รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศ ด้วยโปรแกรมออโต้แคด

Air Conditioning Motor Control Center Cabinet Design With AutoCAD

โดย

นาย นพดล วงค์แก่น 6423200010

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า 1

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566

หัวข้อโครงงาน	การออกแบบตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศด้วยโปรแกรมออโต้แคด Air Conditioning Motor Control Center Cabinet Design With AutoCAD
รายชื่อผู้จัดทำ	นายนพดล วงค์แก่น รหัสนักศึกษา 6423200010
หลักสูตร	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....อาจารย์นิเนศ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร)

.....ผู้นิเทศ
(นายทนงศักดิ์ อำพนเกียรติ)

.....กรรมการกลาง
(ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษา ณ แผนกวิศกรรมไฟฟ้าและเครื่องกลบริษัท ที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่) ตั้งแต่วันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2566 ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดีส่งผลให้ (ผู้จัดทำ/คณะผู้จัดทำ) ได้รับความรู้ ประสบการณ์ทำงานต่างๆ และความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและสามารถนำความรู้ประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากบริษัททีที.ที.อี.คอนสตรัคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่) ที่ให้โอกาส (ผู้จัดทำ/คณะผู้จัดทำ) เข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรม สอนงาน และช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูง ณ ที่นี้ จากการสนับสนุนหลายฝ่าน ดังนี้

1) นายทนงศักดิ์ อำพนเกียรติ (ผู้บริหารงานที่ปรึกษา)

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร (อาจารย์ที่ปรึกษา)

3) ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า (อาจารย์ผู้ร่วมให้คำแนะนำ)

และบุคคลที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

(ผู้จัดทำ/คณะผู้จัดทำ) หวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ บริษัท ที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่) และผู้สนใจปฏิบัติสหกิจศึกษาของบริษัทเพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทำความเข้าใจและพัฒนาโครงงานต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของสนใจทั่วไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด (ผู้จัดทำ/คณะผู้จัดทำ) ก็ขออภัยมา ณ ที่นี้

นพดล วงค์แก่น
ผู้จัดทำ/คณะผู้จัดทำ
วันที่ 8 ธันวาคม 2566

หัวข้อโครงงาน : การออกแบบตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศ ด้วยโปรแกรมออโต้แคด

หน่วยกิต : 5 หน่วยกิต

ผู้จัดทำ : นายนพดล วงค์แก่น รหัสนักศึกษา 6423200010

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

หลักสูตร : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา 1/2566

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอเกี่ยวกับการออกแบบตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศด้วยโปรแกรมออโต้แคด โครงงานนี้เข้าไปปฏิบัติงานที่บริษัทที.ที.อี.คอนสตรัคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่) จังหวัดกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่วันที่ 17 สิงหาคม 2566 ถึงวันที่ 6 ธันวาคม 2566 ในการออกแบบครั้งนี้ประกอบไปด้วย การเลือกใช้อุปกรณ์ การออกแบบขนาดของตู้ควบคุม และการตรวจสอบมาตรฐานในการทำงานของตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศ การปฏิบัติงานครั้งนี้มีปัญหาเกิดขึ้นมากมายแต่ปัญหาเหล่านี้ก็ได้รับการแก้ไขเป็นอย่างดี และได้รับการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีจากผู้เชี่ยวชาญในแผนก โครงงานนี้ทำให้มีความรู้และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ จึงทำให้สามารถปฏิบัติงานการออกแบบตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศด้วยโปรแกรมออโต้แคดได้อย่างราบรื่น

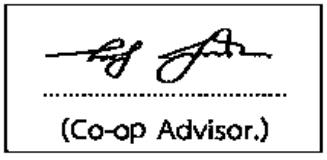
คำสำคัญ : ออโต้แคด, อุปกรณ์, การออกแบบ

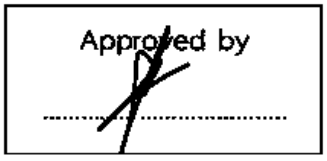
Project Title	Air Conditioning Motor Control Center Cabinet Design With AutoCAD
Credits	5 Units
By	Mr\Napadon Wongkaen 6423200010
Advisor	Asst\Prof\Vyapote Supabowornsathian
Degree	Bachelor of Engineering
Major	Electrical Engineering
Faculty	Engineering
Semester/ Academic year	1/2023

Abstract

This cooperative education project presents the air conditioning motor control center cabinet design with AutoCAD. The wort was conducted at T.T.E. Construction Co., Ltd. from August 17, 2023 to December 6, 2023. The design consisted of equipment selection, dimensions of the control cabinet design, and inspection of the work standards of the air conditioning motor control center cabinet. Many problems were encountered during the study, but they were solved by consulting experts in the department. This project crealed knowledge and helped to solve problems systematically. Thus, the air conditioning motor control center cabinet design with AutoCAD was carried out smoothly.

Keywords : AutoCAD, Equipment, Design





สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน ก

กิตติกรรมประกาศ ข

บทคัดย่อ ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) ง

สารบัญตาราง จ

สารบัญภาพ ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ประวัติสถานประกอบการโดยสังเขป 1

1.1.1 ลักษณะการประกอบการ 1

1.1.2 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร 2

1.1.3 บริษัท ที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัดประกอบด้วยหน่วยงานขึ้นตรง 3

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 4

1.3 วัตถุประสงค์ 4

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature)

2.1 ความรู้พื้นฐานด้านระบบไฟฟ้า 6

2.1.1 แบบระบบไฟฟ้าที่ดี 7

2.1.2 มาตรฐาน 7

2.1.3 สายไฟฟ้า 8

2.1.4 ท่อร้อยสาย 13

2.1.5 รางเดินสาย 18

2.1.6 บัสบาร์ 20

2.1.7 ตารางพิกัดกระแสการเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายแต่ละชนิด วสท 24

2.1.8 ตารางพิกัดกระแสการเดินสายไฟฟ้าบนรางเคเบิ้ลแต่ละชนิด วสท 27

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2 หลักการในการออกแบบตู้ควบคุม โรงงานชิลเลอร์ 33
2.2.1 ข้อมูลสเปคของชิลเลอร์ 33
2.2.2 ข้อมูลสเปคของปั๊ม CHP 35
2.2.3 ข้อมูลสเปคของปั๊ม CDP 38
2.2.4 ข้อมูลสเปคของคูลลิ่งทาวเวอร์ 41
2.2.5 ข้อมูลสเปคของมอเตอร์หัวขับวาล์ว 42
2.2.6 ตารางพิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย 44
2.2.7 คำนวณพิกัดกระแสและอุปกรณ์ป้องกันพร้อมขนาดสายตัวนำ 44
2.2.8 รูปแบบอุปกรณ์ป้องกันขนาดและชุดคอนโทรล 50
2.2.9 รูปแบบตู้ซิงกิลไลน์ไดแกรมและวงจรควบคุมโดยใช้โปรแกรมออโต้แคด2018ในการออกแบบ 61

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 รายละเอียดการปฏิบัติงานโครงงาน 68
3.1.1 ภาพขณะปฏิบัติงาน 68
3.1.2 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 73
3.1.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 73
3.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 74
3.2 รายละเอียดการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย 74

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน

4.1 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน 75
4.2 ผลการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย 75

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน 76
5.1.1 สรุปผลโครงงานการปฏิบัติสหกิจศึกษา 76
5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงงาน 76

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.1.3 ข้อเสนอแนะ	76
5.2 สรุปผลการปฏิบัติสหกิจศึกษา	76
5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	76
5.2.2 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	76
5.2.3 ข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม	78
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก หนังสือยินยอมให้เผยแพร่รายงาน/โครงการสหกิจศึกษา	80
ภาคผนวก ข ภาพการนิเทศงานของอาจารย์	82
ภาคผนวก ค การปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา	86
ภาคผนวก ง การสอบโครงงานสหกิจศึกษา	94
ภาคผนวก จ การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์	97
ประวัติผู้จัดทำ	99

สารบัญตาราง

	หน้า
รูปที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศไทย	9
รูปที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบสีฉนวนสายไฟฟ้า	9
รูปที่ 2.3 ตารางสาย60227 IEC 01	10
รูปที่ 2.4 ตารางสาย60227 IEC 02(f)	11
รูปที่ 2.5 ตารางสายFD-0.6/1KV-CV	12
รูปที่ 2.6 ตารางจำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย60227 IEC 01	14
รูปที่ 2.7 ตารางจำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายFD-0.6/1KV-CV	14
รูปที่ 2.9 ตารางขนาดท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)	15
รูปที่ 2.11 ตางรางขนาดท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)	16
รูปที่ 2.13 ตารางขนาดท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)	16
รูปที่ 2.15 ตารางขนาดท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit)	17
รูปที่ 2.20 ตารางตามมาตรฐาน DIN 4367	23
รูปที่ 2.21 ตารางตามมาตรฐาน BS 159	23
รูปที่ 2.22 ตารางตามมาตรฐาน ANSI C77.20	24
รูปที่ 2.23 ตารางตามมาตรฐาน IEC 439-1	24
รูปที่ 2.24 ตารางที่ 5-20 ท่อร้อยสาย	25
รูปที่ 2.25 ตารางที่ 5-27 ท่อร้อยสาย	26
รูปที่ 2.26 ตารางที่ 5-30 รางเคเบิ้ล	27
รูปที่ 2.27 ตารางที่ 5-30 (ก) รางเคเบิ้ล	28
รูปที่ 2.28 ตารางที่ 5-31 รางเคเบิ้ล	29
รูปที่ 2.29 ตารางที่ 5-32 รางเคเบิ้ล	30
รูปที่ 2.30 ตารางที่ 5-32 (ก) รางเคเบิ้ล	31
รูปที่ 2.31 ตารางที่ 5-33 รางเคเบิ้ล	32
รูปที่ 2.32 ข้อมูลสเปคของชิลเลอร์	33
รูปที่ 2.33 พิกัดกระแสชิลเลอร์	34
รูปที่ 2.34 ตารางสรุปประสิทธิภาพของชิลเลอร์	34
รูปที่ 2.37 ตารางจำนวนขดลวดมอเตอร์ปั๊มCHP	36
รูปที่ 2.38 ตารางโหลดมอเตอร์ปั๊มCHP	37
รูปที่ 2.41 ตารางจำนวนขดลวดมอเตอร์ปั๊มCDP	39

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.42 ตารางโหลดมอเตอร์ปั๊มCDP	40
รูปที่ 2.47 ตารางตารางพิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย	44
รูปที่ 2.52 ตารางเทียบชุดสตาร์ทแมกเนติก สตาร์-เดลต้า	53
รูปที่ 2.53 รูปตาราง แมกเนติก / โอเวอร์รัเลย์	54
รูปที่ 2.54 รูปตารางต่อ แมกเนติก / โอเวอร์รัเลย์	55
รูปที่ 2.55 รูปตาราง ไทร์เมอร์หน่วงเวลาสลับการทำงานมอเตอร์แบบ สตาร์-เดลต้า	56
รูปที่ 2.56 รูปตาราง รีเลย์การนำมาใช้งานสำหรับสลับการทำงานหลอดไฟฟ้า(ON-OFF)	57

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.8 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit) 15

รูปที่ 2.10 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit) 15

รูปที่ 2.12 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing) 16

รูปที่ 2.14 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit) 17

รูปที่ 2.16 รางไฟไวร์เวย์ (Wire Way) 18

รูปที่ 2.17 รางไฟเคเบิ้ลเทรย์ (Cable Tray) 19

รูปที่ 2.18 รางเคเบิ้ลแลดเดอร์ (Cable Ladder) 20

รูปที่ 2.19 บัสบาร์ (Busbar Table) 22

รูปที่ 2.35 แบบตัวเครื่องชิลเลอร์ 35

รูปที่ 2.36 รูปแบบมอเตอร์ปั๊มCHP 35

รูปที่ 2.39 รูปแบบขนาดปั๊มCHP 38

รูปที่ 2.40 รูปแบบมอเตอร์ปั๊มCDP 38

รูปที่ 2.43 รูปแบบขนาดปั๊มCDP 41

รูปที่ 2.44 รูปแบบและข้อมูลสเปคของคูลลิ่งทาวเวอร์ 41

รูปที่ 2.45 มอเตอร์หัวขับวาล์ว 42

รูปที่ 2.46 แบบวายริ่งคอนโทรลมอเตอร์หัวขับวาล์ว 43

รูปที่ 2.48 เมนแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์(Main Air circuit breaker) ของตู้AMCC 50

รูปที่ 2.49 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของชิลเลอร์ 51

รูปที่ 2.50 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของปั๊มCHP และ CDP 52

รูปที่ 2.51 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของมอเตอร์พัดลม คูลลิ่งทาวเวอร์ 52

รูปที่ 2.57 รูปไพล็อทแลมป์สีเขียว 58

รูปที่ 2.58 รูปไพล็อทแลมป์สีแดง 58

รูปที่ 2.59 รูปไพล็อทแลมป์สีเหลือง 59

รูปที่ 2.60 รูปสวิตช์ปุ่มกด(Push Buttons Switches) สีเขียว 59

รูปที่ 2.61 รูปสวิตช์ปุ่มกด(Push Buttons Switches) สีแดง 60

รูปที่ 2.62 รูปสวิตช์ลูกศร 3ทาง (รีเทิร์น) 2NO 60

รูปที่ 2.63 รูปหน้าปกแบบ 61

รูปที่ 2.64 รูปสารบัญแบบและสัญลักษณ์ 61

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.65 รูปแบบตู้AMCC 62
รูปที่ 2.66 วายริ่งเพาเวอร์ไดอะแกรม 62
รูปที่ 2.67 ซิงเกิ้ลไลน์ไดอะแกรม 63
รูปที่ 2.68 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมมอเตอร์ไดวาล์ว(MV/CHS-01) 63
รูปที่ 2.69 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมมอเตอร์ไดวาล์ว(MV/CDR-01) 64
รูปที่ 2.70 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมปั๊ม(CHP-01) 64
รูปที่ 2.71 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมปั๊ม(CHP-02) 65
รูปที่ 2.72 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมปั๊ม(CDP-01) 65
รูปที่ 2.73 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมปั๊ม(CDP-02) 66
รูปที่ 2.74 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมมอเตอร์พัดลมคูลลิ่งทาวเวอร์ 66
รูปที่ 2.75 แบบติดตั้งรางเคเบิ้ลเทย์จากตู้ MDB ไปตู้ AMCC 67
รูปที่ 2.76 แบบติดตั้งรางเคเบิ้ลเทย์จากตู้ AMCC ไปที่โหลด 67
รูปที่ 3.1 ระหว่างทำการออกแบบตู้AMCC 68
รูปที่ 3.2 ถอดปริมาณวัสดุ 68
รูปที่ 3.3 ตรวจสอบการวายริ่งคอนโทรล 69
รูปที่ 3.4 ตรวจสอบการวงจรสายควบ 69
รูปที่ 3.5 ตรวจสอบความเป็นฉนวนสายไฟฟ้า 70
รูปที่ 3.6 ตรวจสอบการขันทอร์คน็อตหัวสายไฟฟ้า 70
รูปที่ 3.7 ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนออนไฟเข้าระบบ 71
รูปที่ 3.8 ตรวจเช็คการหมุนเฟส (Phase Rotation) 71
รูปที่ 3.9 ตรวจเช็คการทำงานชุดคอนโทรล 72
รูปที่ 3.10 ออนไฟฟ้าเทสรันระบบ 72
รูปที่ 3.11 ตรวจวัดอุณหภูมิจุดต่อสายไฟฟ้า ขณะ เทสรันเครื่อง 73

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติสถานประกอบการโดยสังเขป

บริษัท ที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด 5/5 ซอยรามอินทรา 5แยก 7-2 แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

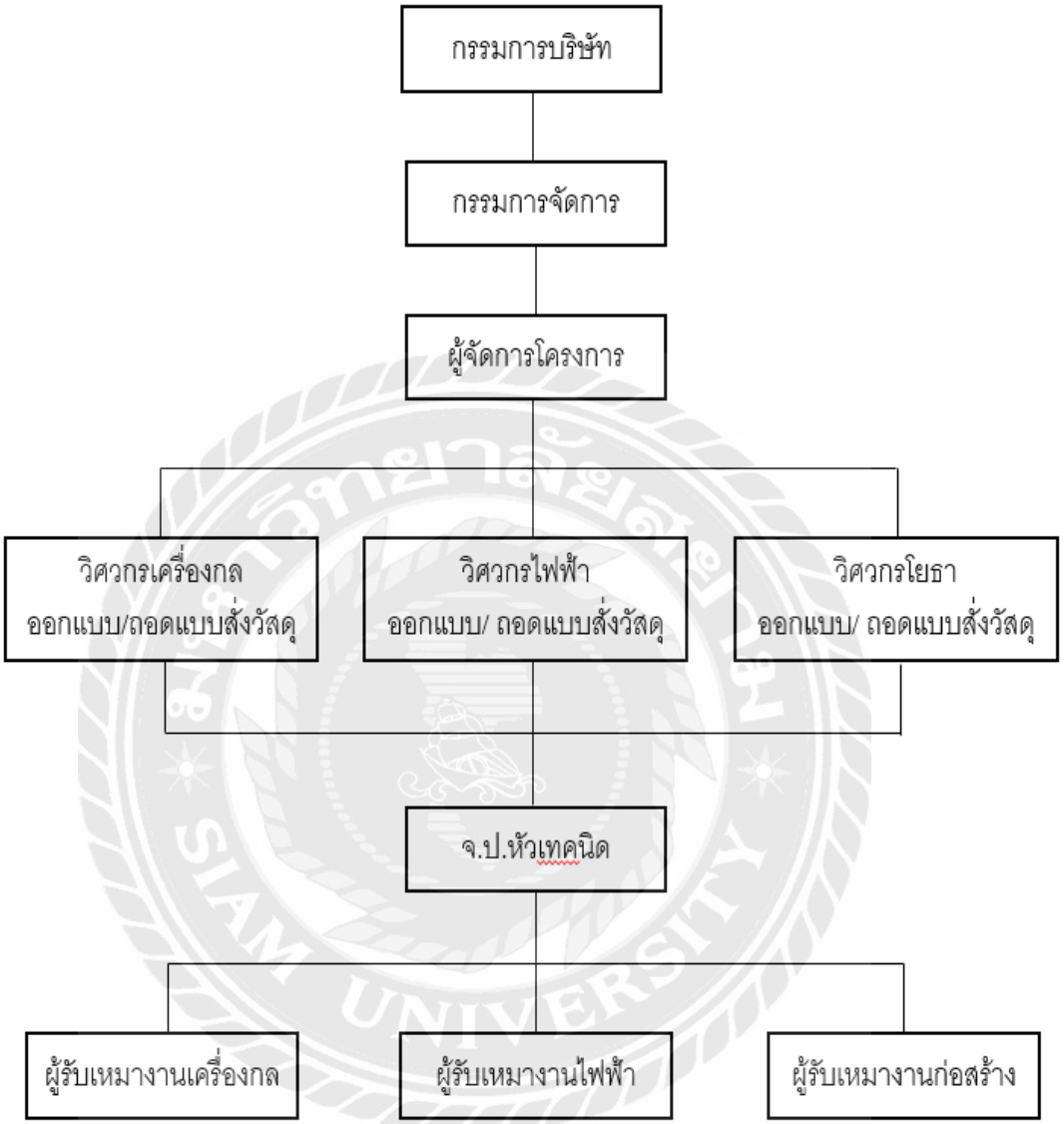
คลิกลิงค์ https://www.dataforthai.com/company/0105553092808/

รูปที่ 1.1 รูปที่ตั้งสถานประกอบการ

1.1.1 ลักษณะการประกอบการ

ประกอบกิจการออกแบบติดตั้ง ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และ เครื่องทำความเย็นทุกชนิด รวมถึงงานก่อสร้าง

