ แล้วจะมีอยู่ด้วยการหลากหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันอยู่บ่อยได้แก่ การต่อแบบตรง หรือต่อตรง Direct Online (DOL) ซึ่งจะเหมาะกับมอเตอร์ที่มีขนาดไม่เกิน โดยสามารถดูวิธีการต่อได้ตามรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.12 แสดงการต่อแมกเนติกคอนแทคแบบตรง

การต่อแบบสตาร์เดลต้า Start-Delta ซึ่งจะเหมาะกับมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากจะลดกระแสกระชากในระบบจ่ายไฟ ทำให้แรงดันตกหรือไฟกระพริบได้ดี โดยสามารถดูวิธีการต่อได้ตามรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.13 แสดงการต่อแมกเนติกคอนแทคเตอร์แบบสตาร์เดลต้า

2.6 หลักการป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าของ Protection Relay

ปกติแล้ว Protection Relay จะทำงานเมื่อมีความผิดปกติของการใช้งานไฟฟ้า ไม่ว่าจะเกิดจากการจ่ายกระแสไฟเกินของการไฟฟ้า หรือจากผู้ใช้งานที่ทำให้กระแสไฟฟ้าทำงานผิดปกติ โดยรีเรย์ชนิดนี้จะใช้เงื่อนไขในการตรวจสอบความผิดปกติ ดังต่อไปนี้

1. Over current คือ กระแสในขณะใช้งานมีค่าเกินที่กำหนด Protection Relay จะทำการตัดระบบ
2. Max/min voltage คือ แรงดันในขณะใช้งานมีค่าเกินหรือต่ำกว่าที่กำหนด
3. Phase sequence คือ การเรียงลำดับเฟสไม่ถูกต้อง
4. Phase loss คือ แรงดันของเฟสใดเฟสหนึ่งหายไป
5. Min/max frequency คือ ความถี่ในขณะใช้งานมีค่าเกินหรือต่ำกว่าที่กำหนด
6. Asymmetry คือ ไม่มีความสมดุลทางไฟฟ้า (Unbalance)

เมื่อเกิดความผิดปกติ Protection Relay จะทำอะไร?

เมื่อจ่ายไฟเข้า Protection Relay ไฟเปิด (ON) จะติด แสดงว่าแผงอิเล็กทรอนิกส์กำลังทำงานควบคุมและเมื่อรีเรย์ชนิดนี้ตรวจจับได้ถึงความผิดปกติ ก็จะเริ่มการทำงาน ทำให้หน้าสัมผัสที่ปิดจะเปิดออก ส่งผลให้ระบบตัดการทำงานเพื่อป้องกันอุปกรณ์นั้นๆ และ เมื่อสภาวะของระบบไฟกลับมาสู่สภาวะปกติ Protection Relay จะเริ่มทำงานให้หน้าสัมผัสจากที่เปิดเป็นปิดหน้าสัมผัส ให้ระบบไฟฟ้าสามารถทำงานได้ตามปกติอีกครั้ง

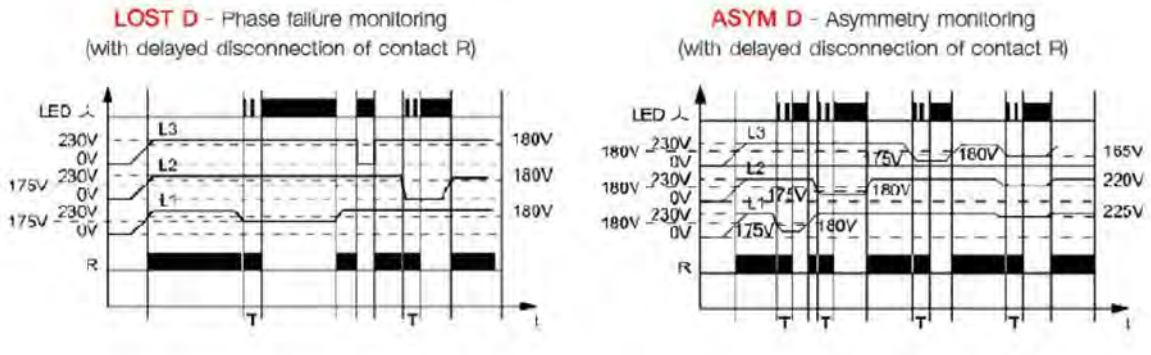
1. มอนิเตอร์ริงรีเลยิ (Motor Protection Relay)

มอนิเตอร์ริงรีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานในลักษณะเซนเซอร์ แตกต่างจากมอเตอร์โพรเทคชั่นที่ใช้งานกันมาหลายสิบปี มอนิเตอร์ริงรีเลย์สามารถตรวจสอบปริมาณกระแส แรงดันและภาวะการทำงานของระบบไฟฟ้าไม่จำกัดภาคจ่ายหรือฟากโหลด การประยุกต์ใช้งานทำได้หลากหลายและกว้างขวาง การใช้งานง่ายและตรงไปตรงมา แต่ควรเชื่อมต่อสายไฟอย่างถูกต้อง ง่ายๆ และมีประโยชน์ เพื่อความปลอดภัยของอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมที่อาจมีความเสี่ยงของการเสียหายอันเนื่องมาจากความร้อนกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้น จึงมีรีเลย์สำหรับทำหน้าที่ตรวจตราความบกพร่องและส่งสัญญาณไปตัดการทำงานก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้น ซึ่งเรียกว่า Monitoring Relays

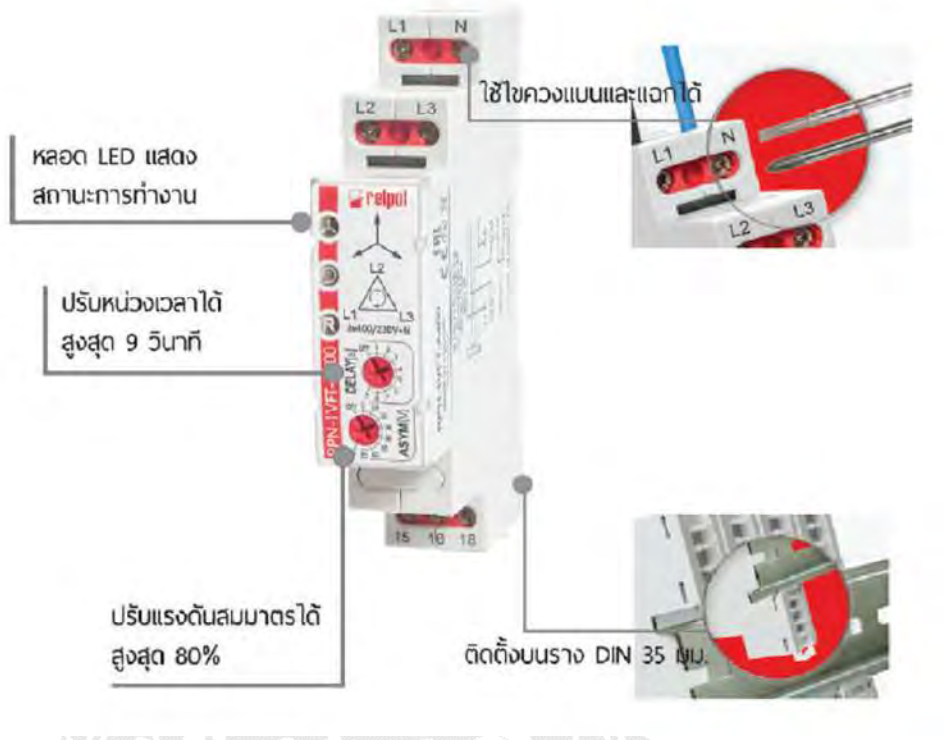
ตารางที่ 2.1 ตารางฟังก์ชันของรุ่น AC Voltage Monitoring (RPN-1VFT-A400)