1.1.2 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร



1.1.3 บริษัท ที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัดประกอบด้วยหน่วยงานขึ้นตรง ดังนี้

(1) กรรมการบริษัท มีหน้าที่ กำกับ ติดตาม และดูแลให้มั่นใจได้ว่าการปฏิบัติหน้าที่ของคณะกรรมการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุตาม วัตถุประสงค์และเป้าหมายหลักขององค์กร 2. กำกับดูแลให้มั่นใจว่ากรรมการทุกคนมีส่วนร่วมในการส่งเสริมให้เกิดวัฒนธรรมองค์กรที่มีจริยธรรมและการกำกับ ดูแลกิจการที่ดี

(2) กรรมการจัดการ ขอบเขต อำนาจหน้าที่ และความรับผิดชอบของกรรมการผู้จัดการดำเนินการในการบริหารกิจการของบริษัทให้เป็นไปตามแผนงาน และงบประมาณที่คณะกรรมการบริษัทได้อนุมัติไว้ ดำเนินการในการบริหารกิจการของบริษัทให้เป็นไปวัตถุประสงค์ นโยบาย ระเบียบ ข้อบังคับ คำสั่ง หรือมติที่ประชุมคณะกรรมการบริษัท หรือมติที่ประชุมคณะกรรมการบริหารทุกประการ

(3) ผู้จัดการโครงการ ผู้จัดการโครงการ มีหน้าที่คิด สร้างสรรค์ วางแผน ดำเนินการติดตาม ควบคุมโครงการ และส่งมอบโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยทรัพยากร ความเชี่ยวชาญ และความรู้ที่มีอยู่ในเกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร

(4) วิศวกรเครื่อง วิศวกรเครื่องกลมีหน้าที่หลักในการออกแบบ คำนวณ สร้าง และสำรวจข้อผิดพลาดพร้อมหาวิธีซ่อมแซมเครื่องกลที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเครื่องจักรกลมีหลายชนิด เช่น ปั๊ม ชิลเลอร์ คูลลิ่งทาวเวอร์ เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ ดังนั้นวิศวกรเครื่องกล จึงควรมีความรู้เรื่องเครื่องกลเป็นอย่างดี

(5) วิศวกรไฟฟ้า วิศวกรไฟฟ้า คือผู้ทำหน้าที่วางแผน ออกแบบ งานระบบตู้คอนโทรล ดูแลรักษา ตรวจสอบ ซ่อมบำรุง และใช้ความรู้ที่มีในการแก้ไขปัญหา เกี่ยวกับระบบไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือระบบวงจรต่างๆ ที่เกี่ยวกับไฟฟ้า ซึ่งเป็นอาชีพที่งานค่อนข้างกว้าง ตั้งแต่เครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือนจนถึงระดับมหภาคอย่างการไฟฟ้าของประเทศ

(6) วิศวกรโยธา ผู้ปฏิบัติงานอาชีพนี้ ได้แก่ผู้วางแผน จัดระบบงานและควบคุมงานสร้างถนน สะพาน อุโมงค์ และสิ่งอำนวยความสะดวกในการขนส่งต่างๆ ทำงานเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคาร ตลอดจน การติดตั้งการใช้ และการบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิก และระบบสุขาภิบาล ทำการตรวจตรา และทดสอบทำงานวิจัยและให้คำแนะนำทางเทคนิคต่างๆ

(7) จ.ป.เทคนิค คือ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับหัวหน้างาน ที่บริษัทส่งไปอบรมเพื่อเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับเทคนิคเพิ่มเติมตามที่กฎหมายกำหนด มักพบในสถานประกอบกิจการที่มีลูกจ้างตั้งแต่ 20 คน แต่ไม่เกิน 50 คน โดย จป. เทคนิค จะทำหน้าที่ตรวจสอบและเสนอแนะให้นายจ้างปฏิบัติตามกฎหมายความปลอดภัย ตรวจสอบ วิเคราะห์ และจัดทำรายงาน

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สืบเนื่องจากภาคอุตสาหกรรมบริษัท ไทยมิตซูวา จำกัด (มหาชน) อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000 ที่เป็นผู้ผลิตอะไหล่รถยนต์ ยี่ห้อดังต่างๆในประเทศ ได้มีโครงการที่จะเปลี่ยนระบบเดิมจากเครื่องทำความเย็นด้วยน้ำระบายความร้อนด้วยอากาศให้เป็นระบบทำความเย็นด้วยน้ำระบายความร้อนด้วยน้ำแทนระบบเดิม โดยทางผู้ว่าจ้างบริษัท ไทยมิตซูวา จำกัด (มหาชน) ได้มอบหมายให้ผู้รับจ้างเป็นบริษัท ที.ที.อี.คอนสตรัคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่)เป็นผู้ออกแบบติดตั้งและจัดซื้ออุปกรณ์ทั้งหมดรวมถึง Chiller/Pump/Cooling Tower

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้จัดทำจึงได้จัดทำรายงาน งานออกแบบตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศ ณ บริษัท ไทยมิตซูวา จำกัด (มหาชน) อำเภอเมืองปทุมธานี โดยมีเนื้อหาการเรียนรู้ดังนี้ ได้ทบทวนในงานออกแบบและคำนวณโหลดเครื่องเป็นประจำเพื่อไม่ให้การปฏิบัติงานในครั้งต่อไปมีความคาดเคลื่อน โดยฝึกปฏิบัติและพัฒนาความรู้เป็นประจำ ซึ่งผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดทำรายงานในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงาน

1.3 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการปฏิบัติงานในด้านออกแบบระไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อฝึกทักษะในการเลือกใช้อุปกรณ์

1.2.3 เพื่อฝึกทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้จากทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติงานจริง

1.2.4 เพื่อเป็นแนวทางและประสบการณ์ในการไปทำงานออกแบบจริง

1.2.5 เพื่อฝึกความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

1.2.6.เพื่อศึกษามาตรฐานการออกแบบบริภัณฑ์ไฟฟ้า

1.2.7.เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในทางด้านวิศวกรรม

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ออกแบบระบบควบคุม โรงงานชิลเลอร์

1.3.2 แสดงผลข้อมูลการคำนวณ

1.3.3 การศึกษามาตรฐาน วสท

1.3.4 แสดงแผนภาพ Single line Diagram และ Layout

1.3.5 แสดงแผนภาพ โรงงานชิลเลอร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีความรู้และประสบการณ์เพิ่มมากขึ้น

1.4.2 เป็นแนวทางที่จะนำไปต่อยอดในการทำงานและสามารถนำผลงานการออกแบบไปใช้งานได้จริง

1.4.3 มีความรับผิดชอบและเข้าใจการทำงานมากขึ้น

1.4.4.สามารถคิดวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของงาน

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานด้านระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้า หมายถึงลักษณะการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า ตามประเภท การใช้งาน โดยส่งจากสถานีไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าแรงสูง สถานีไฟฟ้าย่อย หม้อแปลงแปลงไฟฟ้าให้ต่ำลงไปยังบ้านพักอาศัย สำนักงาน หรือโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่บ้านเรือนทั่วไปนั้นก็ใช้หลักการไหลแบบเดียวกัน คือ เริ่มจาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โรงงานผลิตไฟฟ้า ผ่านกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงมาตามสายไฟฟ้า (ซึ่งประกอบด้วยเส้น ลวดอลูมิเนียมจำนวนมาก) มาจนกระทั่งถึงสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งมีหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามความต้องการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากการส่งกระแสไฟฟ้าได้ผ่านมาตามสายไฟฟ้าในระยะทางไกล จะ ทำให้มีการสูญเสียแรงดันไฟฟ้าส่วนหนึ่ง เมื่อส่งไฟฟ้ามาถึงพื้นที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าก็จะต้องลด แรงดันไฟฟ้าลงระดับหนึ่งเพื่อลดอันตราย เมื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้พอเหมาะแล้วก็จะส่งตามสายไฟฟ้า มายังหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ติดอยู่ตามเสาไฟฟ้าในแหล่งชุมชนนั้นๆ เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกครั้งก่อน ส่งผ่านเข้าสู่อาคารบ้านเรือน เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจากกิจกรรมต่างๆ ในอาคารบ้านเรือนก็จะไหลกลับไปตามสายไฟฟ้าอีกเส้นหนึ่งสู่แหล่งกำเนิดอีกครั้ง ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการครบวงจรการไหลของกระแสไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฯส่งจ่ายไปยังบ้านเรือนทั่วไปเรียกว่าระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระบบด้วยกัน ในการใช้งานนั้นการไฟฟ้าฯจะพิจารณาให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าว่าจะ ใช้ระบบใด โดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประเภทและจำนวนของ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน ระบบไฟฟ้าแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ ดังนี้ 1. ระบบไฟฟ้า 1 เฟส คือระบบไฟฟ้าที่มีสายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้น เส้นที่มีไฟเรียกว่าสายไฟหรือสาย เฟส หรือสายไลน์ เขียนแทนด้วยตัวอักษร L (Line) เส้นที่ไม่มีไฟเรียกว่าสายนิวทรอล หรือสายศูนย์ เขียน แทนด้วยตัวอักษร N (Neutral) ทดสอบได้โดยใช้ไขควงวัดไฟ เมื่อใช้ไขควงวัดไฟแตะสายเฟส หรือสายไฟ หรือสายไลน์ หลอดไฟเรืองแสงที่อยู่ภายไขควงจะติด สำหรับสายนิวทรอล หรือสายศูนย์ จะไม่ติด แรงดันไฟฟ้าที่ใช้มีขนาด 220 โวลท์ (Volt) ใช้สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก 2. ระบบไฟฟ้า 3 เฟส คือระบบไฟฟ้าที่มีสายเส้นไฟจำนวน 3 เส้น และสายนิวทรอล 1 เส้น จึงมีสายรวม 4 เส้น ระบบไฟฟ้า 3 เฟส สามารถต่อใช้งานเป็นระบบไฟฟ้า 1 เฟส ได้โดยการต่อจากเฟสใดเฟสหนึ่ง และสายนิวทรอลอีกเส้นหนึ่งแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสเส้นใดเส้นหนึ่งกับสายนิวทรอลมีค่า 220 โวลท์ และแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสด้วยกันมีค่า 380 โวลท์ระบบนี้จึงเรียกว่าระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 220/380 โวลท์ระบบนี้มีข้อดีคือสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าระบบ 1 เฟส ถึง 3

เท่า จึงเหมาะสมกับ สถานที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้ามากๆ เช่น อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เป็นต้น

2.1.1 แบบระบบไฟฟ้าที่ดี

(1) ความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ (Safety) ระบบไฟฟ้ากำลังที่ออกแบบต้องให้ความปลอดภัยอย่างสูงต่อผู้ปฏิบัติงาน ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า และต่อสถานที่โครงการไชด์งานไฟฟ้าการ ที่ระบบไฟฟ้าจะสามารถให้ความปลอดภัยอย่างสูงได้นั้นผู้ออกแบบจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานต่างๆ ที่ เกี่ยวข้อง มาตรฐานที่ใช้กันมากในระบบไฟฟ้า

(2) ค่าลงทุนเริ่มแรกที่ต่ำที่สุด (Minimum initial investment) งบประมาณของเจ้าของโครงการจะเป็นตัวกำหนดที่สำคัญชองโครงการว่าผู้ออกแบบควรจะเลือกระบบใด การที่จะสามารถลดค่าลงทุนเริ่มแรกได้นั้นจะต้องพิจารณาถึงอุปกรณ์ไฟฟ้า การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ พื้นที่ว่างที่ต้องใช้สำหรับอุปกรณ์ เช่น พื้นที่กว้าง ยาว ลึก ตู้ควบคุมเครื่องจักร เพื่อให้ทราบถึงค่าเริ่มต้นของค่าใช้จ่ายในระบบ

(3) ระบบไฟฟ้าต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง (Maximum service continuity) ระดับของความต้องการไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและความเชื่อถือได้reliability ของระบบไฟฟ้า นั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของโหลด สถานประกอบการและกระบวนการผลิต

2.1.2 มาตรฐาน

การออกแบบระบบไฟฟ้า จะต้องออกแบบตามมาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆ ซึ่งแบ่งออกได้ เป็น 2 อย่างคือ มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าและมาตรฐานการติดตั้งระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งมาตรฐานแต่ล่ะ อย่างยังแบ่งออกได้อีก 2 อย่าง คือ

(1) มาตรฐานสากลในการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้ามาตรฐานสากลในการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าเนื่องจากหลายๆประเทศโดยเฉพาะประเทศในทวีปยุโรปมีมาตรฐาการติดตั้งระบบ และอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นของตนเองซึ่งจะมีความแตกต่างในรายละเอียดต่างๆเป็นอย่างมากดังนั้น International Electrotechnical Commission (IEC) จึงได้จัดทำมาตรฐานเกี่ยวกับการติดตั้งและอุปกรณ์ไฟฟ้าขึ้นในปี 1972 คือ IEC 60364 “Electrical Installation of buildings” ซึ่งมีหลายฉบับ ได้แก่

1) IEC 60364-1 “Scope, Object and Definitions”
2) IEC 60364-2 “Fundamental Principles”
3) IEC 60364-3 “Assessment of General Characteristics”
4) IEC 60364-4 “Protection for Safety”

5) IEC 60364-5 “Selection and Erection of Electrical Equipment”

6) IEC 60364-7 “Requirement for special installations or Locations”

(2) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยนั้น ในอดีตการไฟฟ้านครหลวง(กฟน.) และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค(กฟภ.) ต่างมีมาตรฐานของตนเองข้อกำหนดส่วนมากจะเหมือนกันแต่ก็มีบางส่วนที่ต่างกันทำให้ผู้ออกแบบระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดความสับสน ด้วยเหตุนี้ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่ง ประเทศไทย(ว.ส.ท.) ด้วยความร่วมมือจากการไฟฟ้าทั้งสอง แห่งดังกล่าวได้จัดทำ“มาตรฐานการติดตั้ง ทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย” ขึ้นเพื่อให้ทั้งประเทศมีมาตรฐานเรื่องการติดตั้งทางไฟฟ้าเพียงฉบับเดียว มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับใหม่นี้ เนื้อหาส่วนมากจะแปล และเรียบเรียงจาก NEC และมีความพยายามที่จะนำมาตรฐานของ IEC มาใช้ด้วย โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้จะต้องได้ มาตรฐาน IEC 60898 และ IEC 60947-2 เป็นต้น ระบบไฟฟ้า ของประเทศไทยที่ใช้กันอยู่ ปัจจุบันเป็นระบบ 220/380 V. ความถี่50 Hz.ระบบดังกล่าว มีข้อดีกว่า ระบบ 110/220 V. ความถี่60 Hz. ตรงที่ จ่ายไฟออกมาในแรงดันสูง มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการวางระบบจำหน่ายต่ำกว่า การขยายเขตให้บริการทางไฟฟ้าทำได้กว้างกว่าแบบ 110/220 V มีการสูญเสียพลังงาน น้อยกว่า แรงดันสูงปริมาณกระแสน้อย จึงใช้สายส่งที่มีขนาดเล็กกว่า ส่วนระบบ 110/220 V. ความถี่60 Hz. มีข้อดีที่ มีความถี่สูง เมื่อนำไปใช้งานกับพวกมอเตอร์ จะให้กำลังมอเตอร์ที่มากกว่า แต่ก็กินกระแสไฟสูงกว่า

2.1.3 สายไฟฟ้า

สายไฟเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปยังอีก ที่หนึ่งโดยกระแสไฟฟ้าจะเป็นตัวนำพลังงานไฟฟ้าผ่านไปตามสายไฟจนถึงเครื่องใช้ไฟฟ้า สายไฟทำด้วยสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ เรียกว่าตัวนำไฟฟ้า และตัวนำไฟฟ้าที่ใช้ทำสายไฟเป็นโลหะที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ดี ลวดตัวนำแต่ละ ชนิดยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ต่างกัน ตัวนำไฟฟ้าที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากเรียกว่ามีความนำ ไฟฟ้ามากหรือมี ความต้านทานไฟฟ้าน้อย ลวดตัวนำจะมีความต้านทานไฟฟ้าอยู่ด้วย โดยลวดตัวนำที่มี ความต้านทานไฟฟ้ามากจะยอม ให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อย ความสัมพันธ์ระหว่างความนำไฟฟ้ากับความ ต้านทานไฟฟ้ามีได้ดังนี้

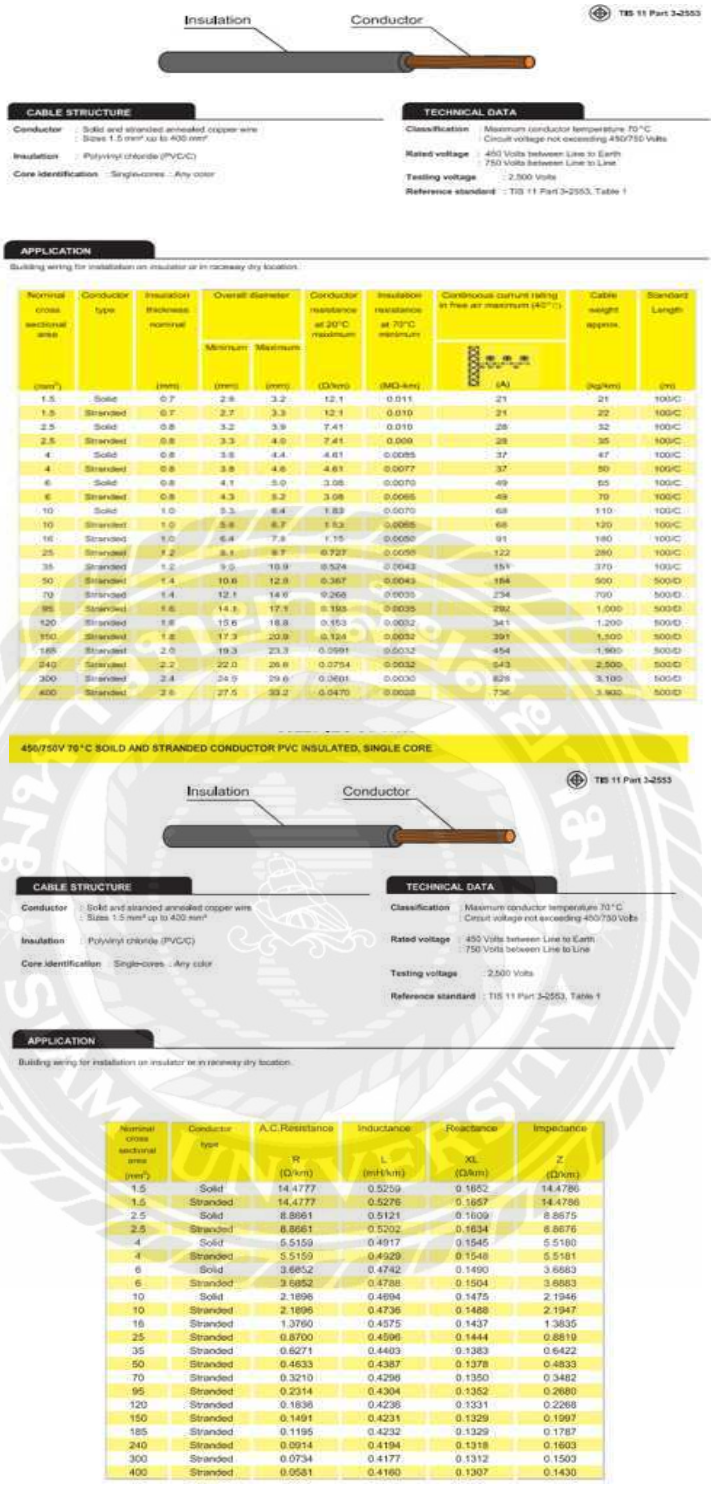
ความนำไฟฟ้า หมายถึงสมบัติในการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในลวดตัวนำแต่ละชนิดความต้านทานไฟฟ้า หมายถึงสมบัติการต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า หน่วยของความ ต้านทาน คือ โอห์มลวดตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มาก เรียกว่ามีความนำไฟฟ้ามากหรือมีความต้านทานไฟฟ้าน้อยลวดตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อย เรียกว่า มีความนำไฟฟ้าน้อย หรือมีความต้านทานไฟฟ้ามากดังนั้น ความนำไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าจึงเป็นสัดส่วนผกผันซึ่งกันและกัน

	ประเทศสหรัฐอเมริกา	ประเทศไทย
ความถี่	60 Hz	50 Hz
ระบบไฟฟ้า	120/208V,277/480V	230/400V
สายไฟฟ้า	AWG	mm^2
มิติ	Inch, feet	m, mm
น้ำหนัก	Pound	kg.

รูปที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศไทย

ตารางเปรียบเทียบสีฉนวนสายไฟ	เก่า		ใหม่	
มาตรฐาน	มอก. 11-2531		มอก. 11-2553	
มาตรฐานการติดตั้ง วสท.	1 เฟส	3 เฟส	1 เฟส	3 เฟส
เส้นที่มีไฟ (L1)	●	●	●	●
เส้นที่มีไฟ (L2)	-	●	-	●
เส้นที่มีไฟ (L3)	-	●	-	●
สายนิวทรัล/สายเส้นศูนย์ (N)	●	●	●	●
สายดิน (G)	●	●	●	●

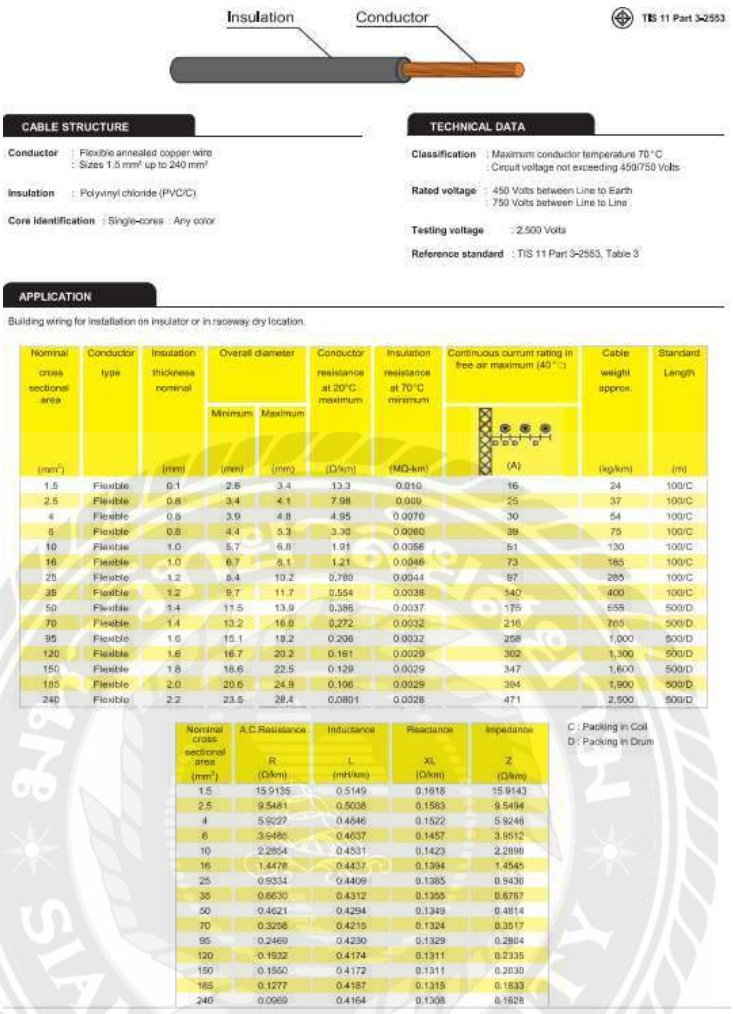
รูปที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบสีฉนวนสายไฟฟ้า



Nominal cross sectional area (mm²)	Conductor type	A.C.Resistance R (Ω/km)	Inductance L (mH/km)	Reactance XL (Ω/km)	Impedance Z (Ω/km)
1.5	Solid	14.4777	0.5259	0.1652	14.4786
1.5	Stranded	14.4777	0.5276	0.1657	14.4786
2.5	Solid	8.8661	0.5121	0.1609	8.8675
2.5	Stranded	8.8661	0.5202	0.1634	8.8676
4	Solid	5.5159	0.4917	0.1545	5.5180
4	Stranded	5.5159	0.4929	0.1548	5.5181
6	Solid	3.6852	0.4742	0.1490	3.6863
6	Stranded	3.6852	0.4788	0.1504	3.6863
10	Solid	2.1896	0.4694	0.1475	2.1946
10	Stranded	2.1896	0.4736	0.1488	2.1947
16	Stranded	1.3760	0.4575	0.1437	1.3835
25	Stranded	0.8700	0.4596	0.1444	0.8819
35	Stranded	0.6271	0.4403	0.1383	0.6422
50	Stranded	0.4633	0.4387	0.1378	0.4833
70	Stranded	0.3210	0.4296	0.1350	0.3482
95	Stranded	0.2314	0.4304	0.1352	0.2680
120	Stranded	0.1836	0.4236	0.1331	0.2268
150	Stranded	0.1491	0.4231	0.1329	0.1997
185	Stranded	0.1195	0.4232	0.1329	0.1787
240	Stranded	0.0914	0.4194	0.1318	0.1603
300	Stranded	0.0734	0.4177	0.1312	0.1503
400	Stranded	0.0581	0.4160	0.1307	0.1430

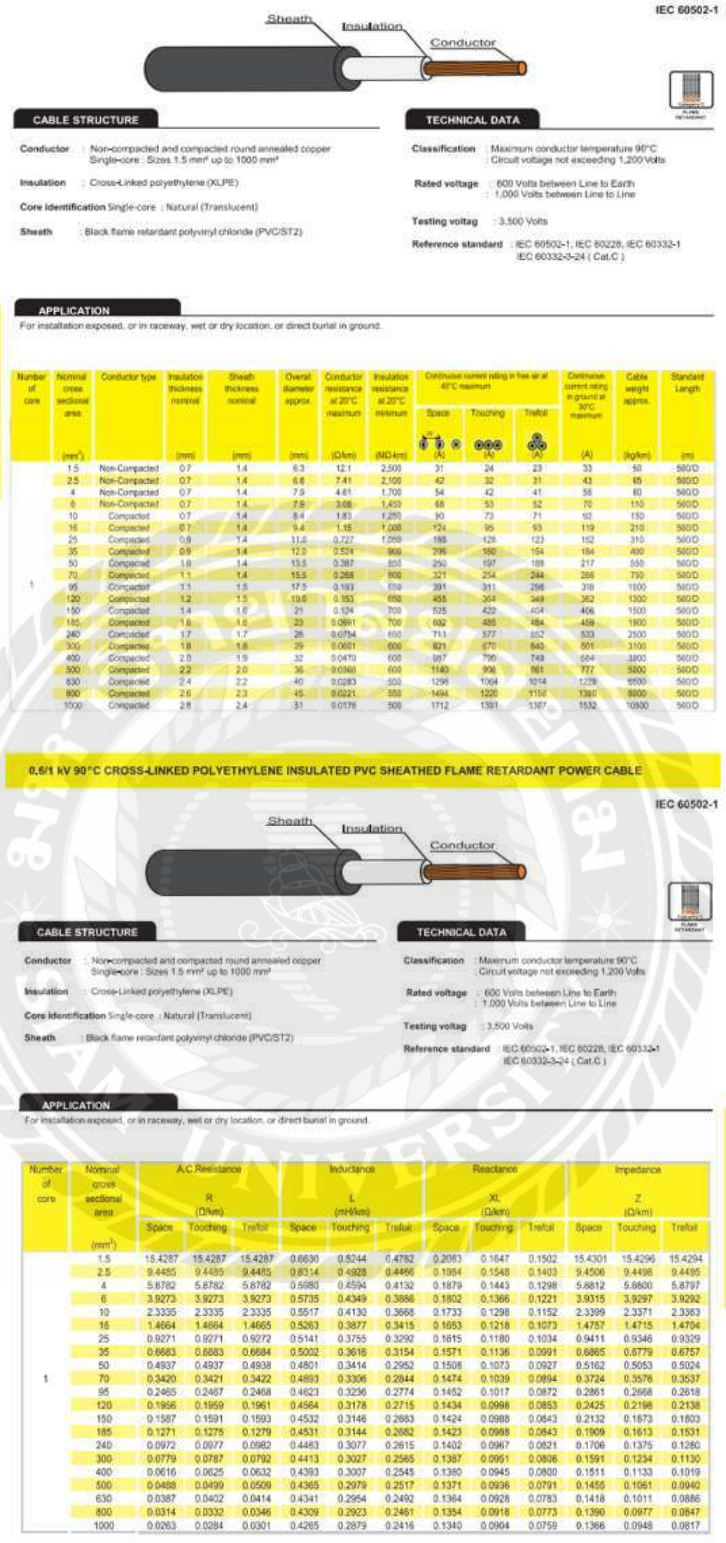
รูปที่ 2.3 ตารางสาย60227 IEC 01

2.1.3.1 สาย THW 60227 IEC 01 คือสายไฟฟ้าแกนเดียวไม่มีเปลือกชนิดตัวนำสายแข็งสำหรับงานทั่วไปรหัส 60227 IEC 01 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450/750 V หรือเรียกทั่วไปว่าสาย THW มีขนาด 1.5 ถึง 400mm^2 การใช้งาน ใช้งานทั่วไปเดินในช่องเดินสาย และต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย ห้าร้อยท่อฝังงดินหรือฝังดินโดยตรงห้ามเดินบน Cable Trays



รูปที่ 2.4 ตารางสาย60227 IEC 02(f)

2.1.3.2 สาย THW 60227 IEC 02(f) คือสายไฟฟ้าแกนเดียวไม่มีเปลือกชนิดตัวนำสายแข็งสำหรับงานทั่วไปรหัส 60227 IEC 02(f) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450/750 V หรือเรียกทั่วไปว่าสาย THW มีขนาด 1.5 ถึง 400mm^2 การใช้งาน เหมาะสำหรับเป็นสายเดินภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับงานติดตั้งถาวรเดินสายไฟฟ้าภายในต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า ชนิดหยิบยกได้ หรือต่อเข้าดวงโคมต่อเข้าเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและตู้คอนโทรลเป็นต้น



IEC 60502-1

Sheath Insulation Conductor

CABLE STRUCTURE

Conductor : Non-compacted and compacted round annealed copper
Single-core : Sizes 1.5 mm² up to 1000 mm²

Insulation : Cross-Linked polyethylene (XLPE)

Core identification Single-core : Natural (Translucent)

Sheath : Black flame retardant polyvinyl chloride (PVC/ST2)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 1,200 Volts

Rated voltage : 600 Volts between Line to Earth
: 1,000 Volts between Line to Line

Testing voltag : 3,500 Volts

Reference standard : IEC 60502-1, IEC 60228, IEC 60332-1
IEC 60332-3-24 (Cat.C)

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area	Conductor type	Insulation thickness nominal	Sheath thickness nominal	Overal diameter approx.	Conductor resistance at 20°C maximum	Insulation resistance at 20°C minimum	Continuous current rating in free air at 40°C maximum Space	Touching	Trefoil	Continuous current rating in ground at 30°C maximum	Cable weight approx.	Standard Length
	(mm²)		(mm)	(mm)	(mm)	(Ω/km)	(MΩ-km)	(A)	(A)	(A)	(A)	(kg/km)	(m)
1	1.5	Non-Compacted	0.7	1.4	6.3	12.1	2,500	31	24	23	33	60	500/D
	2.5	Non-Compacted	0.7	1.4	6.8	7.41	2,100	42	32	31	43	85	500/D
	4	Non-Compacted	0.7	1.4	7.9	4.61	1,700	54	42	41	55	80	500/D
	6	Non-Compacted	0.7	1.4	7.9	3.08	1,450	68	53	52	70	110	500/D
	10	Compacted	0.7	1.4	8.4	1.83	1,250	90	73	71	92	150	500/D
	16	Compacted	0.7	1.4	9.4	1.15	1,000	124	95	93	119	210	500/D
	25	Compacted	0.9	1.4	11.0	0.727	1,000	166	126	123	152	310	500/D
	35	Compacted	0.9	1.4	12.0	0.524	900	206	160	154	184	400	500/D
	50	Compacted	1.0	1.4	13.5	0.387	850	250	197	189	217	550	500/D
	70	Compacted	1.1	1.4	15.5	0.268	800	321	254	244	266	750	500/D
	95	Compacted	1.1	1.5	17.5	0.193	750	391	311	298	318	1000	500/D
	120	Compacted	1.2	1.5	19.0	0.153	750	455	364	349	362	1300	500/D
	150	Compacted	1.4	1.6	21	0.124	700	535	422	404	406	1500	500/D
	185	Compacted	1.6	1.6	23	0.0991	700	602	485	464	459	1900	500/D
	240	Compacted	1.7	1.7	26	0.0754	600	713	577	552	533	2500	500/D
	300	Compacted	1.8	1.8	29	0.0601	600	821	670	640	601	3100	500/D
	400	Compacted	2.0	1.9	32	0.0470	600	967	790	749	684	3800	500/D
	500	Compacted	2.2	2.0	36	0.0366	600	1140	906	861	777	5200	500/D
	630	Compacted	2.4	2.2	40	0.0283	550	1298	1064	1014	1228	6500	500/D
	800	Compacted	2.6	2.3	45	0.0221	550	1494	1220	1158	1380	8000	500/D
	1000	Compacted	2.8	2.4	51	0.0176	500	1712	1391	1307	1532	10900	500/D

0.6/1 kV 90°C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED PVC SHEATHED FLAME RETARDANT POWER CABLE

IEC 60502-1

Sheath Insulation Conductor

CABLE STRUCTURE

Conductor : Non-compacted and compacted round annealed copper
Single-core : Sizes 1.5 mm² up to 1000 mm²

Insulation : Cross-Linked polyethylene (XLPE)

Core identification Single-core : Natural (Translucent)

Sheath : Black flame retardant polyvinyl chloride (PVC/ST2)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 1,200 Volts

Rated voltage : 600 Volts between Line to Earth
: 1,000 Volts between Line to Line

Testing voltag : 3,500 Volts

Reference standard : IEC 60502-1, IEC 60228, IEC 60332-1
IEC 60332-3-24 (Cat.C)

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area	A.C Resistance R (Ω/km) Space	Touching	Trefoil	Inductance L (mH/km) Space	Touching	Trefoil	Reactance XL (Ω/km) Space	Touching	Trefoil	Impedance Z (Ω/km) Space	Touching	Trefoil
	(mm²)												
1	1.5	15.4287	15.4287	15.4287	0.6630	0.5244	0.4782	0.2083	0.1647	0.1502	15.4301	15.4296	15.4294
	2.5	9.4485	9.4485	9.4485	0.6314	0.4928	0.4466	0.1984	0.1548	0.1403	9.4506	9.4498	9.4495
	4	5.8782	5.8782	5.8782	0.5980	0.4594	0.4132	0.1879	0.1443	0.1298	5.8812	5.8800	5.8797
	6	3.9273	3.9273	3.9273	0.5735	0.4349	0.3686	0.1802	0.1366	0.1221	3.9315	3.9297	3.9292
	10	2.3335	2.3335	2.3335	0.5517	0.4130	0.3668	0.1733	0.1298	0.1152	2.3399	2.3371	2.3363
	16	1.4664	1.4664	1.4665	0.5263	0.3877	0.3415	0.1653	0.1218	0.1073	1.4757	1.4715	1.4704
	25	0.9271	0.9271	0.9272	0.5141	0.3755	0.3292	0.1615	0.1180	0.1034	0.9411	0.9346	0.9329
	35	0.6683	0.6683	0.6684	0.5002	0.3616	0.3154	0.1571	0.1136	0.0991	0.6865	0.6779	0.6757
	50	0.4937	0.4937	0.4938	0.4801	0.3414	0.2952	0.1508	0.1073	0.0927	0.5162	0.5053	0.5024
	70	0.3420	0.3421	0.3422	0.4693	0.3306	0.2844	0.1474	0.1039	0.0894	0.3724	0.3576	0.3537
	95	0.2465	0.2467	0.2468	0.4623	0.3236	0.2774	0.1452	0.1017	0.0872	0.2861	0.2668	0.2618
	120	0.1956	0.1959	0.1961	0.4564	0.3178	0.2715	0.1434	0.0998	0.0853	0.2425	0.2196	0.2138
	150	0.1587	0.1591	0.1593	0.4532	0.3146	0.2683	0.1424	0.0988	0.0843	0.2132	0.1873	0.1803
	185	0.1271	0.1275	0.1279	0.4531	0.3144	0.2682	0.1423	0.0988	0.0843	0.1909	0.1613	0.1531
	240	0.0972	0.0977	0.0982	0.4463	0.3077	0.2615	0.1402	0.0967	0.0821	0.1706	0.1375	0.1280
	300	0.0779	0.0787	0.0792	0.4413	0.3027	0.2565	0.1387	0.0951	0.0806	0.1591	0.1234	0.1130
	400	0.0616	0.0625	0.0632	0.4383	0.3007	0.2545	0.1380	0.0945	0.0800	0.1511	0.1133	0.1019
	500	0.0488	0.0499	0.0509	0.4365	0.2979	0.2517	0.1371	0.0936	0.0791	0.1455	0.1061	0.0940
	630	0.0387	0.0402	0.0414	0.4341	0.2954	0.2492	0.1364	0.0928	0.0783	0.1418	0.1011	0.0886
	800	0.0314	0.0332	0.0346	0.4309	0.2923	0.2461	0.1354	0.0918	0.0773	0.1390	0.0977	0.0847
	1000	0.0263	0.0284	0.0301	0.4265	0.2879	0.2416	0.1340	0.0904	0.0759	0.1366	0.0948	0.0817

รูปที่ 2.5 ตารางสายFD-0.6/1KV-CV

2.1.3.3 สาย 0.6/1 kV CV-FD คือ สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน XLPE ซึ่ง มีคุณสมบัติไม่ลามไฟ (Flame Retardant) ทนอุณหภูมิได้ 90 องศา และมีเปลือกนอก PVC มีขนาด 1.5 ถึง 1000mm^2 แรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 600/1000 V หรือ 0.6/1 kV นั้นเอง พิกัดรองรับกระแสได้สูงกว่า

สายไฟประเภทฉนวน PVC ใช้ติดตั้งได้หลายลักษณะ เดินลอยในอากาศ, ในรางเดินสาย ,ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง ใช้ได้หมด แต่การติดตั้งภายในอาคารต้องติดตั้งในระบบปิด(มาตรฐาน วศท) คือ เดินในท่อหรือรางเดินสายมีฝาปิด เท่านั้น ข้อดีคือรับกระแสได้สูงกว่า

2.1.4 ท่อร้อยสาย

การเดินสายไฟฟ้าในท่อสาย (Raceways) นั้นเพื่อป้องกนสายไฟฟ้าจากแรงกระแทกต่างๆเนื่องจาก สายไฟฟ้าถึงแม้ว่าจะมีฉนวนที่หุ้มสายไฟฟ้าที่มีความแข็งแรงทนทานพอสมควร แต่ยังไม่แข็งแรงพอประโยชน์ของการใช้ท่อสาย มีดังนี้