ฟังก์ชัน	LOST D ASYM D SEQ D
LOST	รีเลย์ทำงานเมื่อแรงดันต่ำกว่า 175 V_{L-N} (ปรับค่าไม่ได้) รีเลย์ไม่ทำงานเมื่อแรงดันกลับมาที่ 180 V_{L-N} (ปรับค่าไม่ได้)
ASYM	รีเลย์ทำงานเมื่อแรงดันแต่ละเฟสต่างกัน 5-80 V_{L-N} ปรับค่าที่ปุ่มด้านหน้า รีเลย์ไม่ทำงานเมื่อแรงดันแต่ละเฟสกลับมาที่ 5-75 V_{L-N} ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าปุ่มด้านหน้า
SEQ	รีเลย์ทำงานเมื่อต่อสายหรือแรงดันมาไม่ตรงเฟส รีเลย์ไม่ทำงานเมื่อต่อสายหรือแรงดันมาตรงเฟส
D	หน่วงเวลา ปรับตั้งได้ ตั้งแต่ OFF, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 วินาที

รีเลย์เป็นชนิดตั้งบนราง DIN ขนาด 35 มิลลิเมตร โดยที่นิยมใช้กันมากคือ AC Voltage Monitoring Relays (รุ่น RPN-1VFT-A400) เนื่องจากใช้สำหรับตรวจแรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟตก แรงดันไม่สมดุลเฟส โดยไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง และมีหน้าคอนแทค 1 C/O



รูปที่ 2.14 ตัวอย่าง Timing Diagram (RPN-1VFT-A400)



รูปที่ 2.15 รูปFeatures (RPN-1VFT-A400)

ในปัจจุบันระบบไฟฟ้า 3 เฟสมีการใช้อย่างแพร่หลายทั้งในอุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งตามบ้านเรือนต่างๆ ถ้าระบบไฟฟ้าเกิดความผิดปกติขึ้น ไม่ว่าจะเป็นแรงดันตก แรงดันเกิน แรงดันหาย แรงดันกลับขั้ว แรงดันไม่สมดุล สาเหตุต่างๆเหล่านี้จะส่งผลกระทบให้กับระบบอย่างมาก Three phase monitoring relay เป็นรีเลย์ตรวจวัดและตัดการทำงานของระบบก่อนที่จะเสียหาย ถ้าเกิดปัญหาตามที่กล่าวมาข้างต้น โดยมีรุ่นให้เลือกใช้ดังนี้

1.Phase loss monitoring relay (รีเลย์ตรวจวัดแรงดันหาย)

2.Phase sequence and phase loss monitoring relay (รีเลย์ตรวจวัดแรงดันกลับขั้วและแรงดันหาย)

3.Phase unbalance monitoring relay (รีเลย์ตรวจวัดแรงดันไม่สมดุล แรงดันกลับขั้วและแรงดันหาย)

4.Multifunctional three-phase monitoring relays (รีเลย์ตรวจวัดความผิดปกติทุกฟังก์ชั่น)

2. รีเลย์ตรวจวัดความผิดปกติทุกฟังก์ชั่น(Multifunctional three-phase monitoring relays)

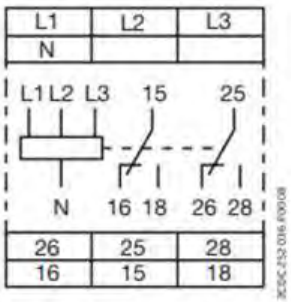
- ใช้หลักการของ True RMS ในการวัดค่าต่างๆ
- มีชุดหน้าสัมผัสภายในอุปกรณ์ให้เลือกใช้งาน 2 ชุด (2c/o)
- มีขนาดเล็กเพียง 22.5mm ติดตั้งง่ายด้วยการยึดที่ DIN rail

- สามารถตรวจจับ แรงดันตก (Under voltage), แรงดันเกิน(Over voltage), แรงดันหาย (Phase loss), แรงดันกลับขั้ว(Phase sequence), แรงดันไม่สมดุล (Phase unbalance)
- มีทั้งรุ่นที่สามารถตรวจวัดสายนิวตรอน และไม่ตรวจวัดสายนิวตรอน
- สามารถใช้กับแรงดัน 1 เฟสได้ในรุ่น CM-MPS.21S, CM-MPS.23S
- สามารถตั้งค่าการทำงานของชุดหน้าสัมผัสให้เป็นฟังก์ชั่น On delay หรือ OFF-delay ได้ ที่หน้าตัวอุปกรณ์
- สามารถเปิดฟังกชั่นแรงดันกลับขั้ว (Phase sequence) ได้
- สามารถตั้งเวลาหน่วงได้ตั้งแต่ 0 , 0.1 – 30 วินาท
- 3 LEDs แสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ และสามารถบ่งบอกความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้

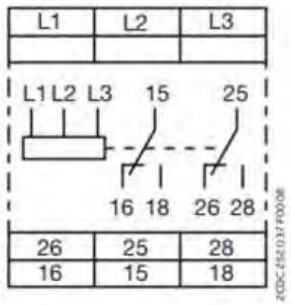
ตารางที่ 2.2 ข้อมูลของรีเลย์

รุ่น	ช่วงแรงดันที่ทำการตรวจวัด	รหัสสินค้า	ราคา
มีการตรวจวัดสายนิวตรอน			
CM-MPS.11S	3x90-170 VAC (L-N)	1SVR730885R1300	7,490
CM-MPS.21S	3x180-280 VAC (L-N)	1SVR730885R3300	7,490
CM-MPS.23S***	3x180-280 VAC (L-N)	1SVR730885R4300	9,050
ไม่มีการตรวจวัดสายนิวตรอน			
CM-MPS.31S	3x160-300 VAC (L-L)	1SVR730884R1300	6,970
CM-MPS.41S	3x300-500 VAC (L-L)	1SVR730884R3300	6,970
CM-MPS.43S***	3x300-500 VAC (L-L)	1SVR730884R4300	9,050
CM-MPN.52S***	3x350-580 VAC (L-L)	1SVR750487R8300	20,800
CM-MPN.62S***	3x450-720 VAC (L-L)	1SVR750488R8300	20,800
CM-MPN.72S***	3x530-820 VAC (L-L)	1SVR750489R8300	20,800

Electrical connection



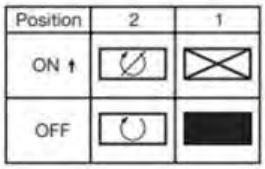
Connection diagram CM-MPS.11



Connection diagram CM-MPS.31

L1, L2, L3, (N)	Control supply voltage = measuring voltage
15-16/18	Output contacts - closed-circuit principle
25-26/28	

DIP switches



1 Timing function	ON	ON-delayed	In case of a fault, the de-energizing of the output relays and the respective fault message are suppressed for the adjusted tripping delay T_v.
	OFF	OFF-delayed	In case of a fault, the output relays de-energize instantaneously and a fault message is displayed and stored for the duration of the adjusted tripping delay T_v. Thereby, also momentary undervoltage conditions are recognized.
2 Phase sequence monitoring	ON	deactivated	Phase sequence errors will not cause tripping of the relays.
	OFF	activated	The output relays de-energize as soon as a phase sequence error occurs. The output relays re-energize automatically as soon as the phase sequence is correct again.

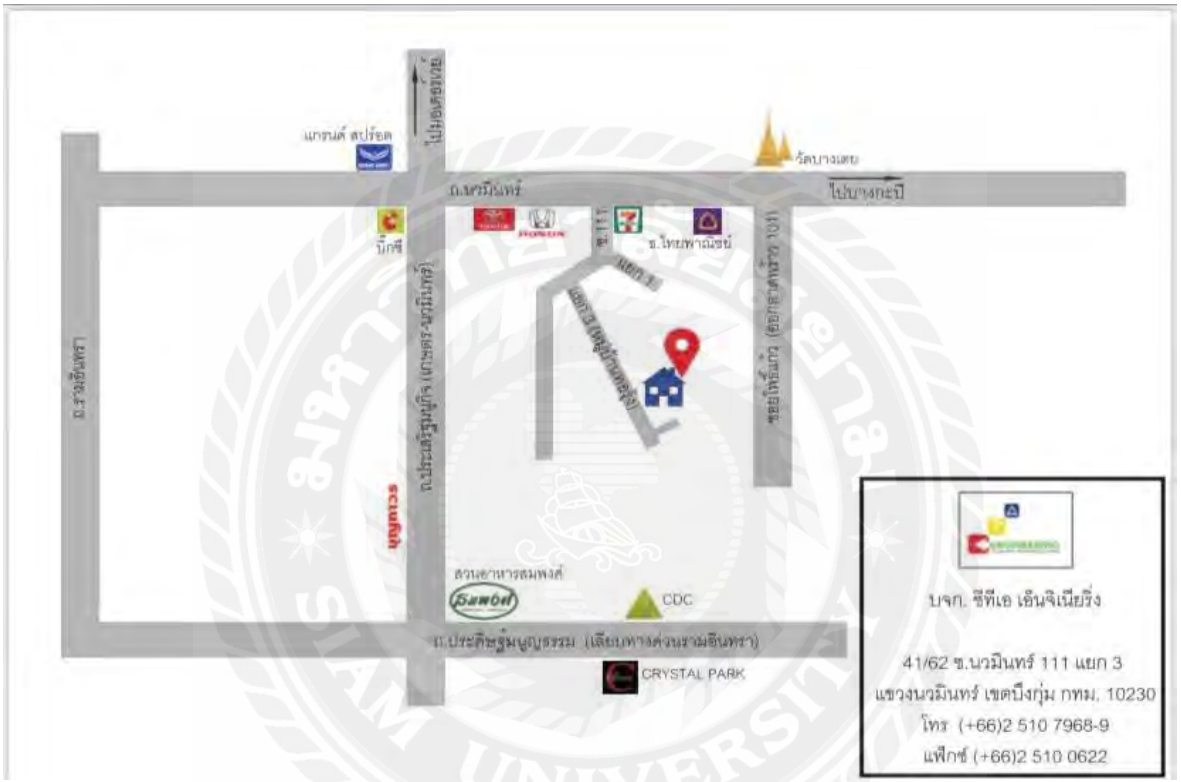
รูปที่ 2.16 ตัวอย่างขาคอนเน็กของขารีเรย์

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (CTA Engineering Co., Ltd.) ตั้งอยู่เลขที่ 41/62 ซ.นวมินทร์ 111 แยก 3 แขวงนวมินทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10230



รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร

บริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด เป็นบริษัทเปิดใหม่ ขนาดกลาง ตั้งอยู่ในพื้นที่นวมินทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร ด้วยทุนจดทะเบียน 6.500.000 บาท (หกล้านห้าแสนบาท) เป็นบริษัทรับติดตั้งระบบไฟฟ้า รวมทั้งรับทำตู้ คอนโทรล (Control) ทุกชนิด ให้กับหน่วยงานของรัฐ และ เอกชน ทั้งนี้ยังมีการจัดกิจกรรมต่างๆ ให้พนักงานอีกมากมาย อาทิ เช่น กิจกรรมวันเกิด งานเลี้ยงประจำปี ท่องเที่ยวประจำปี ของขวัญพิเศษเนื่องในโอกาสต่างๆ

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริ000หารงาน

1. นายกรกช พจนสุนทร	กรรมการผู้จัดการ
2. นายกฤตภาส ยิ้มวัฒนอดุลย์	กรรมการผู้จัดการ
3. นางกนิษฐา พจนสุนทร	กรรมการผู้จัดการ/หัวหน้ากานเงิน
4. นางสาวแววยุพา นาคแสน	ธุรการบัญชี/การเงิน/บุคคล
5. นางสาวรุ้งฤทัย เพิ่มพูล	จัดซื้อ
6. นางสาวศิรินทร์ กาเซ็ม	เลขา
7. นางสาวลลดา พจนสุนทร	ธุรการ
8. นางสาวศรีจันทร์ จันทร	ธุรการ
9. นายนที พรมมิน	หัวหน้าวิศวกรไฟฟ้า
10. นายชนะพงษ์ สุขกลึง	หัวหน้าวิศวกรไฟฟ้า
11. นายอดิศร หมดทุกข์	วิศวกรไฟฟ้า
12. นายนคร ชิดชม	วิศวกรไฟฟ้า
13. นางสาวนภัสสร สินสมุทร์	วิศวกรไฟฟ้า
14. นางสาวณัจฉริย์ ภู่มณี	วิศวกรไฟฟ้า
15. นายสายลม สุขหนา	วิศววกรไฟฟ้า
16. นายปฏิพล แน่นขัด	ช่างซ่อมบำรุงไฟฟ้า
17. นายนวพล บุญวงษา	ช่างซ่อมบำรุงไฟฟ้า