ต้องกันสายไฟฟ้าจากความเสียหายทางกายภาพ เช่น การถูกกระทบกระแทกจากวัตถุมีคมหรือถูก สารเคมีต่างๆ ป้องกนอันตรายกับคนที่อาจจะไปแตะถูกสายไฟฟ้าเมื่อฉนวนของมันเสียหายหรือมีการเสื่อมสภาพ สะดวกต่อการร้อยสาย และ เปลี่ยนสายไฟฟ้าสายใหม่ เมื่อสายหมดอายุการใช้งาน ท่อสายที่เป็นโล จะต้องมีการต่อลงดิน ดังนั้น จะเป็นการป้องกนไฟฟ้าช๊อตได้ สามารถป้องกนไฟไหม้ได้เนื่องจากถ้าเกิดการลัดวงจรภายในท่อประกายไฟหรือความร้อนจะถูกจำกัดอยูภายในท่อ

ชนิดของท่อสายที่นิยมใช้กนในปัจจุบัน มีดังนี้

1) ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)
2) ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)
3) ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)
4) ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit)
5) ท่อโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit)

IEC01 (THW)

TABLE OF NOS. OF CABLE IN CONDUIT 40% FILLED

60227 IEC 01 (450/750 V ,70 °C)												
CONDUCTOR			CONDUIT									
SIZE	DIAMETER	AREA	15 mm.	20 mm.	25 mm.	32 mm.	40 mm.	50 mm.	65 mm.	80 mm.	90 mm.	100 mm.
			71	126	196	322	502	785	1327	2010	2543	3140
(mm^2)	(mm)	(mm^2)	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
1.5	3.3	8.55	8	15	23							
2.5	4.0	12.56	6	10	16	26						
4	4.6	16.61	4	8	12	19	30					
6	5.2	21.23	3	6	9	15	24					
10	6.7	35.24	2	4	6	9	14	22				
16	7.8	47.76	1	3	4	7	11	16	28			
25	9.7	73.86	1	2	3	4	7	11	18	27		
35	10.9	93.27		1	2	3	5	8	14	22	27	
50	12.8	128.61		1	2	3	4	6	10	16	20	24
70	14.6	167.33			1	2	3	5	8	12	15	19
95	17.1	229.54				1	2	3	6	9	11	14
120	18.8	277.45				1	2	3	5	7	9	11
150	20.9	342.90					1	2	4	6	7	9
185	23.3	426.17					1	2	3	5	6	7
240	26.6	555.43						1	2	4	5	6
300	29.6	687.79						1	2	3	4	5
400	33.2	865.26							2	2	3	4

รูปที่ 2.6 ตารางจำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย60227 IEC 01

CV - 1C

TABLE OF NOS. OF CABLE IN CONDUIT 40% FILLED

CV SINGLE CORE (0.6/1 kV ,90 °C)												
CONDUCTOR			CONDUIT									
SIZE	DIAMETER	AREA	15 mm.	20 mm.	25 mm.	32 mm.	40 mm.	50 mm.	65 mm.	80 mm.	90 mm.	100 mm.
			71	126	196	322	502	785	1327	2010	2543	3140
(mm^2)	(mm)	(mm^2)	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
1.5	6.5	33.17	2	4	6	10	15					
2.5	7.0	38.47	2	3	5	8	13					
4	7.5	44.16	2	3	4	7	11	18				
6	8.0	50.24	1	3	4	6	10	16				
10	8.5	56.72	1	2	3	6	9	14	23			
16	9.5	70.85	1	2	3	5	7	11	19			
25	11.5	103.82		1	2	3	5	8	13	19		
35	12.5	122.66		1	2	3	4	6	11	16	21	
50	14.0	153.86			1	2	3	5	9	13	17	20
70	15.5	188.60			1	2	3	4	7	11	13	17
95	17.5	240.41				1	2	3	6	8	11	13
120	19.5	298.50				1	2	3	4	7	9	11
150	21.5	362.87					1	2	4	6	7	9
185	23.5	433.52					1	2	3	5	6	7
240	26.5	551.27						1	2	4	5	6
300	29.0	660.19						1	2	3	4	5
400	32.5	829.16							2	2	3	4
500	36.5	1045.8							1	2	2	3
630	41	1319.6							1	2	2	2
800	45.5	1625.1								1	2	2

รูปที่ 2.7 ตารางจำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายFD-0.6/1KV-CV

รูปที่ 2.8 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)

ขนาด (นิ้ว) Size (Inch)	เส้นผ่าศูนย์กลาง Diameter		ความหนาระบุ (มม.)	ความยาวท่อไม่รวมข้อต่อ (ม.)	มวลต่ำสุดของท่อรวมข้อต่อ 10 ท่อน (กก.)
	ภายใน (มม.) Inside Dia. (mm.)	ภายนอก (มม.) Outside Dia. (mm.)	Nominal Wall Thickness (mm.)	Lenght Without Coupling (m.)	Minimum Weight Of 10 Unit Lenght With Coupling (kgs.)
1/2"	16.1	21.1	2.64	3.03	35.85
3/4"	21.2	26.7	2.72	3.03	47.63
1"	27.0	33.4	3.20	3.02	69.40
1¼"	35.4	42.2	3.38	3.02	91.17
1½"	41.2	48.3	3.51	3.02	112.95
2"	52.9	60.3	3.71	3.02	150.60
2½"	63.2	73.0	4.90	3.01	239.05
3"	78.5	88.9	5.21	3.01	309.63
3½"	90.7	101.6	5.46	3.00	376.94
4"	102.9	114.3	5.72	3.00	441.04
5"	128.9	141.3	6.22	3.00	595.85
6"	154.8	168.3	6.76	3.00	791.67

รูปที่ 2.9 ตารางขนาดท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)

2.1.4.1 คุณสมบัติท่อโลหะหนา (Rigid Steel Conduit : RSC Conduit)

มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตรจนถึง 150 มิลลิเมตร ผ่านกระบวนการชุบ Hot-Dip Galvanized สามารถใช้งานแทนท่อโลหะชนิดบาง และ ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE346

รูปที่ 2.10 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)

ขนาด Size (Inch.)	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก Outside Diameter ระบุ (มม.) Nominal(mm.)	ความยาวท่อไม่รวมข้อต่อ (มม.) Lenght Without Coupling(mm.)	ความหนาผนังท่อ (มม.) Wall Thickness (mm.)	มวลต่ำสุดของท่อรวมข้อต่อ 10 ท่อน (กก.) Minimum Weight Of 10 Unit Lenght With Coupling (kgs.)
1/2"	20.7	3030	1.79	25.4
3/4"	26.1	3030	1.90	34.6
1"	32.8	3025	2.16	49.9
1¼"	41.6	3025	2.16	64.3
1½"	47.8	3025	2.29	79.1
2"	59.9	3025	2.41	105.2
2½"	72.6	3010	3.56	186.2
3"	88.3	3010	3.56	229.0
3½"	100.9	3005	3.56	263.0
4"	113.4	3005	3.56	296.1

รูปที่ 2.11 ตารางขนาดท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)

2.1.4.2 คุณสมบัติท่อเหล็ก ชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metallic Conduit IMC Conduit) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร จนถึง 100 มิลลิเมตร ผ่านกระบวนการชุบ Hot-Dip Galvanized ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียว กับท่อโลหะชนิดบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ในสถานที่อันตราย ตามกำหนดใน วสท.

รูปที่ 2.12 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)

ขนาด(นิ้ว) Size(Inch.)	เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ Dianeter ภายใน Inside Dia. นิ้ว(Inch.)	มม. (mm.)	ภายนอก Outside Dai. นิ้ว(Inch.)	มม.(mm.)	ความยาวท่อ ไม่รวมข้อต่อ(มม.) Length Without Coupling(mm.) ฟุต(ft.)	มม.(mm.)	ความหนาท่อ Wall Thickness นิ้ว(Inch.)	มม. (mm.)	มวลต่ำสุดที่ยอมรับได้ Min. Acceptable Weight ปอนด์ต่อฟุต lbs./ft.	กก./เมตร kgs. / m.
1/2"	0.622	15.80	0.706	17.93	10	3050	0.042	1.07	0.285	0.424
3/4"	0.824	20.93	0.922	23.42	10	3050	0.049	1.25	0.435	0.647
1"	1.049	26.64	1.163	29.54	10	3050	0.057	1.45	0.640	0.952
1 1/4"	1.380	35.05	1.510	38.35	10	3050	0.065	1.65	0.950	1.414
1 1/2"	1.610	40.89	1.740	44.20	10	3050	0.065	1.65	1.100	1.637
2"	2.067	52.50	2.197	55.80	10	3050	0.065	1.65	1.400	2.083

รูปที่ 2.13 ตารางขนาดท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)

2.1.4.3 คุณสมบัติท่อเหล็กชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT conduit) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร จนถึง 50 มิลลิเมตร ผ่านกระบวนการชุบ Hot-Dip

Galvanized ติดตั้งใช้งานร้อยสายไฟสำหรับการเดินลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งการติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท.

รูปที่ 2.14 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit)

Price

ขนาด (นิ้ว)	ราคาต่อฟุต (บาท/ฟุต)	จำนวนต่อขด (ฟุต/ขด)
1/2"	23.00	200
3/4"	30.00	100
1"	50.00	100
1-1/4"	80.00	50
1-1/2"	80.00	50
2"	100.00	50
2-1/2"	200.00	25
3"	300.00	25
4"	400.00	25

รูปที่ 2.15 ตารางขนาดท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit)

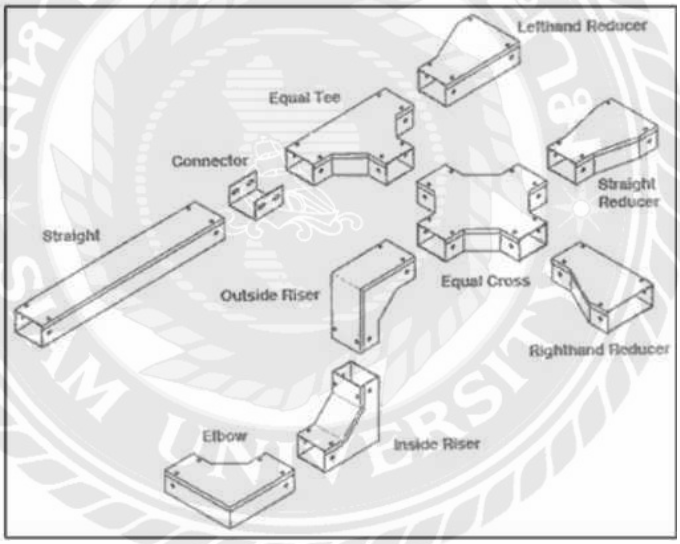
2.1.4.4 คุณสมบัติท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit) ท่อเหล็กสังกะสี ชุบกัลวาไนซ์ (Hot dip-Galvanized) โครงสร้างแบบ interlocked ผลิตด้วยเครื่องจักรจากเยอรมัน ทำให้มีความแข็งแรง และยืดหยุ่นสูงมาก กันน้ำและความชื้นได้ดี ผิวชั้นนอกหุ้มด้วยฉนวน PVC มาตรฐานสายไฟฟ้า ใช้ป้องกันสายไฟ ขูด ขีด ควัน คราบน้ำ คราบน้ำมัน เหมาะกับงานเครื่องจักร โรงงานอุตสาหกรรม ไซโล อาคารสูง อาคารทั่วไป สีเทาจะเป็นมาตรฐานทั่วไป และ สีดำ จะเป็นมาตรฐาน UL360 ฉนวนชั้นนอกผลิตจากPVCคุณภาพสูง ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนของเคมี แสง และความร้อนได้เป็นอย่างดี

2.1.5 รางเดินสาย

รางเดินสายเป็นสิ่งใกล้ตัวเรามากกว่าที่คิด หลายคนจะรู้สึกว่ารางไฟมีไว้ใช้แค่ในสำนักงาน อาคารใหญ่ หรือพื้นที่สาธารณะเท่านั้น แต่จริง ๆ แล้วก็สามารถใช้ในบ้านเรือนได้เหมือนกัน ซึ่งรางเก็บสายไฟเป็นอุปกรณ์จัดเก็บสายไฟให้มีความเป็นระเบียบรวมถึงเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นจากสายไฟ ไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นไฟช็อต ไฟฟ้าลัดวงจร ไฟรั่ว การก่อตัวของไฟไหม้หรืออะไรก็แล้วแต่ ดังนั้นการมีรางไฟจึงเป็นอุปกรณ์ที่ดีที่จะช่วยลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ ป้องกันปัญหาความร้อนที่สูงเกินไปของสายไฟได้ด้วย

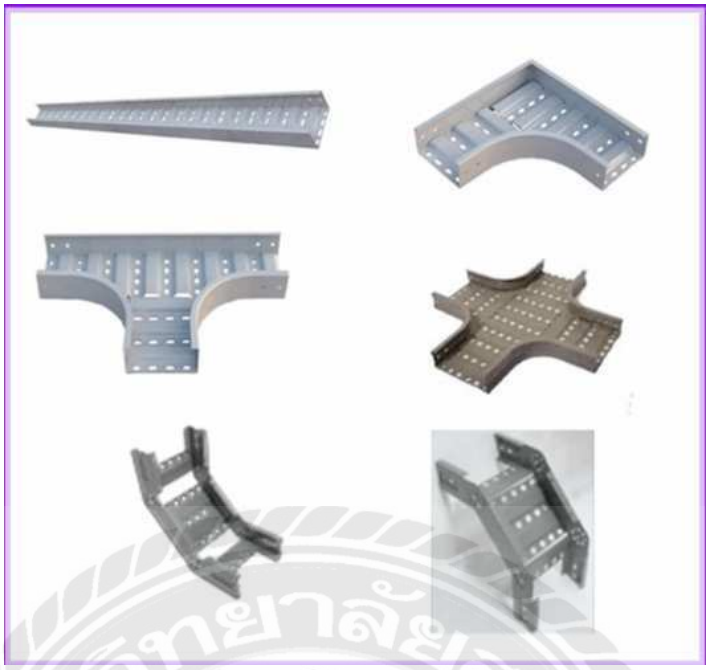
ชนิดของรางเดินสายที่นิยมใช้กนในปัจจุบัน มีหลักๆดังนี้

1) รางไฟไวร์เวย์ (Wire Way)
2) รางไฟเคเบิ้ลเทรย์ (Cable Tray)
3) รางเคเบิ้ลแลดเดอร์ (Cable Ladder)



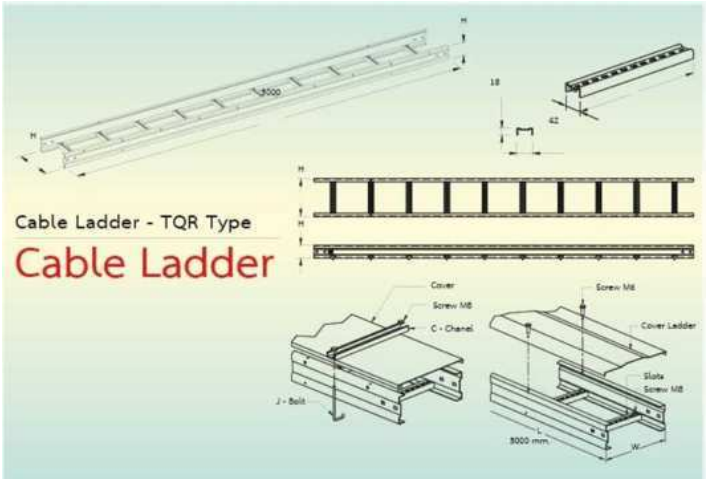
รูปที่ 2.16 รางไฟไวร์เวย์ (Wire Way)

2.1.5.1 คุณสมบัติรางไฟไวร์เวย์ (Wire Way)การใช้งานหลักๆนิยมใช้ปกปิดสายไฟระหว่างชั้นอาคาร เนื่องจากสายไฟระหว่างชั้นจะมีปริมาณหลายเส้น หรือการเดินสายไฟบนฝ้าก็นิยมใช้หากมีปริมาณสายไฟจำนวนมาก หรือในอาคารใหญ่ที่เปิดโล่งก็สามารถใช้เดินเป็นโครงได้แต่ควรจะต้องใช้รางที่มีความหนาเหมาะสม การเดินสายไฟโดยไม่มีวัสดุปกคลุมนั้นเสี่ยงต่อการชำรุดของสายไฟ และรวมไปดึงความเป็นระเบียบเรียบร้อยของงาน



รูปที่ 2.17 รางไฟเคเบิ้ลเทรย์ (Cable Tray)

2.1.5.2 คุณสมบัติรางไฟเคเบิ้ลเทรย์ (Cable Tray)เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจัดเก็บและรองรับสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคารที่มีการใช้งานไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้ามากๆ เคเบิ้ลเทรย์เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการจัดเก็บและรองรับสายไฟฟ้าอย่างปลอดภัยและเป็นระเบียบการใช้งาน Cable Tray ช่วยให้สามารถจัดเก็บและรองรับสายไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัยและระเบียบรวมถึงช่วยลดการประสานงานในการติดตั้งสายไฟฟ้าอีกด้วย และยังช่วยลดความเสียหายในการติดตั้งสายไฟฟ้าจากการแตกหัก หรือถูกเคลื่อนตำแหน่งจากการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ในอาคารนอกจากนี้ Cable Tray ยังช่วยให้ง่ายต่อการเข้าถึงและบำรุงรักษาสายไฟฟ้า เพราะสามารถดูแลรักษาได้ง่ายเนื่องจาก Cable Tray ถูกออกแบบให้สามารถเปิดให้เข้าถึง สายไฟฟ้าได้โดยง่าย เช่นเดียวกับการตรวจสอบสายไฟฟ้าหรือการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในตู้ไฟฟ้าการเลือกใช้ Cable Tray ควรพิจารณาให้ถูกต้อง เพราะต้องมีการคำนึงถึงความต้องการของการใช้งาน รวมถึงแบบของอาคาร และการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า การเลือกใช้รางที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้านอกจากนี้ตัวราง ยังมีหลายแบบที่แตกต่างกันในเรื่องขนาดและวัสดุที่ใช้สร้าง โดยสามารถเลือกใช้รางได้ตามความต้องการของการใช้งาน ตั้งแต่รางขนาดเล็กสำหรับใช้ในอาคารเล็กๆ จนถึง ขนาดใหญ่สำหรับใช้ในโรงงานหรืออาคารขนาดใหญ่ในการติดตั้งรางควรคำนึงถึงการระบายความร้อนอย่างถูกต้อง เพราะการใช้งานราง และสายไฟฟ้าอาจทำให้เกิดความร้อนขึ้น และอาจส่งผลต่อความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้น การติดตั้งราง ต้องมีการระบายความร้อนให้เพียงพอและเหมาะสม



รูปที่ 2.18 รางเคเบิ้ลแลดเดอร์ (Cable Ladder)

2.1.5.3 เคเบิ้ลแลดเดอร์ (Cable Ladder) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับงานติดตั้งระบบสายไฟฟ้าหรือ สายโทรศัพท์ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยวัสดุที่ใช้ทำจากแผ่นเหล็ก มีฝาเปิดปิด เป็นบานพับ หรือแบบถอดออกได้ มีความแข็งแรงทนทานต่อทุกสภาพการใช้งาน รูปแบบได้มาตรฐาน รางไฟฟ้าชนิดโลหะมีลูกขั้นระหว่างเฟรมทั้งสองข้าง ยึดด้วยสกรูและน็อต มีลักษณะคล้ายขั้นบันได โดยแต่ละขั้นมีความห่างประมาณ 30 cm. ตามมาตรฐานการใช้งาน ลักษณะเฟรมด้านข้างเป็นแบบข้างลอน มีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักได้มากและระบายอากาศได้ดี ไม่ติดไฟ และรองรับได้มากกว่าด้วยลูกคั่นแบบใหม่ที่ใช้น็อตแบบพิเศษ เพื่อเพิ่มความหนาแน่นในการยึดติดลูกคั่น