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นายนครินทร์ ผางเมือง วิศวกรไฟฟ้าฝึกหัด

Miss Soysuda MANIVONG วิศวกรไฟฟ้าฝึกหัด

ลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตรวจสอบแบบตู้ เอ็มดีบี (MDB) ให้ตรงตามแบบของลูกค้าต้องการ งานติดตั้งระบบไฟฟ้า งานติดตั้งระบบตู้คอนโทรล (Control) งานซ่อมบำรุง และงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : นาย กฤตภาส ยิ้มวัฒนอดุล

ตำแหน่งพนักงาน : กรรมการผู้จัดการ

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

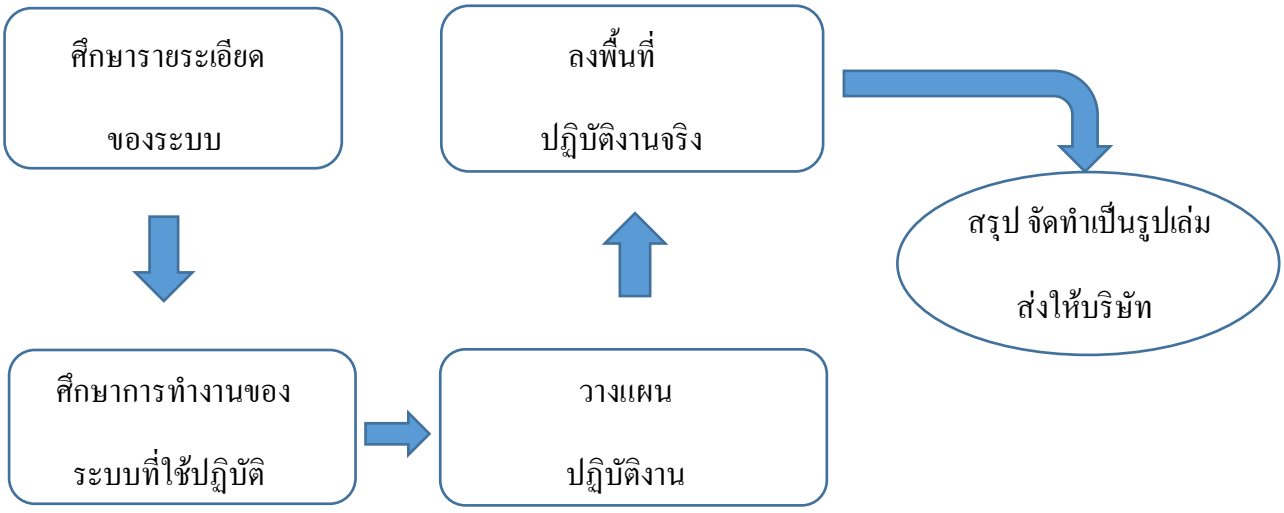
3.6.1 ระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 24 พฤษภาคม ถึงวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2564

3.6.2 วันเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา วันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 08.00 – 17.00 น. หยุดตามวันนักขัตฤกษ์

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อ ที่จะทำ และ นำเสนออาจารย์ที่ปึกษา
2. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมแบบซอปสตารท์
3. ศึกษาถึงปัญหาที่พบบ่อยของระบบควบคุมแบบซอปสตารท์
4. เก็บรวบร่วมข้อมูลจากการปฏิบัติงาน
5. สรุปข้อมูล และ หาแนวทางแก้ปัญหา
6. เขียนรายงานสรุปผลเพื่อเตรียมนำส่ง
7. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและรับฟังคำเสนอแนะเพื่อทำการแก้ไขรายงาน

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนแผนปฏิบัติงาน



ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

ลำดับ	หัวข้อ	พ.ศ 2564				
		พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
1	ศึกษาการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ					
2	เขียนโครงร่างและหัวข้อนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา					
3	เก็บรวมรวมข้อมูลขณะปฏิบัติงาน					
4	วิเคราะห์ข้อมูล และแก้ปัญหา					
5	สรุปข้อมูลและเขียนรายงาน					

เวลาที่วางแผนงาน

เวลาที่ดำเนินงาน

บทที่ 4

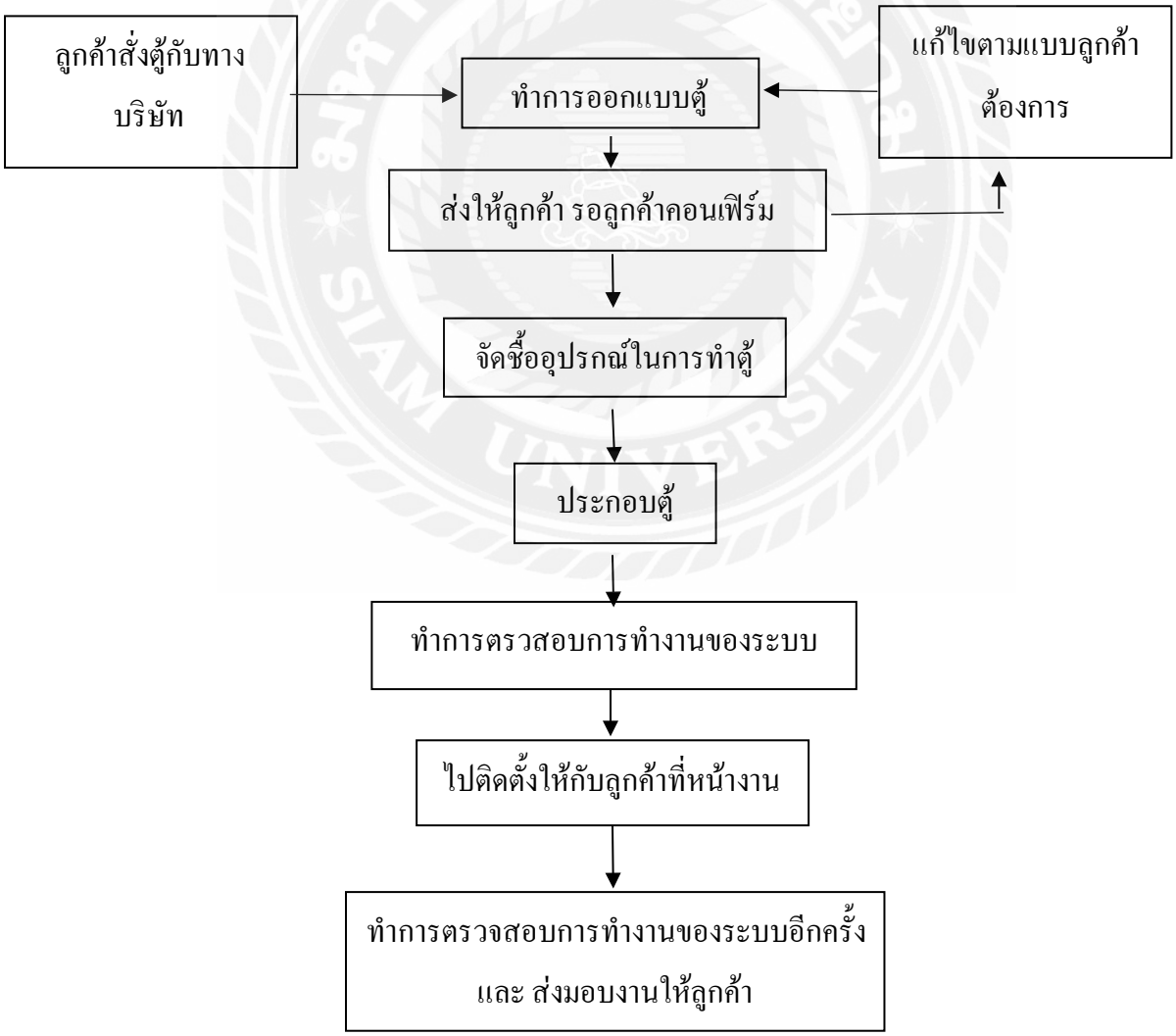
ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

การปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษา

4.1 วางแผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงานก่อนอื่นต้องรู้ขนาดของตู้ และ ความต้องการของลูกค้าว่าต้องการให้ทำงานแบบไหน ใช้งานกับอะไร เมื่อได้มาแล้ว ก็ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม AutoCAD ในการเบียนแบบ และ จัดวางตำแหน่งอุปรกณ์ให้เหมาะสม หลังจากนั้นส่งแบบให้ลูกค้าดู พร้อมทั้งรอลูกค้าคอนเฟิร์มมกลับมา เมื่อได้แบบตามลูกค้าต้องการแล้ว ก็ทำการสั่งอุปรกรณ์ที่ไว้สำหรับติดตั้งในตู้และทำการประกอบตู้เตรียมส่งให้ลุกค้า

ตารางที่ 4.1 แผนการทำงาน



4.2 การออกแบบตู้

การออกตู้จะดูขนาดของ แรงดัน (กิโลวัตต์) ตามที่ลูกค้าบอกมา หลังจากนั้นพิจารณา ขนาดตู้ที่จะจัดวางอุประกรณ์ พร้อมทั้งคำนวณหาค่าต่างๆดั่งนี้

4.2.1 กระแสมอเตอร์

ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า 1000kW 3 Phase , 3300V , PF = 0.85 สมการ การคำนวณ

$$I = \frac{kW}{\sqrt{3} \times V \times PF.}$$

I กระแสมอเตอร์

V แรงดันไฟฟ้า

kW กำลังไฟฟ้า

PF ตัวประกอบกำลัง

แทนค่า

$$I = \frac{1000kW \times 1000}{1.732 \times 33000 \times 0.85}$$

$$I = 205.8\ A \quad \#$$

4.2.2 คำนวณขนาดสายไฟฟ้าและรางเคเบิล

เมื่อกระแสมอเตอร์ไฟฟ้า Ib = 205.8 Aจะคำนวณหาขนาดของสายป้อนมอเตอร์ จากสูตร หาขนาดสายป้อนมอเตอร์

$$In \geq 1.25\ Ib$$

$$\geq 1.25 \times 205.8\ A$$

$$\geq 257.3A$$

หากระแสตามวิธีการติดตั้งสายกำหนดใช้สายเป็นชนิด XLPE

จากสูตร $It \geq In / (Ca \times Cg)$

เมื่อ In = 257.3 A

Ca = 1 (ที่อุณหภูมิโดยรอบ 36-40 °C)

Cg = 0.98 (2 กลุ่มวงจรต่อรางเคเบิล 1 ราง แบบระบายอากาศ)

จะได้

$$It \geq 257.3A / (1 \times 0.98)$$

$$\geq 262.5A$$

เลือกขนาดสาย จากตารางที่ 5-36 (XLPE 3.6/6kV – 18/30kV)

จะได้ขนาดสาย 70 Sq.mm. (269 A)

แต่กรมชลประทานเลือกใช้ขนาดสาย 95 Sq.mm. (329 A) #

4.2.3 คำนวณรางเคเบิล สำหรับมอเตอร์ 4 วงจร

สาย CV 3x1 / C 95 Sq.mm. 6/10 (12) kV ต่อมอเตอร์ 1 วงจร

สาย CV ขนาด 95 Sq.mm. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = 28 จากตารางสาย BCC

เส้นผ่านศูนย์ กลางรวม = 12 x 28 = 336 mm

= 348 x 1.25 mm

เผื่ออีก 25% = 420 mm

ดังนั้นต้องใช้รางเคเบิลขนาดกว้าง = 500 mm #

4.2.4 คำนวณเลือกอุปกรณ์ Soft Starter

จากการคำนวณกระแสมอเตอร์ 1000kW = 205.8 A

จากข้อมูลทางเทคนิค Soft Start ยี่ห้อ MOTORTRONICS

จะได้ขนาด Soft Start : '' MVC4 33400 –ESWG '' (3300V , 400A , 1200kW) #

4.2.5 การเลือกใช้งาน หม้อแปลงกระแส (CT)

กระแสปฐมภูมิ(Primary) การเลือกต้องคำนึงถึงการใช้งานที่กระแสพิกัดของโหลด ในระบบต้องการใช้กระแส ที่ 205.8 แอมแปร์ ให้เลือกหม้อแปลงวัดกระแส CT ที่ 300 Aเป็น 1.5 เท่าของ กระแสพิกัดของโหลดที่ใช้งานกระแสทุติยภูมิ เป็นค่าที่ถูกกำหนดขึ้นใช้งานเป็นมาตรฐานเดียวกัน คือ 1A และ 5A

ดังนั้นเลือกใช้ ที่ 300/5A ที่ ชุด Starter

ทางด้าน Main เลือกใช้ที่ 600/5A ที่โหลด 2 ชุด

4.2.6 การเลือกใช้งานอุปกรณ์ VCB

จากการคำนวณกระแสมอเตอร์ 1000kW = 205.8 A

จากข้อกำหนดของกรมชลประทาน VCB Main

- VCB 3P 7.2 kV
- 1250 A 40kA
- Drowout type

จากข้อกำหนดของกรมชลประทาน VCB Soft Start

- VCB 3P 7.2 kV
- 630 A 25kA
- Drowout type

จากข้อมูลทางเทคนิค ของอุปกรณ์ ที่เลือกคือ VCB Model '' HVX 12 KV '' ยี่ห้อ SCHNEIDER

- VCB 3P 12 kV
- Main 1250 A 40kA , 630 A 25kA
- Drowout type

เป็นอุปกรณ์ที่ดีกว่าของข้อกำหนดกรมชลประทาน

4.2.7 คำนวณหาขนาดหม้อแปลง

โหลดที่คำนวณได้ถือว่าเป็นโหลดแบบต่อเนื่องกระแสโหลดที่คำนวณได้ จากการคำนวณกระแสมอเตอร์

1000kW = 205.8 A

คำนวณที่ 2 วงจร (S1,S2)

$$I_T = 1.00\ I_L$$

หรือ TR (kVA) = 1.00 L (kVA)

โดยที่

I_T =

I_L =

L =

TR

โหลดทั้งหมด 411.6 A

VA = $\sqrt{3}\ x\ V\ x$ I

$= \sqrt{3}\ x\ 3300V\ x\ 411.6\ A$

$= 2{,}3525\ kVA$

$= 1.00\ x\ 2{,}3525\ kVA$

เพื่อ 25% = 2,9406 kVA

กรมชลประทานเลือกใช้หม้อแปลงขนาด 3000 kVA #

4.2.8 การเลือกอุปกรณ์ SURGE ARRESTER

การเลือกใช้งาน LA ต้องเลือกโดยพิจารณาค่าพิกัดดังต่อไปนี้

ก. ระดับแรงดันและลักษณะการต่อลงดิน

ข. พิกัดกระแส Discharge

สำหรับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยซึ่งมีการต่อลงดินโดนตรง (Solidly Ground) การเลือก LA ต้องเลือกพิกัดดังข้อมูลดังนี้

- แรงดันระบบ 11-12 kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA 9kV
- แรงดันระบบ 22-24 kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA 21kV
- แรงดันระบบ 33 kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA 30kV
- แรงดันระบบ 69 kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA 60kV

พิกัดกระแส Discharge ของ LA ทั่วไปมี 2 แบบ คือ

- LA ที่ใช้กับระบบจำหน่ายทั่วไป (Distribution Type) ใช้พิกัด 5 kA
- LA ที่ใช้กับสถานีไฟฟ้าย่อย (Substation Type) ใช้พิกัด 10kA

ทั้งนี้ระบบของกรมชลประทานใช้ แรงดันระบบที่ 22-24kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA 21kV ใช้พิกัดที่ 10kA #

4.2.9 คำนวณขนาดสายไฟฟ้าและท่อฝังดิน ด้าน OUTPUT TR

เมื่อกระแสมอเตอร์ไฟฟ้า Ib = 205.8 A จะคำนวณหาขนาดของสายป้อนมอเตอร์ จากสูตร หาขนาดสายป้อนมอเตอร์

$In \geq 1.25\ Ib$

$\geq 1.25 \times 205.8\ A$

$\geq 257.25\ A$

หากระแสตามวิธีการติดตั้งสาย กำหนดใช้สายเป็นชนิด XLPE

จากสูตร It $\geq$ In / (Ca x Cg)

เมื่อ In = 257.25 A

Ca = 0.91 (ที่อุณหภูมิโดยรอบ 36-40 °C)

Cg = 1 (1 วงจร)

จะได้ It $\geq$ 257.25A / (0.91 x 1)

$\geq$ 282.69 A

กรมชลประทานเลือกขนาดสาย จากตารางที่ 5-37 (XLPE 3.6/6kV – 18/30kV) จะได้ขนาดสาย 240 Sq.mm. (454 A) มากกว่าที่คำนวณได้ #

4.2.10 คำนวณท่อ

จากแบบของกรมชลประทาน ใช้ท่อร้อยสาย HDPE 100 mm² (4'')

สาย XLPE ขนาด 240 mm² ถ้าเดินในท่อ HDPE ขนาด 100 mm² (4'')

จะได้มากสุดกี่เส้น

จากตารางที่ 4.3 สาย XLPE ขนาด 240 mm²

มีพื้นที่หน้าตัด = 552 mm²

จากตารางที่ 4.2 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย HDPE

เป็น 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ HDPE ขนาด 100 mm² (4'') = 3142 mm²

ได้จำนวนสายไฟฟ้า $= \frac{3142}{552}$ = 5.6 เส้น

จำนวนสายที่มากที่สุดคือ 5 เส้น

ดังนั้น สายไฟฟ้าจาก TR. ถึง Main (E1) สาย XLPE ขนาด 240 mm² 6 เส้น เดินท่อใน HDPE ขนาด 4'' จำนวน 2 เส้น #