2.1.6 บัสบาร์

Bus Bar คือโลหะตัวนำไฟฟ้ามักทำมาจากทองแดง ทองเหลือง หรืออลูมิเนียม ผลิตในรูปทรงต่างๆเช่นแถบแบนแท่งทึบหรือรูปทรงหลอดกลวง แต่โดยมากแล้ว Bus Bar มักนิยมทำเป็นรูปทางสี่เหลี่ยมผืนผ้า (FLAT) เพราะเป็นรูปทรงที่ช่วยให้ความร้อนกระจายตัวได้ดีอย่างมีประสิทธิภาพ และอีกรูปทรงที่นิยมกันเป็นอย่างมากนั่นคือ รูปทรงหลอดกลวง โดยส่วนที่กลวงยังมีความแข็งสูงกว่าแท่งทึบที่มีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าที่เท่ากันซึ่งจะช่วยให้ช่วงที่มากขึ้นระหว่างการสนับสนุนบัสบาร์ในสวิตช์ไฟฟ้าภายนอกอาคาร Bus Bar ต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรองรับน้ำหนักของตัวเองและแรงที่กำหนดโดยการสั่นสะเทือนทางกลและแผ่นดินไหวรวมทั้งการสะสมของฝนในกลางแจ้ง นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการขยายตัวทางความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดจากความร้อนแบบโอห์มมิ่งและการแปรผันของอุณหภูมิแวดล้อมตลอดจนแรงแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ เพื่อตอบสนองความกังวลเหล่านี้ได้มีการพัฒนาบาร์บัสแบบยืดหยุ่นซึ่งโดยทั่วไปแล้วเป็นแซนวิชาของตัวนำบางชั้น โครงสร้างเหล่านี้จำเป็นต้องมีกรอบโครงสร้างหรือตู้สำหรับติดตั้ง

Bus Bar มักถูกใช้ใน สถานีไฟฟ้า ตู้ MDB หรือ แผงสวิตช์โดยส่วนมาก เพราะจะต้องรับ และทำการจ่าย กระแสไฟฟ้าปริมาณมาก ทำให้เกิด แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Force) ในการเลือกใช้ BUSBAR ก็ต้องสามารถทนแรงเหล่านี้ได้ วัสดุที่นำมาใช้ผลิต ต้องมีคุณสมบัติทางไฟฟ้า และทางกลที่เหมาะสม โดยพิจารณาเบื้องต้นจาก คุณสมบัติดังนี้

1) มีความต้านทานต่ำ
2) ความแข็งแรงทางกลสูงในด้านแรงดึง แรงอัดและแรงฉีก
3) ความต้านทานต่อ Fatigue Failure สูง
4) ความต้านทานของ Surface Film ต่ำ
5) การตัดต่อหรือดัด ทำได้สะดวก
6) ความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูง

บาร์ (busbar) ส่วนใหญ่เป็นบัสทองแดง (cubus) แต่ละบัสจะทำเป็นโค๊ดสี “เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจเช็ค หรือการซ่อมแซมระบบ” ตามรายละเอียด ดังนี้

1) สีน้ำตาล (เดิม คือ สีแดง) แทนเฟส R
2) สีดำ (เดิม คือ สีเหลือง) แทนเฟส S
3) สีเทา (เดิม คือ สีน้ำเงิน) แทนเฟส T

การต่อที่บัสบาร์ทองแดง สามารถทำได้โดยการใช้น็อต (Bolting) การจับยึด (Clamping) การใช้หมุด (Riveting) การบัดกรี (Soldering) หรือการเชื่อม (Welding) แล้วแต่ความเหมาะสมและความถนัดของ ช่างการต่อจุดต่อด้วยการเชื่อม บัสบาร์ทองแดง มีข้อดี คือ กระแสไฟฟ้าไหลสม่ำเสมอ ความสามารถในการนำกระแสไม่เปลี่ยน แปลง เนื่องจากจุดต่อเป็นตัวนำทองแดง การใช้น็อต เป็นวิธีที่กระชับและเชื่อถือได้ แต่มีข้อเสียคือต้องเจาะรูลงไปในบาร์เพื่อใส่น็อต จะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนในเส้นทางการนำกระแส จุดต่อแบบนี้จะทำให้เกิดแรงที่จุดสัมผัสไม่สม่ำเสมอ มากกว่าการใช้แผ่นจับยึด การใช้ตัวจับยึด สามารถทำได้ง่ายโดยพื้นที่หน้าตัดไม่เสียหาย มวลที่เพิ่มขึ้นจะช่วยในการระบายความร้อนที่จุดต่อ และการออกแบบตัวจับยึดที่ดีจะทำให้เกิดแรงแบบสม่ำเสมอที่จุดสัมผัส ข้อดีอื่นๆ คือง่ายต่อการติดตั้งส่วนข้อเสียคือราคาแพง การใช้หมุดยึด มีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อเสียคือถอดหรือทำให้แน่นได้ยาก และการติดตั้งทำไม่สะดวก การบัดกรีมีใช้น้อยมากสำหรับบัสบาร์ นอกจากต้องเสริมด้วยน็อตหรือตัวจับยึด เนื่องจากความร้อนจากการลัดวงจรจะทำให้เกิดสภาพทางไฟฟ้าและทางกลไม่ดี

การต่อบัสบาร์อลูมิเนียม

1) ทำความสะอาดพื้นผิวด้วยแปรงหรือกระดาษทราย
2) ทาคอมปาวด์ที่พื้นผิวทันที่หลังจากที่ทำความสะอาด เพื่อป้องกันการอ๊อกไซด์
3) ประกอบจุกต่อซึ่งต้องใช้ Flat Washer (แหวนแบน) และ (Bleleville Washer) แหวนฉิ่ง
4) ทำการต่อและขันโบลด์และนัดให้แน่น ด้วยทอร์กที่เหมาะสมเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

การต่อบัสบาร์ทองแดง เข้ากับบัสบาร์อลูมิเนียม

1) ไปทำควมสะอาดพื้นผิวบัสบาร์ทองแดงโดยไม่ต้องใช้กระดาษทรายหรือแปลง โดยไม่ต้องใช้คอมปาวด์
2) บัสบาร์ทองแดงจะต้องเคลือบด้วยดีบุกเพื่อป้องกันการกัดกร่อน [Glavanic corrosion]
3) ทาคอมปาวด์ที่พื้นผิวทันที่หลังจากที่ทำความสะอาด เพื่อป้องกันการอ๊อกไซด์
4) ประกอบจุกต่อซึ่งต้องใช้ Flat Washer (แหวนแบน) และ (Bleleville Washer) แหวนฉิ่ง
5) ทำการต่อและขันโบลด์และนัดให้แน่น ด้วยทอร์กที่เหมาะสมเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

รูปที่ 2.19 บัสบาร์ (Busbar Table)

ตารางพิกัดการนำกระแสของบัสบาร์ (Busbar Table)บาร์ทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมติดตั้งภายในอาคาร ค่าอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient temperature) เป็นไปตามตารางและ Temperature rise เป็น 30 องศาเซลเซียส ติดตั้งในแนวดิ่ง (Width vertical) โดยระยะห่างระหว่างบาร์ทองแดงมีค่าเท่ากับความหนาของบาร์ทองแดง : ใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ 50 Hz., ระยะห่างระหว่างเฟส > 0.8 เท่าของกึ่งกลางระหว่างเฟสต่อเฟส

1) ตามมาตรฐาน DIN 4367

2) ตามมาตรฐาน BS 159

3) ตามมาตรฐาน ANSI C77.20

4) ตามมาตรฐาน IEC 439-1

ตารางที่ 1 แสดง พิกัดการนำกระแสของ Bus Bar ตามมาตรฐาน DIN 43671

บาร์ทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางในอากาศ ค่าอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient temperature) เป็นไปตามตารางและ Temperature rise เป็น 30 C ติดตั้งในแนวตั้ง (Width vertical) :

โดยระยะห่างระหว่างบาร์ทองแดงมีค่าเท่ากับความหนาของบาร์ทองแดง ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 50 Hz. , ระยะห่างระหว่างแผ่น >0.8 เท่าของด้านกว้างระหว่างแผ่นต่อแผ่น

ลำดับที่	ขนาดบาร์ (mm.) กว้าง x หนา	น้ำหนัก กิโลกรัม /เมตร	การนำกระแสที่ Ambient temp. 35 C และ Conductor temp. 65 C (แอมแปร์)						การนำกระแสที่ Ambient temp. 40 C และ Conductor temp. 70 C (แอมแปร์)						1000 แอมแปร์/ ตารางนิ้ว
			จำนวนบาร์ทองแดงต่อแผ่น						จำนวนบาร์ทองแดงต่อแผ่น						
			บาร์ทองแดงแบบเปลือย			บาร์ทองแดงแบบพ่นสี			บาร์ทองแดงแบบเปลือย			บาร์ทองแดงแบบพ่นสี			
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
1	12 X 3	0.352	135	240	313	155	268	331	134	238	310	153	266	328	55.8
2	12 X 5	0.558	183	352	506	210	392	534	181	349	501	208	388	529	93
3	12 X 10	1.116	297	605	880	342	675	981	294	599	872	339	668	972	186
4	20 X 5	0.893	274	500	690	319	560	728	271	495	684	316	555	721	155
5	20 X 10	1.785	427	825	1180	497	924	1320	423	817	1169	492	915	1308	310
6	25 X 5	1.116	327	586	795	384	662	839	324	581	788	380	656	831	193.75
7	25 X 10	2.232	501	946	1335	588	1065	1501	497	937	1323	582	1055	1487	387.5
8	30 X 5	1.339	379	672	896	447	760	944	375	666	888	443	753	935	232.5
9	30 X 10	2.678	573	1060	1460	676	1200	1670	568	1050	1466	670	1189	1654	465
10	40 X 5	1.785	482	836	1090	573	952	1140	477	828	1080	568	943	1129	310
11	40 X 10	3.571	715	1290	1770	850	1470	2000	708	1278	1753	842	1456	1981	620
12	50 X 5	2.232	583	994	1260	697	1140	1330	578	985	1248	690	1129	1318	387.5
13	50 X 10	4.464	852	1510	2040	1020	1720	2320	844	1496	2021	1010	1704	2298	775
14	60 X 5	2.678	688	1150	1440	826	1330	1510	682	1139	1427	818	1318	1496	465
15	60 X 10	5.356	989	1720	2300	1180	1960	2610	980	1704	2278	1169	1942	2586	930
16	60 X 5	3.571	885	1450	1750	1070	1680	1830	877	1436	1734	1060	1664	1813	620
17	80 X 10	7.142	1240	2110	2790	1500	2410	3170	1228	2090	2764	1486	2387	3140	1240
18	100 X 5	4.464	1080	1730	2050	1300	2010	2150	1070	1714	2031	1288	1991	2130	775
19	100 X 10	8.928	1490	2480	3260	1810	2850	3720	1476	2457	3229	1793	2823	3685	1550
20	120 X 10	10.71	1740	2860	3740	2110	3280	4270	1724	2833	3705	2090	3249	4230	1860
21	160 X 10	14.28	2220	3590	4680	2700	4130	5360	2199	3556	4636	2675	4091	5310	2480
22	200 X 10	17.84	2690	4310	5610	3290	4970	6430	2665	4270	5557	3259	4923	6370	3100

รูปที่ 2.20 ตารางตามมาตรฐาน DIN 4367

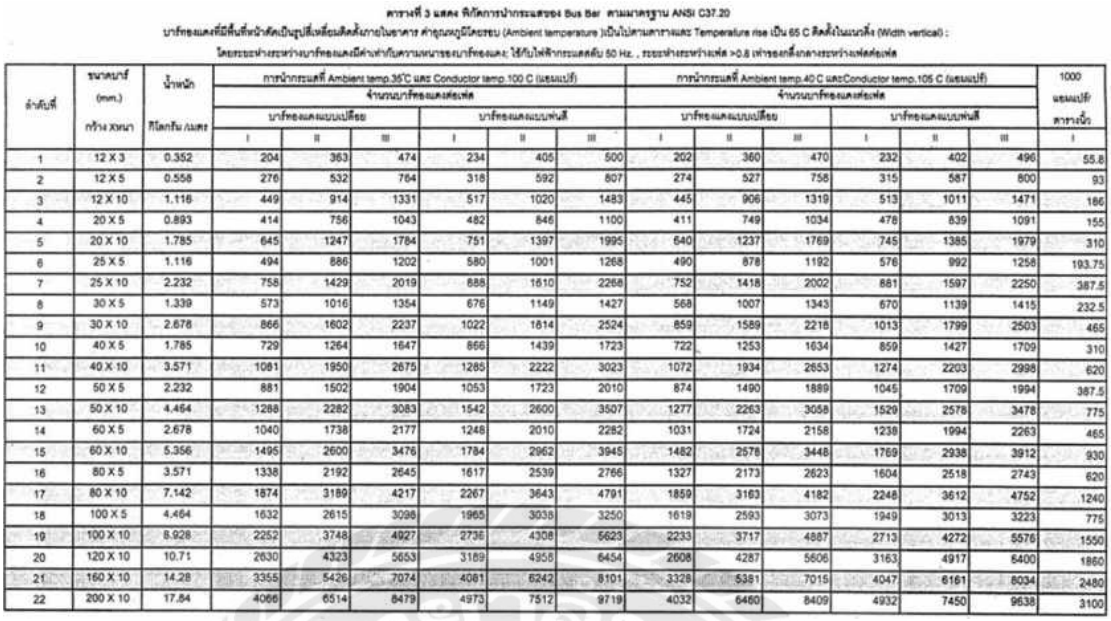
ตารางที่ 2 แสดง พิกัดการนำกระแสของ Bus Bar ตามมาตรฐาน BS 159

บาร์ทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางในอากาศ ค่าอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient temperature) เป็นไปตามตารางและ Temperature rise เป็น 50 C ติดตั้งในแนวตั้ง (Width vertical) :

โดยระยะห่างระหว่างบาร์ทองแดงมีค่าเท่ากับความหนาของบาร์ทองแดง ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 50 Hz. , ระยะห่างระหว่างแผ่น >0.8 เท่าของด้านกว้างระหว่างแผ่นต่อแผ่น

ลำดับที่	ขนาดบาร์ (mm.) กว้าง x หนา	น้ำหนัก กิโลกรัม /เมตร	การนำกระแสที่ Ambient temp. 35 C และ Conductor temp. 85 C (แอมแปร์)						การนำกระแสที่ Ambient temp. 40 C และ Conductor temp. 90 C (แอมแปร์)						1000 แอมแปร์/ ตารางนิ้ว
			จำนวนบาร์ทองแดงต่อแผ่น						จำนวนบาร์ทองแดงต่อแผ่น						
			บาร์ทองแดงแบบเปลือย			บาร์ทองแดงแบบพ่นสี			บาร์ทองแดงแบบเปลือย			บาร์ทองแดงแบบพ่นสี			
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
1	12 X 3	0.352	178	317	414	204	354	437	177	314	410	203	351	433	55.8
2	12 X 5	0.558	241	484	668	277	517	705	239	460	662	275	512	698	93
3	12 X 10	1.116	392	798	1162	452	890	1295	389	791	1152	448	883	1284	186
4	20 X 5	0.893	362	660	911	421	739	961	358	654	903	417	733	952	155
5	20 X 10	1.785	564	1089	1557	656	1220	1742	559	1079	1544	650	1209	1727	310
6	25 X 5	1.116	432	773	1049	507	874	1107	428	767	1040	502	866	1098	193.75
7	25 X 10	2.232	662	1248	1763	776	1406	1951	656	1237	1747	769	1394	1964	387.5
8	30 X 5	1.339	500	887	1183	590	1003	1246	496	879	1172	585	994	1235	232.5
9	30 X 10	2.678	756	1399	1953	892	1584	2204	750	1387	1936	884	1570	2185	465
10	40 X 5	1.785	636	1103	1439	756	1257	1505	631	1094	1426	750	1246	1492	310
11	40 X 10	3.571	944	1703	2336	1122	1940	2640	935	1688	2316	1112	1923	2617	620
12	50 X 5	2.232	769	1312	1663	920	1505	1755	763	1301	1649	912	1492	1740	387.5
13	50 X 10	4.464	1125	1993	2693	1346	2270	3062	1115	1976	2669	1335	2250	3035	775
14	60 X 5	2.678	908	1518	1901	1090	1755	1993	900	1505	1884	1081	1740	1976	465
15	60 X 10	5.356	1305	2270	3036	1557	2587	3445	1294	2250	3009	1544	2564	3415	930
16	60 X 5	3.571	1168	1914	2310	1412	2217	2415	1158	1897	2290	1400	2198	2394	620
17	80 X 10	7.142	1637	2785	3682	1980	3181	4184	1622	2761	3650	1963	3153	4148	1240
18	100 X 5	4.464	1425	2283	2706	1716	2653	2838	1413	2263	2682	1701	2630	2813	775
19	100 X 10	8.928	1967	3273	4303	2389	3762	4910	1949	3245	4265	2368	3729	4867	1550
20	120 X 10	10.71	2297	3775	4936	2785	4329	5636	2277	3742	4893	2761	4291	5587	1860
21	160 X 10	14.28	2930	4738	6177	3564	5451	7074	2905	4697	6123	3533	5404	7013	2480
22	200 X 10	17.84	3550	5689	7404	4342	6560	8487	3520	5639	7340	4305	6503	8413	3100

รูปที่ 2.21 ตารางตามมาตรฐาน BS 159



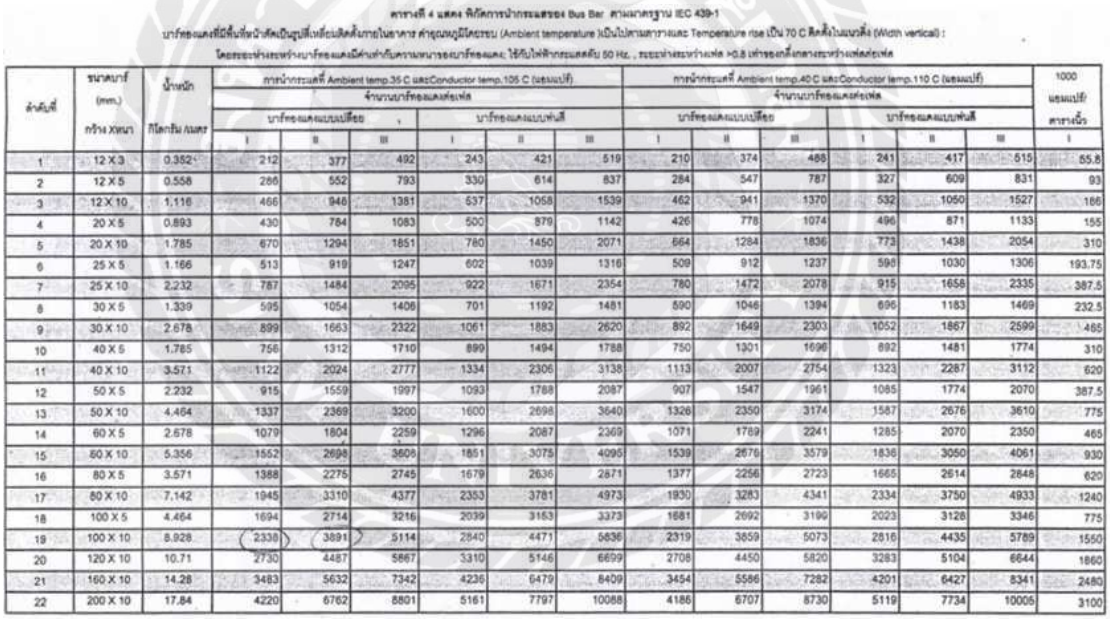
ตารางที่ 3 แสดง พิกัดการนำกระแสของ Bus Bar ตามมาตรฐาน ANSI C37.20

บาร์ของแผงที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมติดตั้งภายในอากาศ ค่าอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient temperature)เป็นไปตามตารางและ Temperature rise เป็น 65 C ติดตั้งในแนวตั้ง (Width vertical) :

โดยระยะห่างระหว่างบาร์ของแผงมีค่าเท่ากับความหนาของบาร์ของแผง; ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 50 Hz. , ระยะห่างระหว่างแฟส >0.8 เท่าของสิ่งกลางระหว่างแฟสต่อแฟส

ลำดับที่	ขนาดบาร์ (mm.) กว้าง X หนา	น้ำหนัก กิโลกรัม /เมตร	การนำกระแสที่ Ambient temp.35°C และ Conductor temp.100 C (แรงแปร์) จำนวนบาร์ของแผงต่อแฟส						การนำกระแสที่ Ambient temp.40 C และConductor temp.105 C (แรงแปร์) จำนวนบาร์ของแผงต่อแฟส						1000 แรงแปร์/ตารางนิ้ว
			บาร์ของแผงแบบเปลือย			บาร์ของแผงแบบพ่นสี			บาร์ของแผงแบบเปลือย			บาร์ของแผงแบบพ่นสี			
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
1	12 X 3	0.352	204	363	474	234	405	500	202	360	470	232	402	496	55.8
2	12 X 5	0.558	276	532	764	318	592	807	274	527	758	315	587	800	93
3	12 X 10	1.116	449	914	1331	517	1020	1483	445	906	1319	513	1011	1471	186
4	20 X 5	0.893	414	756	1043	482	846	1100	411	749	1034	478	839	1091	155
5	20 X 10	1.785	645	1247	1784	751	1397	1995	640	1237	1769	745	1385	1979	310
6	25 X 5	1.116	494	886	1202	580	1001	1268	490	878	1192	576	992	1258	193.75
7	25 X 10	2.232	758	1429	2019	888	1610	2268	752	1418	2002	881	1597	2250	387.5
8	30 X 5	1.339	573	1016	1354	676	1149	1427	568	1007	1343	670	1139	1415	232.5
9	30 X 10	2.678	866	1602	2237	1022	1814	2524	859	1589	2218	1013	1799	2503	465
10	40 X 5	1.785	729	1264	1647	866	1439	1723	722	1253	1634	859	1427	1709	310
11	40 X 10	3.571	1081	1950	2675	1285	2222	3023	1072	1934	2653	1274	2203	2998	620
12	50 X 5	2.232	881	1502	1904	1053	1723	2010	874	1490	1889	1045	1709	1994	387.5
13	50 X 10	4.464	1288	2282	3083	1542	2600	3507	1277	2263	3058	1529	2578	3478	775
14	60 X 5	2.678	1040	1738	2177	1248	2010	2282	1031	1724	2158	1238	1994	2263	465
15	60 X 10	5.356	1495	2600	3476	1784	2962	3945	1482	2578	3448	1769	2938	3912	930
16	80 X 5	3.571	1338	2192	2645	1617	2539	2766	1327	2173	2623	1604	2518	2743	620
17	80 X 10	7.142	1874	3189	4217	2267	3643	4791	1859	3163	4182	2248	3612	4752	1240
18	100 X 5	4.464	1632	2615	3096	1965	3038	3250	1619	2593	3073	1949	3013	3223	775
19	100 X 10	8.928	2252	3748	4927	2736	4308	5623	2233	3717	4887	2713	4272	5576	1550
20	120 X 10	10.71	2630	4323	5653	3189	4958	6454	2608	4287	5606	3163	4917	6400	1860
21	160 X 10	14.28	3355	5426	7074	4081	6242	8101	3328	5381	7015	4047	6161	8034	2480
22	200 X 10	17.84	4066	6514	8479	4973	7512	9719	4032	6460	8409	4932	7450	9638	3100

รูปที่ 2.22 ตารางตามมาตรฐาน ANSI C77.20



ตารางที่ 4 แสดง พิกัดการนำกระแสของ Bus Bar ตามมาตรฐาน IEC 439-1

บาร์ของแผงที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมติดตั้งภายในอากาศ ค่าอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient temperature)เป็นไปตามตารางและ Temperature rise เป็น 70 C ติดตั้งในแนวตั้ง (Width vertical) :

โดยระยะห่างระหว่างบาร์ของแผงมีค่าเท่ากับความหนาของบาร์ของแผง; ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 50 Hz. , ระยะห่างระหว่างแฟส >0.8 เท่าของสิ่งกลางระหว่างแฟสต่อแฟส

ลำดับที่	ขนาดบาร์ (mm.) กว้าง X หนา	น้ำหนัก กิโลกรัม /เมตร	การนำกระแสที่ Ambient temp.35 C และConductor temp.105 C (แรงแปร์) จำนวนบาร์ของแผงต่อแฟส						การนำกระแสที่ Ambient temp.40 C และConductor temp.110 C (แรงแปร์) จำนวนบาร์ของแผงต่อแฟส						1000 แรงแปร์/ตารางนิ้ว
			บาร์ของแผงแบบเปลือย			บาร์ของแผงแบบพ่นสี			บาร์ของแผงแบบเปลือย			บาร์ของแผงแบบพ่นสี			
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
1	12 X 3	0.352	212	377	492	243	421	519	210	374	488	241	417	515	55.8
2	12 X 5	0.558	286	552	793	330	614	837	284	547	787	327	609	831	93
3	12 X 10	1.116	466	946	1381	537	1058	1539	462	941	1370	532	1050	1527	186
4	20 X 5	0.893	430	784	1083	500	879	1142	426	778	1074	496	871	1133	155
5	20 X 10	1.785	670	1294	1851	780	1450	2071	664	1284	1836	773	1438	2054	310
6	25 X 5	1.166	513	919	1247	602	1039	1316	509	912	1237	598	1030	1306	193.75
7	25 X 10	2.232	787	1484	2095	922	1671	2354	780	1472	2078	915	1658	2335	387.5
8	30 X 5	1.339	595	1054	1406	701	1192	1481	590	1046	1394	696	1183	1469	232.5
9	30 X 10	2.678	899	1663	2322	1061	1883	2620	892	1649	2303	1052	1867	2599	465
10	40 X 5	1.785	758	1312	1710	899	1494	1788	750	1301	1696	892	1481	1774	310
11	40 X 10	3.571	1122	2024	2777	1334	2306	3138	1113	2007	2754	1323	2287	3112	620
12	50 X 5	2.232	915	1559	1997	1093	1788	2087	907	1547	1961	1085	1774	2070	387.5
13	50 X 10	4.464	1337	2369	3200	1600	2698	3640	1326	2350	3174	1587	2676	3610	775
14	60 X 5	2.678	1079	1804	2259	1296	2087	2369	1071	1789	2241	1285	2070	2350	465
15	60 X 10	5.356	1552	2698	3606	1851	3075	4095	1539	2676	3579	1836	3050	4061	930
16	80 X 5	3.571	1388	2275	2745	1679	2636	2871	1377	2256	2723	1665	2614	2848	620
17	80 X 10	7.142	1945	3310	4377	2353	3781	4973	1930	3283	4341	2334	3750	4933	1240
18	100 X 5	4.464	1694	2714	3216	2039	3153	3373	1681	2692	3199	2023	3128	3346	775
19	100 X 10	8.928	2338	3891	5114	2840	4471	5836	2319	3859	5073	2816	4435	5789	1550
20	120 X 10	10.71	2730	4487	5867	3310	5146	6699	2708	4450	5820	3283	5104	6644	1860
21	160 X 10	14.28	3483	5632	7342	4236	6479	8409	3454	5586	7282	4201	6427	8341	2480
22	200 X 10	17.84	4220	6762	8801	5161	7797	10088	4186	6707	8730	5119	7734	10005	3100

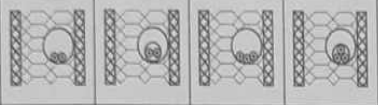
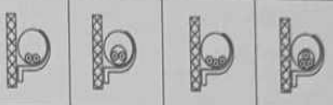
รูปที่ 2.23 ตารางตามมาตรฐาน IEC 439-1

2.1.7 ตารางพิกัดกระแสการเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายแต่ละชนิด วสท

ข้อกำหนดการติดตั้ง ในสถานที่เปียก ท่อโลหะและส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อโลหะ เช่น สลักเกลียว(Bolt) สแตรป (Strap) สกรู (Screw) เป็นต้น ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนปลายท่อที่ถูกตัดออกต้องลบคมเพื่อป้องกันไม่ให้บาดฉนวนของสาย การทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว

ตารางที่ 5-20

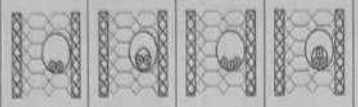
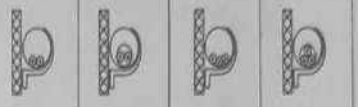
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์
อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC		AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

รูปที่ 2.24 ตารางที่ 5-20 ท่อร้อยสาย

ตารางที่ 5-27

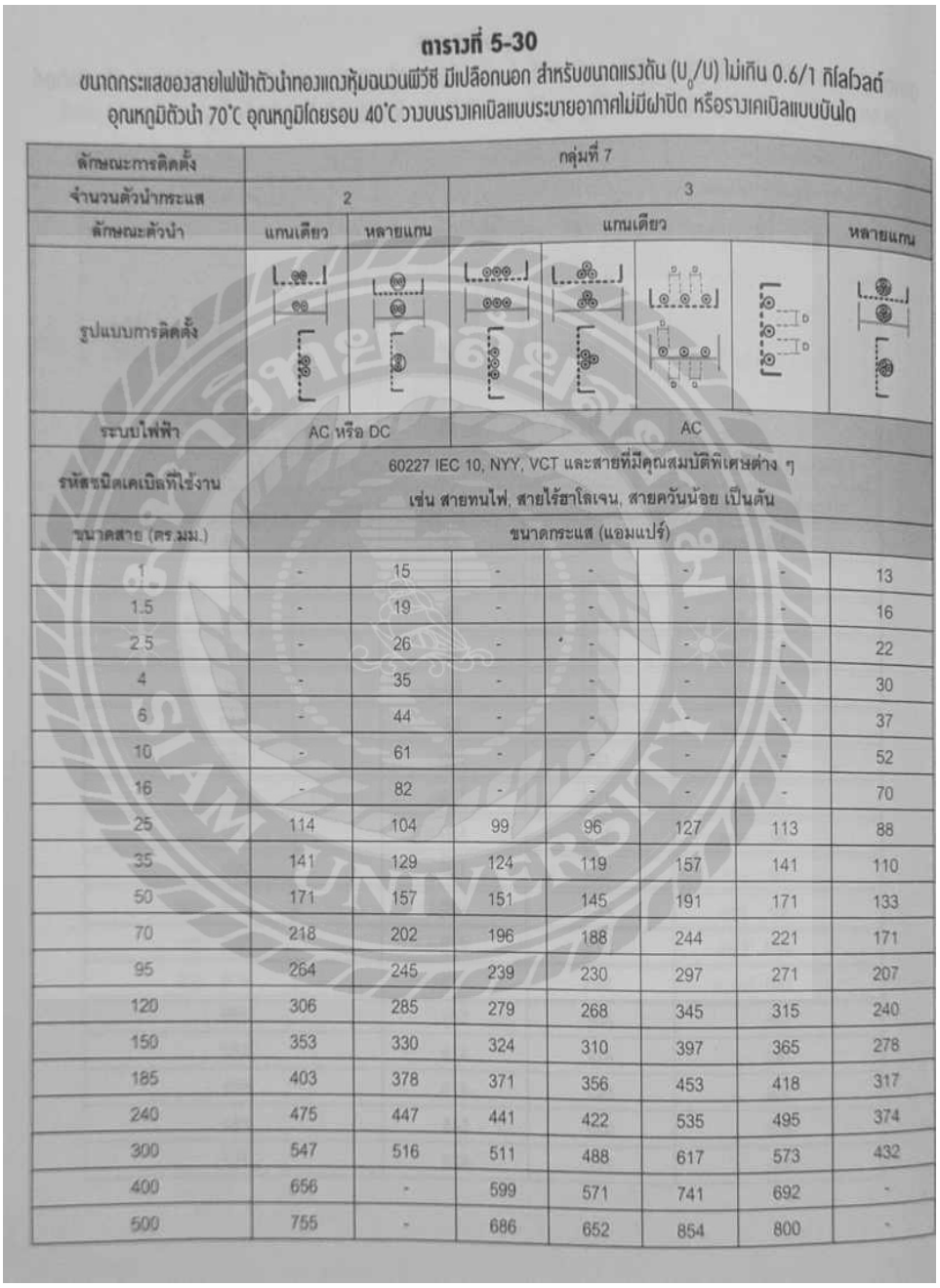
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มี / ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_o/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินร้อยในท่อร้อยสายท่อในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC		AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	18	13	12	12	15	15	14	14
1.5	17	17	15	15	21	20	18	18
2.5	24	23	21	20	28	27	25	24
4	32	30	28	27	38	36	34	32
6	41	38	36	35	49	46	44	40
10	56	52	49	46	68	63	60	55
16	74	69	66	62	91	83	80	73
25	96	90	86	81	121	108	106	96
35	119	110	106	99	149	133	131	116
50	144	132	128	118	180	159	159	140
70	182	167	163	149	230	201	202	177
95	219	200	197	179	278	241	245	212
120	253	230	227	207	322	278	284	244
150	289	264	259	236	358	304	311	273
185	329	299	295	268	409	349	349	309
240	386	351	346	315	480	418	410	362
300	442	402	396	360	549	484	468	414
400	-	-	-	-	622	-	531	-
500	-	-	-	-	713	-	606	-

รูปที่ 2.25 ตารางที่ 5-27 ท่อร้อยสาย

2.1.8 ตารางพิกัดกระแสการเดินสายไฟฟ้าบนรางเคเบิ้ลแต่ละชนิด วสท

สายไฟที่สามารถวางในรางไฟได้ไม่ว่าจะเป็นสายเคเบิลแกนเดี่ยว หรือสายแกนหุ้มแบบฉนวน หรือแบบมีเปลือกนอก สามารถวางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ , รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันไดได้



ตารางที่ 5-30

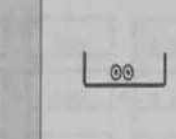
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7						
จำนวนตัวนำกระแส	2		3				
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง							
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC				
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 10, NYY, VCT และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น						
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
1	-	15	-	-	-	-	13
1.5	-	19	-	-	-	-	16
2.5	-	26	-	-	-	-	22
4	-	35	-	-	-	-	30
6	-	44	-	-	-	-	37
10	-	61	-	-	-	-	52
16	-	82	-	-	-	-	70
25	114	104	99	96	127	113	88
35	141	129	124	119	157	141	110
50	171	157	151	145	191	171	133
70	218	202	196	188	244	221	171
95	264	245	239	230	297	271	207
120	306	285	279	268	345	315	240
150	353	330	324	310	397	365	278
185	403	378	371	356	453	418	317
240	475	447	441	422	535	495	374
300	547	516	511	488	617	573	432
400	656	-	599	571	741	692	-
500	755	-	686	652	854	800	-

รูปที่ 2.26 ตารางที่ 5-30 รางเคเบิ้ล

ตารางที่ 5-30 (ก)

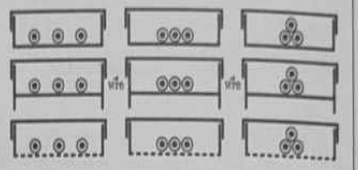
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0 / U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3	3 หรือ 4
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง				
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	60227IEC 10, NYY, VCT และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	13	-	12
1.5	-	17	-	15
2.5	-	23	-	21
4	-	31	-	28
6	-	40	-	36
10	-	55	-	50
16	-	74	-	66
25	99	97	90	84
35	123	120	112	104
50	158	146	145	125
70	204	185	186	160
95	247	224	227	194
120	287	260	264	225
150	331	299	304	260
185	379	341	348	297
240	448	401	411	351
300	517	461	474	404
400	604	-	552	-
500	689	-	629	-

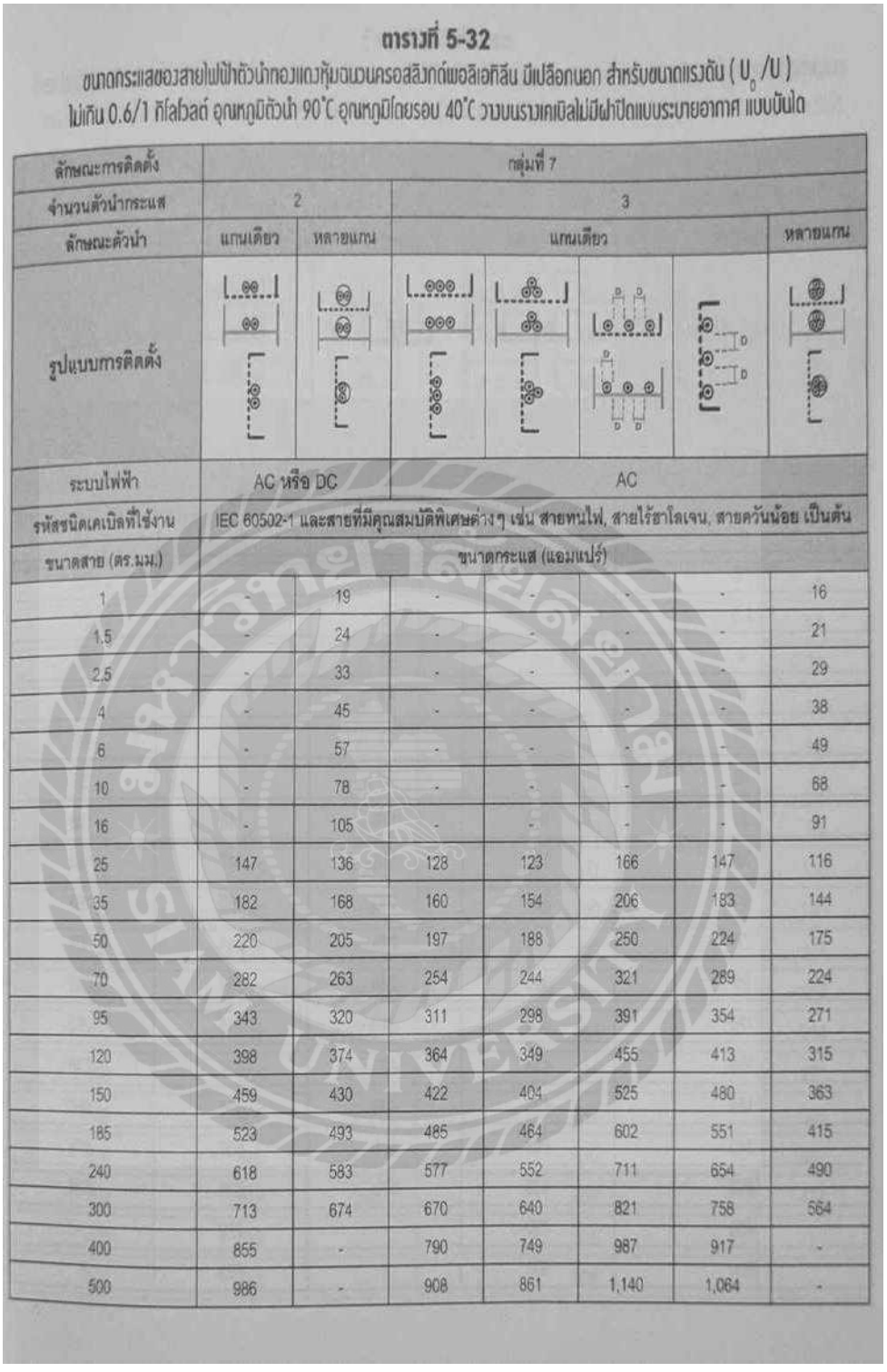
รูปที่ 2.27 ตารางที่ 5-30 (ก) รางเคเบิ้ล

ตารางที่ 5-31

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างทึบ มี/ไม่มี ฝาปิด

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3	
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง				
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 10, NYY, VCT และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน สายควันน้อย			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	11	-	10
1.5	-	14	-	13
2.5	-	20	-	17
4	-	26	-	23
6	-	33	-	30
10	-	45	-	40
16	-	60	-	54
25	88	78	77	70
35	109	97	96	86
50	131	116	117	103
70	167	146	149	130
95	202	175	180	156
120	234	202	208	179
150	261	224	228	196
185	279	256	258	222
240	348	299	301	258
300	398	343	343	295
400	475	-	406	-
500	545	-	464	-

รูปที่ 2.28 ตารางที่ 5-31 รางเคเบิ้ล



ตารางที่ 5-32

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิดแบบระบายอากาศ แบบขั้นได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7						
จำนวนตัวนำกระแส	2		3				
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง							
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC				
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น						
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
1	-	19	-	-	-	-	16
1.5	-	24	-	-	-	-	21
2.5	-	33	-	-	-	-	29
4	-	45	-	-	-	-	38
6	-	57	-	-	-	-	49
10	-	78	-	-	-	-	68
16	-	105	-	-	-	-	91
25	147	136	128	123	166	147	116
35	182	168	160	154	206	183	144
50	220	205	197	188	250	224	175
70	282	263	254	244	321	289	224
95	343	320	311	298	391	354	271
120	398	374	364	349	455	413	315
150	459	430	422	404	525	480	363
185	523	493	485	464	602	551	415
240	618	583	577	552	711	654	490
300	713	674	670	640	821	758	564
400	855	-	790	749	987	917	-
500	986	-	908	861	1,140	1,064	-

รูปที่ 2.29 ตารางที่ 5-32 รางเคเบิ้ล

ตารางที่ 5-32 (ก)

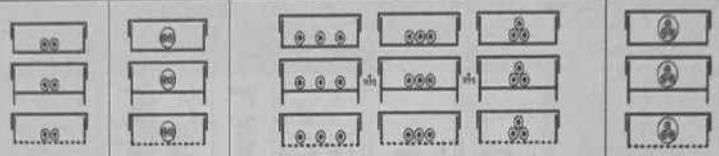
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0 / U) ไม่เกิน 0.6/ กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3	
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง				
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน สายควันน้อย			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	17	-	15
1.5	-	22	-	20
2.5	-	30	-	27
4	-	41	-	36
6	-	53	-	47
10	-	73	-	65
16	-	97	-	87
25	130	126	118	108
35	160	156	147	134
50	207	190	190	163
70	267	245	244	208
95	323	298	297	253
120	376	348	345	293
150	433	401	397	338
185	496	460	455	386
240	586	545	537	455
300	676	630	620	524
400	790	-	722	-
500	901	-	823	-

รูปที่ 2.30 ตารางที่ 5-32 (ก) รางเคเบิ้ล

ตารางที่ 5-33

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0 / U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนบนรางเคเบิลมีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ แบบระบายอากาศ แบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3	
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง				
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน สายควันน้อย			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	15	-	14
1.5	-	20	-	18
2.5	-	27	-	24
4	-	36	-	32
6	-	46	-	40
10	-	63	-	55
16	-	83	-	73
25	121	108	106	96
35	149	133	131	116
50	180	159	159	140
70	230	201	202	177
95	278	241	245	212
120	322	278	284	244
150	358	304	311	273
185	409	349	349	309
240	480	418	410	362
300	549	484	468	414
400	622	-	531	-
500	713	-	606	-

รูปที่ 2.31 ตารางที่ 5-33 รางเคเบิ้ล

2.2 หลักการในการออกแบบตู้ควบคุม โรงงานชิลเลอร์

2.2.1 ข้อมูลสเปคของชิลเลอร์

Detailed Performance Summary For 30XW1762P

Project: 30XW
Prepared By:
12/15/2021
01:49PM

AQUAFORCE

Carrier

AquaForce™ Water Cooled Screw Chiller

Unit Information

Tag Name:	30XW1762P	
Model Number:	30XW1762P	
Condenser Type:	Water Cooled	
Nameplate Voltage:	400-3-50	V-Ph-Hz
Quantity:	1	
Manufacturing Source:	Shanghai, China	
Refrigerant:	R134a	
Minimum Capacity:	8.00	%
Shipping Weight:	23916	lb
Operating Weight:	24136	lb
Unit Length:	189	in
Unit Width:	85	in
Unit Height:	62	in

Performance Information

Cooling Capacity:	506.0	Tons
Heating Capacity:	590.5	Tons
Total Unit Power:	303.3	kW
Cooling Efficiency (EER):	20.02	BTU/Wh
Heating Efficiency (COPH):	6.847	kW/kW
IPLV.IP:	28.04	BTU/Wh

Acoustics Information

A-Weighted Sound Pressure Level:	85	dBA

Evaporator Information

Fluid Type:	Fresh Water	
Fouling Factor:	0.000100	(hr-sqft-F)/BTU
Leaving Temperature:	45.00	?F
Entering Temperature:	54.97	?F
Fluid Flow:	1,214	gpm
Pressure Drop:	16.9	ft H2O

Condenser Information

Fluid Type:	Fresh Water	
Fouling Factor:	0.000250	(hr-sqft-F)/BTU
Leaving Temperature:	99.42	?F
Entering Temperature:	90.00	?F
Fluid Flow:	1,512	gpm
Pressure Drop:	13.8	ft H2O

Electrical Information

Unit Voltage:	400-3-50	V-Ph-Hz
Standby Power:	0.05000	kW
Minimum Voltage:	360	Volts
Maximum Voltage:	440	Volts

Packaged Chiller Builder China Export 3.39T
Page 1 of 3

รูปที่ 2.32 ข้อมูลสเปคของชิลเลอร์

Detailed Performance Summary For 30XW1762P

Project: 30XW
Prepared By:

12/15/2021
01:49PM

Power Factor:.....**0.90**

Amps (Un)	Electrical Circuit 1	Electrical Circuit 2
Max Unit Current Draw (RLA)	379.0	304.0
Max Start Up Current (ICF)	587.0	587.0
Nominal Unit Current Draw (A)	266.0	232.0

Accessories and Installed Options

No Accessories or Installed Options selected

รูปที่ 2.33 พิกัดกระแสชิลเลอร์

Detailed Performance Summary For 30XW1762P

Project: 30XW
Prepared By:

12/15/2021
01:49PM

Load Line

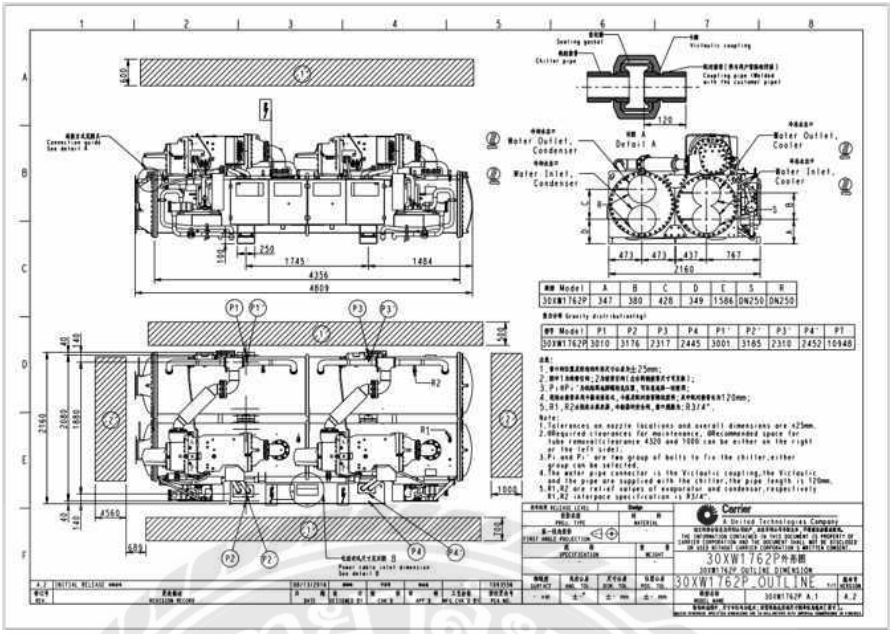
Unit Performance									
Percent Full Load Cooling Capacity, %	100.00	90.00	80.00	70.00	60.00	50.00	40.00	30.00	20.00
Percent of Full Load Power, %	100.00	90.05	80.17	64.67	55.92	48.76	44.05	39.41	27.19
Unloading Sequence	Default	Default	Default	Default	Default	Default	Default	Default	Default
Cooling Capacity, Tons	506.0	455.4	404.8	354.2	303.6	253.0	202.4	151.8	101.2
Heating Capacity, Tons	590.5	531.5	472.5	408.8	350.8	294.2	239.6	185.1	124.2
Total Unit Power, kW	303.3	273.1	243.1	196.1	169.6	147.9	133.6	119.5	82.46
Nominal Unit Current Draw (RLA)	491.0	445.7	401.0	334.9	298.8	268.2	246.8	226.2	156.2
Cooling Efficiency, BTU/Wh	20.02	20.01	19.98	21.67	21.48	20.53	18.18	15.24	14.73
Heating Efficiency, kW/kW	6.847	6.844	6.835	7.331	7.275	6.997	6.307	5.447	5.295
Evaporator Data									
Fluid Entering Temperature, ?F	54.97	53.96	52.96	51.97	50.97	49.98	48.98	47.99	46.99
Fluid Leaving Temperature, ?F	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Fluid Flow Rate, gpm	1,214	1,214	1,214	1,214	1,214	1,214	1,214	1,214	1,214
Fouling Factor, (hr-sqft-F)/BTU	0.000100	0.000100	0.000100	0.000100	0.000100	0.000100	0.000100	0.000100	0.000100
Condenser Data									
Fluid Entering Temperature, ?F	90.00	89.29	88.57	87.86	87.14	86.43	85.71	85.00	85.00
Fluid Leaving Temperature, ?F	99.42	97.77	96.11	94.38	92.74	91.12	89.53	87.96	86.98
Fluid Flow Rate, gpm	1,512	1,512	1,512	1,512	1,512	1,512	1,512	1,512	1,512
Fouling Factor, (hr-sqft-F)/BTU	0.000250	0.000250	0.000250	0.000250	0.000250	0.000250	0.000250	0.000250	0.000250

Sound pressure level was determined in accordance with AHRI Standard 575. Sound pressure level is the free field sound data (the unit is placed in free field over a reflecting plane).

AHRI CERTIFIED

Certified in accordance with the AHRI Water-Cooled Water-Chilling and Heat Pump Water-Heating Packages Certification Program, which is based on AHRI Standard 550/590 (I-P) and AHRI Standard 551/591 (SI). Certified units may be found in the AHRI Directory at www.ahridirectory.org

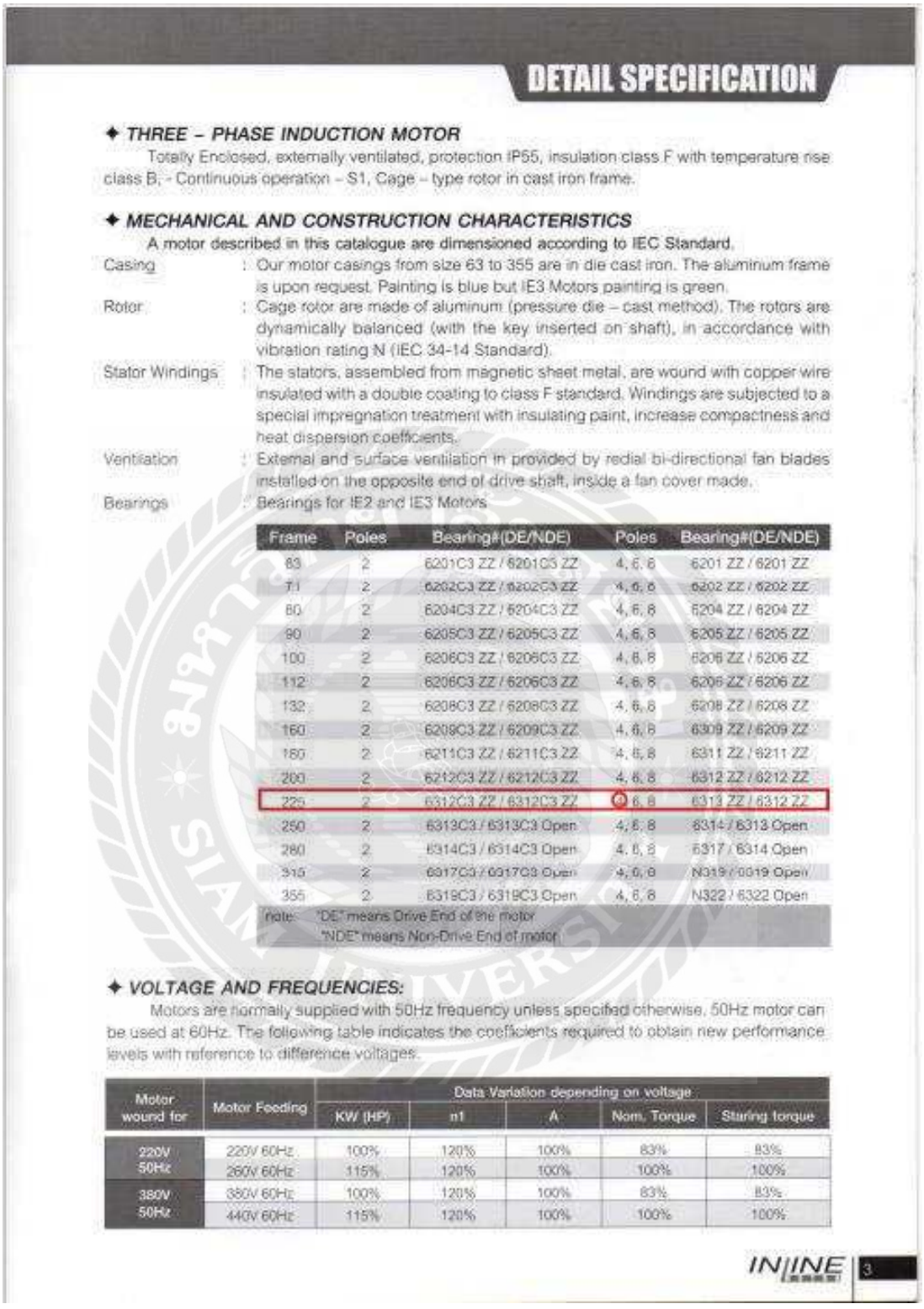
รูปที่ 2.34 ตารางสรุปประสิทธิภาพของชิลเลอร์



รูปที่ 2.35 แบบตัวเครื่องชิลเลอร์

2.2.2 ข้อมูลสเปคของปั๊ม CHP

รูปที่ 2.36 รูปแบบมอเตอร์ปั๊มCHP



DETAIL SPECIFICATION

✦ THREE – PHASE INDUCTION MOTOR

Totally Enclosed, externally ventilated, protection IP55, insulation class F with temperature rise class B, - Continuous operation – S1, Cage – type rotor in cast iron frame.

✦ MECHANICAL AND CONSTRUCTION CHARACTERISTICS

A motor described in this catalogue are dimensioned according to IEC Standard.

Casing : Our motor casings from size 63 to 355 are in die cast iron. The aluminium frame is upon request. Painting is blue but IE3 Motors painting is green.

Rotor : Cage rotor are made of aluminum (pressure die – cast method). The rotors are dynamically balanced (with the key inserted on shaft), in accordance with vibration rating N (IEC 34-14 Standard).

Stator Windings : The stators, assembled from magnetic sheet metal, are wound with copper wire insulated with a double coating to class F standard. Windings are subjected to a special impregnation treatment with insulating paint, increase compactness and heat dispersion coefficients.

Ventilation : External and surface ventilation in provided by radial bi-directional fan blades installed on the opposite end of drive shaft, inside a fan cover made.

Bearings : Bearings for IE2 and IE3 Motors

Frame	Poles	Bearing#(DE/NDE)	Poles	Bearing#(DE/NDE)
63	2	6201C3 ZZ / 6201C3 ZZ	4, 6, 8	6201 ZZ / 6201 ZZ
71	2	6202C3 ZZ / 6202C3 ZZ	4, 6, 8	6202 ZZ / 6202 ZZ
80	2	6204C3 ZZ / 6204C3 ZZ	4, 6, 8	6204 ZZ / 6204 ZZ
90	2	6205C3 ZZ / 6205C3 ZZ	4, 6, 8	6205 ZZ / 6205 ZZ
100	2	6206C3 ZZ / 6206C3 ZZ	4, 6, 8	6206 ZZ / 6206 ZZ
112	2	6206C3 ZZ / 6206C3 ZZ	4, 6, 8	6206 ZZ / 6206 ZZ
132	2	6208C3 ZZ / 6208C3 ZZ	4, 6, 8	6208 ZZ / 6208 ZZ
160	2	6209C3 ZZ / 6209C3 ZZ	4, 6, 8	6309 ZZ / 6209 ZZ
180	2	6211C3 ZZ / 6211C3 ZZ	4, 6, 8	6311 ZZ / 6211 ZZ
200	2	6212C3 ZZ / 6212C3 ZZ	4, 6, 8	6312 ZZ / 6212 ZZ
225	2	6312C3 ZZ / 6312C3 ZZ	4, 6, 8	6313 ZZ / 6312 ZZ
250	2	6313C3 / 6313C3 Open	4, 6, 8	6314 / 6313 Open
280	2	6314C3 / 6314C3 Open	4, 6, 8	6317 / 6314 Open
315	2	6317C3 / 6317C3 Open	4, 6, 8	N319 / 6319 Open
355	2	6319C3 / 6319C3 Open	4, 6, 8	N322 / 6322 Open

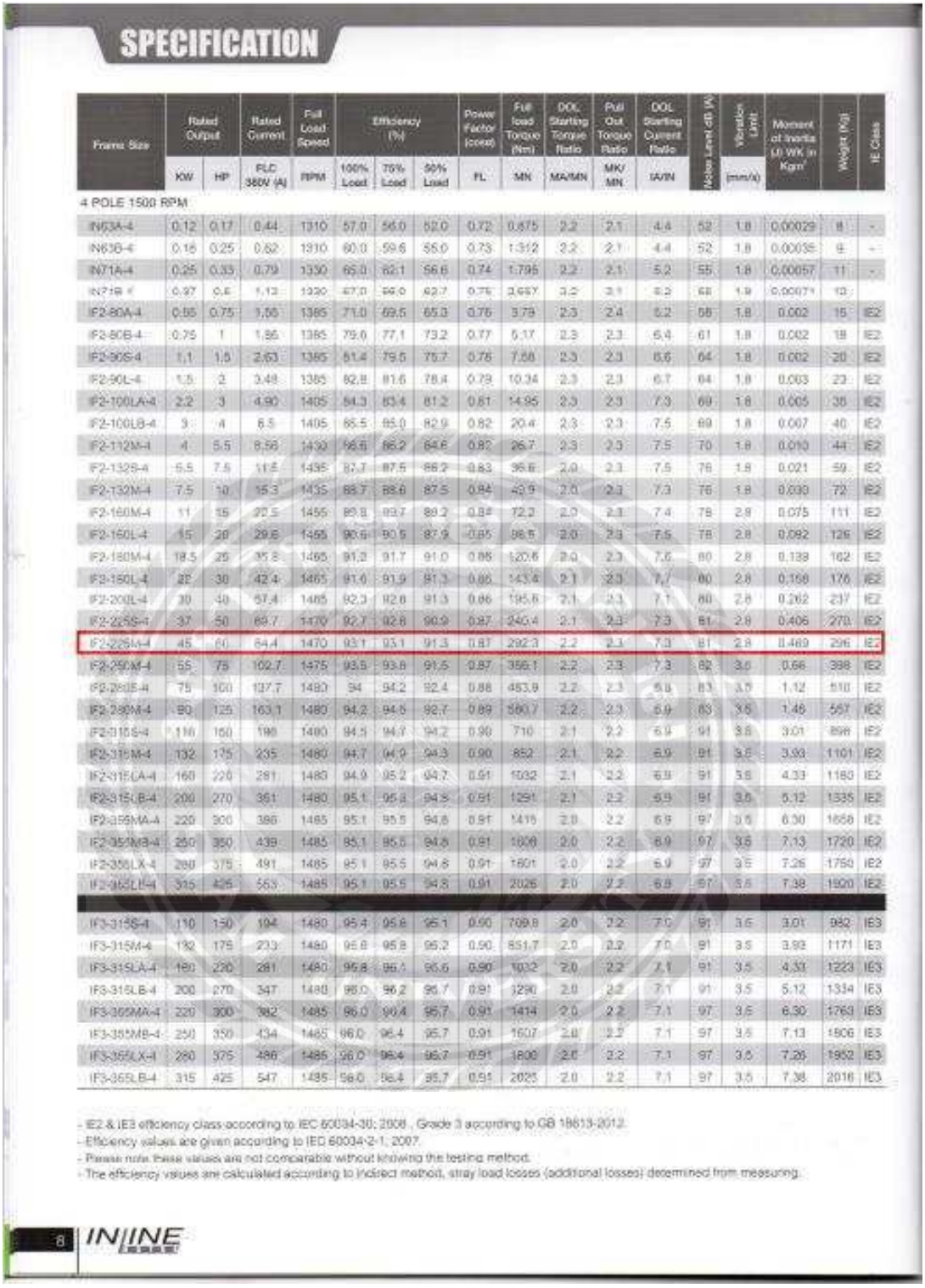
note: "DE" means Drive End of the motor
"NDE" means Non-Drive End of motor

✦ VOLTAGE AND FREQUENCIES:

Motors are normally supplied with 50Hz frequency unless specified otherwise. 50Hz motor can be used at 60Hz. The following table indicates the coefficients required to obtain new performance levels with reference to difference voltages.

Motor wound for	Motor Feeding	Data Variation depending on voltage				
		KW (HP)	n1	A	Nom. Torque	Staring torque
220V 50Hz	220V 60Hz	100%	120%	100%	83%	83%
	260V 60Hz	115%	120%	100%	100%	100%
380V 50Hz	380V 60Hz	100%	120%	100%	83%	83%
	440V 60Hz	115%	120%	100%	100%	100%

รูปที่ 2.37 ตารางจำนวนขดลวดมอเตอร์ปั๊มCHP



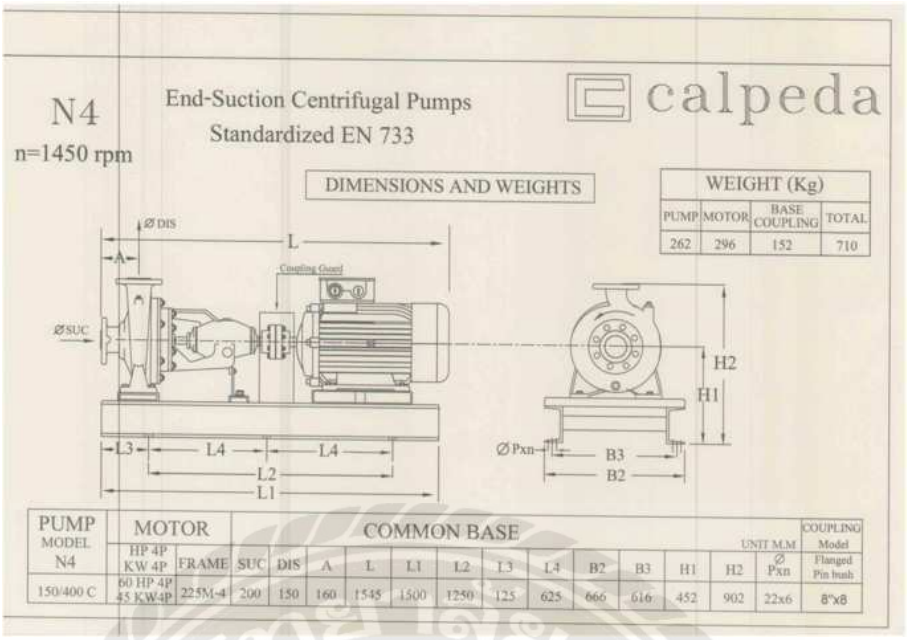
SPECIFICATION

Frame Size	Rated Output		Rated Current	Full Load Speed	Efficiency (%)			Power Factor (cosø)	Full load Torque (Nm)	DOL Starting Torque Ratio	Pull Out Torque Ratio	DOL Starting Current Ratio	Noise Level dB (A)	Vibration Limit	Moment of Inertia (J) WK in Kgm²	Weight (Kg)	IE Class
	KW	HP	FLC 380V (A)	RPM	100% Load	75% Load	50% Load	FL	MN	MA/MN	MK/MN	IA/IN		(mm/s)			
4 POLE 1500 RPM																	
IN63A-4	0.12	0.17	0.44	1310	57.0	56.0	52.0	0.72	0.875	2.2	2.1	4.4	52	1.8	0.00029	8	-
IN63B-4	0.18	0.25	0.62	1310	60.0	59.6	55.0	0.73	1.312	2.2	2.1	4.4	52	1.8	0.00035	9	-
IN71A-4	0.25	0.33	0.79	1330	65.0	62.1	56.6	0.74	1.796	2.2	2.1	5.2	55	1.8	0.00057	11	-
IN71B-4	0.37	0.5	1.13	1330	67.0	64.0	62.7	0.75	2.657	2.2	2.1	5.2	55	1.8	0.00071	13	-
IF2-80A-4	0.55	0.75	1.55	1385	71.0	69.5	65.0	0.76	3.79	2.3	2.4	5.2	58	1.8	0.002	15	IE2
IF2-80B-4	0.75	1	1.96	1385	75.0	77.1	73.2	0.77	5.17	2.3	2.3	6.4	61	1.8	0.002	18	IE2
IF2-90S-4	1.1	1.5	2.63	1385	81.4	79.5	75.7	0.78	7.58	2.3	2.3	6.6	64	1.8	0.002	20	IE2
IF2-90L-4	1.5	2	3.48	1385	82.8	81.6	78.4	0.79	10.34	2.3	2.3	6.7	64	1.8	0.003	23	IE2
IF2-100LA-4	2.2	3	4.90	1405	84.3	83.4	81.2	0.81	14.95	2.3	2.3	7.3	69	1.8	0.005	35	IE2
IF2-100LB-4	3	4	6.5	1405	85.5	85.0	82.9	0.82	20.4	2.3	2.3	7.5	69	1.8	0.007	40	IE2
IF2-112M-4	4	5.5	8.56	1430	86.6	86.2	84.6	0.82	26.7	2.3	2.3	7.5	70	1.8	0.010	44	IE2
IF2-132S-4	5.5	7.5	11.6	1435	87.7	87.5	86.2	0.83	36.6	2.0	2.3	7.5	76	1.8	0.021	59	IE2
IF2-132M-4	7.5	10	15.3	1435	88.7	88.6	87.5	0.84	49.9	2.0	2.3	7.3	76	1.8	0.030	72	IE2
IF2-160M-4	11	15	22.5	1455	89.8	89.7	89.2	0.84	72.2	2.0	2.3	7.4	78	2.8	0.075	111	IE2
IF2-160L-4	15	20	29.6	1465	90.6	90.5	87.9	0.85	98.5	2.0	2.3	7.5	78	2.8	0.092	126	IE2
IF2-180M-4	18.5	25	35.8	1465	91.2	91.7	91.0	0.86	120.6	2.0	2.3	7.6	80	2.8	0.138	162	IE2
IF2-180L-4	22	30	42.4	1465	91.6	91.9	91.3	0.86	143.4	2.1	2.3	7.7	80	2.8	0.156	176	IE2
IF2-200L-4	30	40	57.4	1465	92.3	92.6	91.3	0.86	195.6	2.1	2.3	7.1	80	2.8	0.262	237	IE2
IF2-225S-4	37	50	69.7	1470	92.7	92.6	90.9	0.87	240.4	2.1	2.3	7.3	81	2.8	0.406	270	IE2
IF2-225M-4	45	60	84.4	1470	93.1	93.1	91.3	0.87	292.3	2.2	2.3	7.3	81	2.8	0.469	296	IE2
IF2-250M-4	55	75	102.7	1475	93.5	93.8	91.5	0.87	356.1	2.2	2.3	7.3	82	3.5	0.66	398	IE2
IF2-280S-4	75	100	137.7	1480	94	94.2	92.4	0.88	483.9	2.2	2.3	6.8	83	3.5	1.12	510	IE2
IF2-280M-4	90	125	163.1	1480	94.2	94.5	92.7	0.89	580.7	2.2	2.3	6.9	83	3.5	1.46	557	IE2
IF2-315S-4	110	150	198	1480	94.5	94.7	94.2	0.90	710	2.1	2.2	6.9	91	3.5	3.01	898	IE2
IF2-315M-4	132	175	235	1480	94.7	94.9	94.3	0.90	852	2.1	2.2	6.9	91	3.5	3.93	1101	IE2
IF2-315LA-4	160	220	281	1480	94.9	95.2	94.7	0.91	1032	2.1	2.2	6.9	91	3.5	4.33	1180	IE2
IF2-315LB-4	200	270	351	1480	95.1	95.4	94.8	0.91	1291	2.1	2.2	6.9	91	3.5	5.12	1335	IE2
IF2-355MA-4	220	300	386	1485	95.1	95.5	94.8	0.91	1415	2.0	2.2	6.9	97	3.5	6.30	1658	IE2
IF2-355MB-4	250	350	439	1485	95.1	95.5	94.8	0.91	1606	2.0	2.2	6.9	97	3.5	7.13	1720	IE2
IF2-355LX-4	280	375	491	1485	95.1	95.5	94.8	0.91	1801	2.0	2.2	6.9	97	3.5	7.26	1750	IE2
IF2-355LB-4	315	425	553	1485	95.1	95.5	94.8	0.91	2026	2.0	2.2	6.9	97	3.5	7.38	1920	IE2
IF3-315S-4	110	150	194	1480	95.4	95.6	95.1	0.90	709.8	2.0	2.2	7.0	91	3.5	3.01	982	IE3
IF3-315M-4	132	175	233	1480	95.6	95.8	95.2	0.90	851.7	2.0	2.2	7.0	91	3.5	3.93	1171	IE3
IF3-315LA-4	160	220	281	1480	95.8	96.1	95.6	0.90	1032	2.0	2.2	7.1	91	3.5	4.33	1223	IE3
IF3-315LB-4	200	270	347	1480	96.0	96.2	95.7	0.91	1290	2.0	2.2	7.1	91	3.5	5.12	1334	IE3
IF3-355MA-4	220	300	382	1485	96.0	96.4	95.7	0.91	1414	2.0	2.2	7.1	97	3.5	6.30	1763	IE3
IF3-355MB-4	250	350	434	1485	96.0	96.4	95.7	0.91	1607	2.0	2.2	7.1	97	3.5	7.13	1806	IE3
IF3-355LX-4	280	375	486	1485	96.0	96.4	95.7	0.91	1800	2.0	2.2	7.1	97	3.5	7.26	1952	IE3
IF3-355LB-4	315	425	547	1485	96.0	96.4	95.7	0.91	2025	2.0	2.2	7.1	97	3.5	7.38	2016	IE3

- IE2 & IE3 efficiency class according to IEC 60034-30: 2008 , Grade 3 according to GB 18613-2012.
- Efficiency values are given according to IEC 60034-2-1: 2007.
- Please note these values are not comparable without knowing the testing method.
- The efficiency values are calculated according to indirect method, stray load losses (additional losses) determined from measuring.

8 INLINE

รูปที่ 2.38 ตารางโหลดมอเตอร์ปั๊มCHP



N4
n=1450 rpm

End-Suction Centrifugal Pumps
Standardized EN 733

calpeda

DIMENSIONS AND WEIGHTS

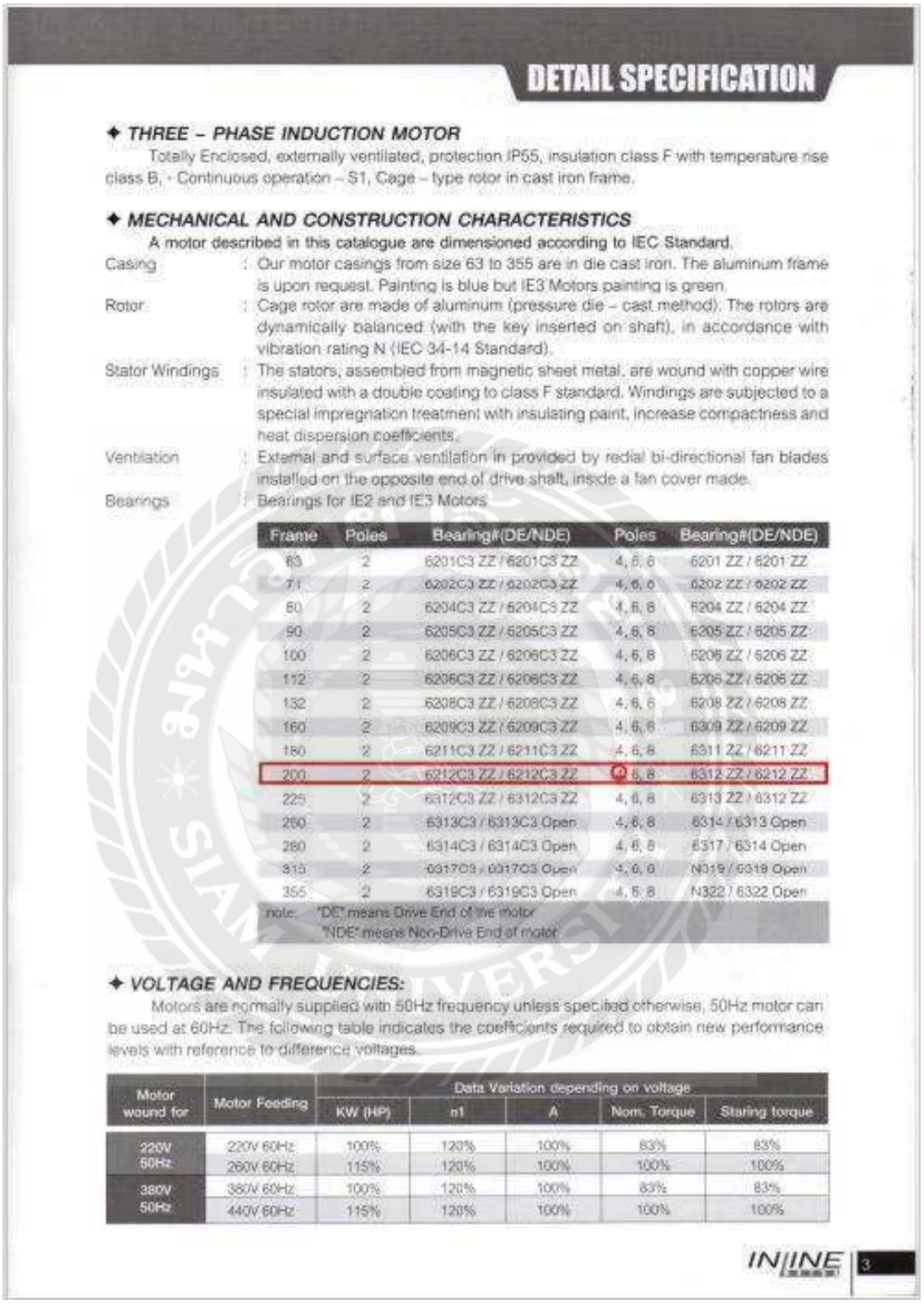
WEIGHT (Kg)			
PUMP	MOTOR	BASE COUPLING	TOTAL
262	296	152	710

PUMP MODEL N4	MOTOR HP 4P KW 4P	FRAME	SUC	DIS	A	L	L1	L2	L3	L4	B2	B3	H1	H2	Ø Pxn	COUPLING Model Flanged Pin bush
															UNIT M.M	
150/400 C	60 HP 4P 45 KW 4P	225M-4	200	150	160	1545	1500	1250	125	625	666	616	452	902	22x6	8"x8

รูปที่ 2.39 รูปแบบขนาดปั๊มCHP

2.2.3 ข้อมูลสเปคของปั๊ม CDP

รูปที่ 2.40 รูปแบบมอเตอร์ปั๊มCDP



DETAIL SPECIFICATION

✦ THREE – PHASE INDUCTION MOTOR

Totally Enclosed, externally ventilated, protection IP55, insulation class F with temperature rise class B, - Continuous operation – S1, Cage – type rotor in cast iron frame.

✦ MECHANICAL AND CONSTRUCTION CHARACTERISTICS

A motor described in this catalogue are dimensioned according to IEC Standard.

Casing : Our motor casings from size 63 to 355 are in die cast iron. The aluminum frame is upon request. Painting is blue but IE3 Motors painting is green.

Rotor : Cage rotor are made of aluminum (pressure die – cast method). The rotors are dynamically balanced (with the key inserted on shaft), in accordance with vibration rating N (IEC 34-14 Standard).

Stator Windings : The stators, assembled from magnetic sheet metal, are wound with copper wire insulated with a double coating to class F standard. Windings are subjected to a special impregnation treatment with insulating paint, increase compactness and heat dispersion coefficients.

Ventilation : External and surface ventilation in provided by radial bi-directional fan blades installed on the opposite end of drive shaft, inside a fan cover made.

Bearings : Bearings for IE2 and IE3 Motors

Frame	Poles	Bearing#(DE/NDE)	Poles	Bearing#(DE/NDE)
63	2	6201C3 ZZ / 6201C3 ZZ	4, 6, 8	6201 ZZ / 6201 ZZ
71	2	6202C3 ZZ / 6202C3 ZZ	4, 6, 8	6202 ZZ / 6202 ZZ
80	2	6204C3 ZZ / 6204C3 ZZ	4, 6, 8	6204 ZZ / 6204 ZZ
90	2	6205C3 ZZ / 6205C3 ZZ	4, 6, 8	6205 ZZ / 6205 ZZ
100	2	6206C3 ZZ / 6206C3 ZZ	4, 6, 8	6206 ZZ / 6206 ZZ
112	2	6206C3 ZZ / 6206C3 ZZ	4, 6, 8	6206 ZZ / 6206 ZZ
132	2	6208C3 ZZ / 6208C3 ZZ	4, 6, 8	6208 ZZ / 6208 ZZ
160	2	6209C3 ZZ / 6209C3 ZZ	4, 6, 8	6309 ZZ / 6209 ZZ
180	2	6211C3 ZZ / 6211C3 ZZ	4, 6, 8	6311 ZZ / 6211 ZZ
200	2	6212C3 ZZ / 6212C3 ZZ	4, 6, 8	6312 ZZ / 6212 ZZ
225	2	6312C3 ZZ / 6312C3 ZZ	4, 6, 8	6313 ZZ / 6312 ZZ
250	2	6313C3 / 6313C3 Open	4, 6, 8	6314 / 6313 Open
280	2	6314C3 / 6314C3 Open	4, 6, 8	6317 / 6314 Open
315	2	6317C3 / 6317C3 Open	4, 6, 8	N319 / 6319 Open
355	2	6319C