4.2.11 การเลือกใช้อุปกรณ์ Load Break Switch

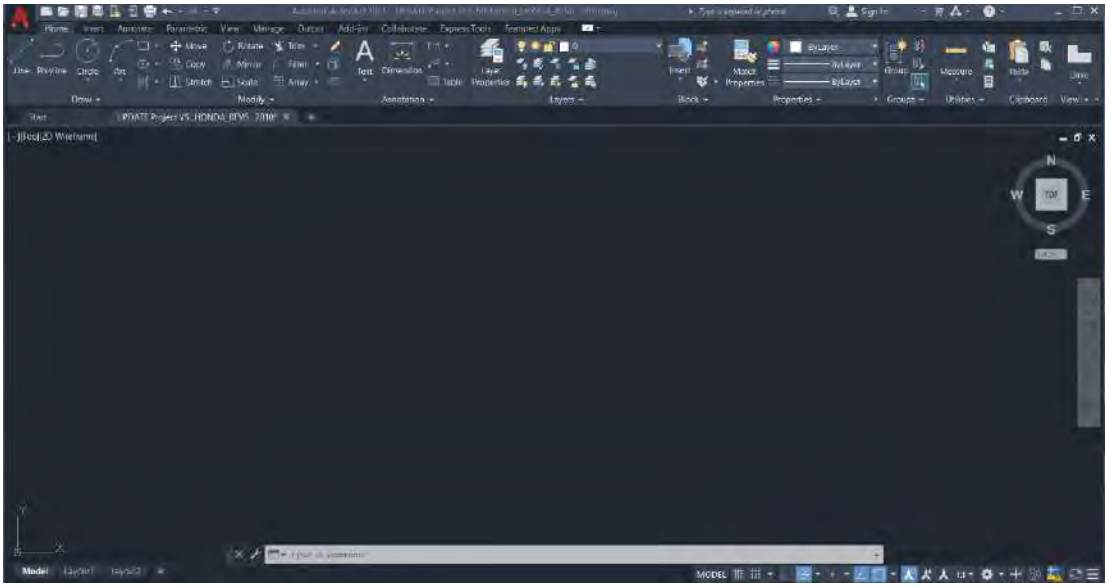
คำนวณกระแสหม้อแปลงด้าน 22kV

$$\frac{3000kVA}{\sqrt{3}\ x\ 22000V} = 78.73\ \text{A}$$

เลือกใช้ Load Break Switch SF6 630 A 3P 24kV #

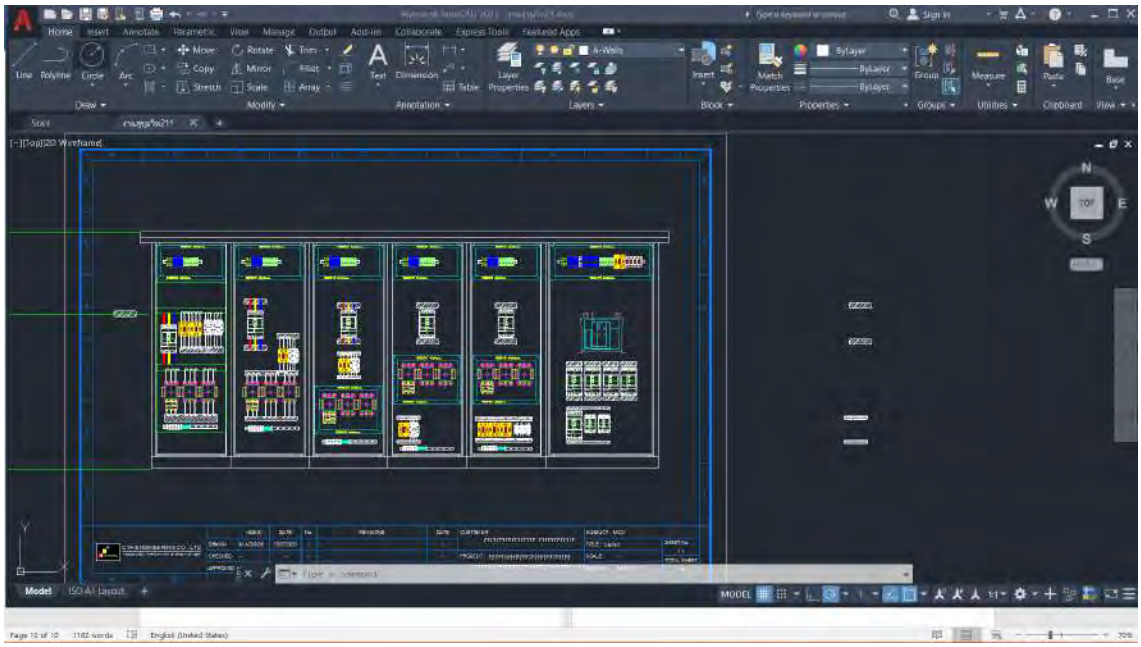
4.3 การเบียนแบบ

การเขียนแบบจะใช้โปรแกรม AutoCAD ในการเขียนแบบ



รูปที่ 4.1หน้าตาของโปรแกรม

ทำการออกแบบและ จัดวางอุปกรณ์ภายในตู้ ผ่านโปรแกรม AutoCAD



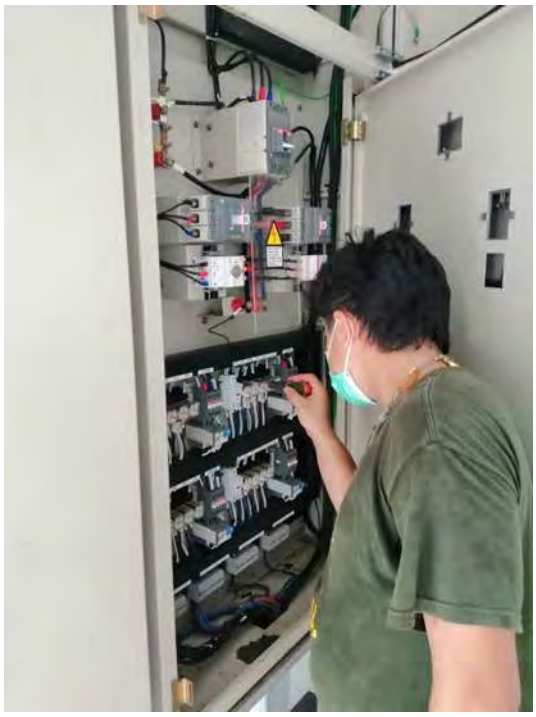
รูปที่ 4.2รูปทำการออกแบบและ จัดวางอุปกรณ์

4.4 การติดตั้ง

รูปที่ 4.3 การติดตั้งตู้ให้ลูกค้าเสร็จสมบูรณ์

4.5 การตรวจสอบ

ก่อนจะตรวจสอบระบบทุกครั้ง ต้องให้แน่ใจก่อนว่า Breaker Main หรือ Breaker ต่างๆ อยู่ในตำแหน่ง OFF และ ต้องทำการวัด Breaker หรือ Terminal ต่างๆ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในระบบ จากนั้นให้ทำการ Discharge ลงกราวด์ก่อน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน



รูปที่ 4.4 การตรวจสอบ Breaker

รูปที่ 4.5 การตรวจสอบ Terminal

จากนั้นทำความสะอาดอุปกรณ์ พร้อมทั้งตรวจอุปกรณ์ และ สายต่างๆว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่

รูปที่ 4.6 ทำความสะอาดอุปกรณ์ในตู้

รูปที่ 4.7 ทำความสะอาดอุปกรณ์ฝาตู้

รูปที่ 4.8 ตรวจสอบอุปกรณ์

รูปที่ 4.9 ตรวจสอบสาย

รูปที่ 4.10 ตรวจสอบอุปกรณ์

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของการดำเนินงาน

การปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซีทีเอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด จากการที่ได้เรียนรู้ในการตรวจสอบระบบควบคุมมอเตอร์แบบซอฟสตาร์ท สามารถเข้าใจระบบการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์แบบซอฟสตาร์ เข้าใจหลักการทำงานของตัวอุปกรณ์ในระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์ รู้ปัญหาที่พบบ่อยในระบบควบซอฟสตาร์ทมอเตอร์ และนำข้อมูลมาสรุปวิเคราะห์ที่ได้ มาจัดทำรูปเล่มรายงานให้บริษัททราบถึงปัญหา

5.2. ประโยชน์ด้านสังคม

- เรียนรู้ระบบการบริหารองค์กร
- เรียนรู้การประสานงานกับเพื่อนร่วมงาน
- เรียนรู้การประสานงานกับแผนกอื่นๆ
- เรียนรู้หน้าที่ของแต่ละแผนก
- เรียนรู้การทำงานเป็นทีม
- เรียนรู้หน้าที่ความรับผิดชอบของตน

5.3 . ข้อดีการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา

- รู้การทำงานของระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์
- รู้การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ซอฟสตาร์
- ได้รู้การปฏิบัติงานจริง
- ทำให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ก่อนออกทำงานจริง

5.4. ปัญหาในการปฏิบัติงาน

- ขาดความรู้เกี่ยวกับระบบมอเตอร์

- ขาดความรู้ด้านการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ

- ขาดทักษะในการวิเคราะห์ปัญหา

- ไม่มีประสบการณ์ในการทำงานจึงทำให้ตัดสินใจได้ยาก

5.5. ข้อเสนอแนะ

- สอบถามหัวหน้างาน

- หาความรู้เพิ่มเติมจากอินเตอร์เน็ต หนังสือ ตำราต่างๆ

บรรณานุกรม

บริษัท โซคอม จำกัด. (ม.ป.ป.). *ซอปสตาร์ทรุ่น LRVS-ON*. เข้าถึงได้จาก http://www.solcom.de/

บริษัท ฮุนได จำกัด. (ม.ป.ป.). *แมกเนติกคอนแทคเตอร์*. เข้าถึงได้จาก

http://www.hyundai-electric.com/elec/en/index.jsp

บริษัท factomart. (ม.ป.ป.). *ระบบซอฟสตาร์ทมอเตอร์*. เข้าถึงได้จาก http://my.factomart.com/

บริษัท Relpol. (ม.ป.ป.). รีเลย์ รุ่น Features *(RPN-1VFT-A400)*. เข้าถึงได้จาก

http://th.rs-online.com/web/b/relpol/relays/

เอ็นจิเนียริ่ง. (ม.ป.ป.). *เอสซีอาร์*. เข้าถึงได้จาก http://www.9engineer.com

ภาคผนวก (ก)

รูปที่ 1 บริษัท ซีที่เอ เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด

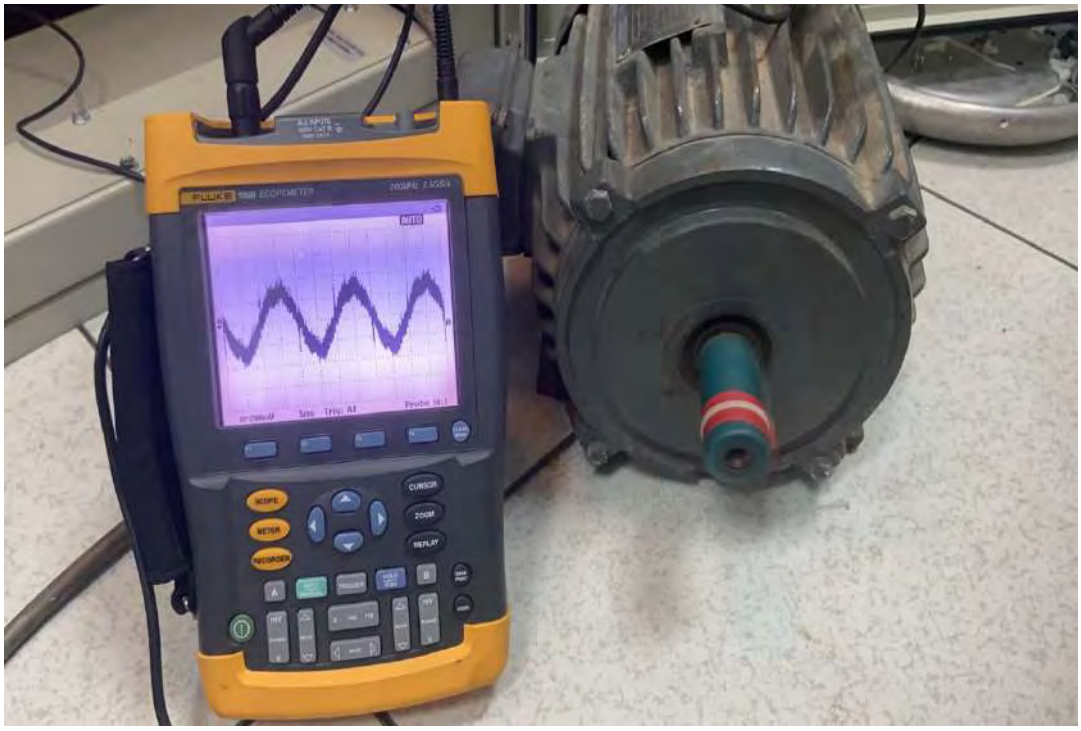
รูปที่ 2 การนิเทศของอาจารย์

ภาคผนวก (ข)

รูปที่ 3 รูปตู้ MCB 3,300 kW

รูปที่ 4 รูปตู้ MCB 1,100 kW

รูปที่ 5 รูป SCR 3 Phase



รูปที่ 6 วัดมอเตอร์

รูปที่ 7 วัด Capacitor Bank

รูปที่ 8 Capacitor Bank

รูปที่ 9 Bus Bar

รูปที่ 10 การหันท็อก Bus Bar

รูปที่ 11 Circuit Beaker

รูปที่ 12 หน้าจอ Display ของ Temp

รูปที่ 13 หน้าจอ Display ของ ซอฟสตาร์ท

รูปที่ 14 หน้าจอ Protection

รูปที่ 15 A Meter และ V Meter

รูปที่ 16 รูปการต่อ Relay

ภาคผนวก (ค)

รูปที่ 17 คณะกรรมการ และ นักศึกษา

รูปที่ 18 นักศึกษานำเสนอสหกิจศึกษา

ภาคผนวก (ง)

Plagiarism Checking Report

Created on Dec 27, 2021 at 23:12 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
2347981	Dec 27, 2021 at 23:12 PM	soysuda.man@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	Soft start Motor System.pdf	Completed	0.63 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	ชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังควบคุมระบบไฟฟ้า 1-3 เฟส,Practical set of power electronics to control single to three phrase electrical system	กฤษฎา พุทธิพิพัฒน์ชจร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	0.63 %

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – นามสกุล	นายนครินทร์ ผางเมือง
รหัสนักศึกษา	6104200010
ที่อยู่	52/10 หมู่11 พูนทรัพย์ อาพาร์ทเม้น ตึกเอ ถนน พรามสอง ซอย30 แขวงบางมด เขต จอมทอง กรุงเทพฯ 10150
โทรศัพท์	0645648356
E-mail	Nakarin.ean@siam.edu
การศึกษา	2555-2557 ป.ว.ส โรงเรียนนายเรือพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว สาขาช่างกลเรือเดินทะเล
	2561-ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – นามสกุล	Miss Soysuda MANIVONG
รหัสนักศึกษา	6204200016
ที่อยู่	เลขที่ 83/239 ชีวาทัยเพชรเกษม27 ถนน เพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
โทรศัพท์	0647076179
E-mail	Soysuda.bkcomputerlao@gmail.com
การศึกษา	2555-2560 SISATTANARK High School (LAO P.D.R) 2561 วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม สาขาวิศวกรรมพลังงาน 2562-ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม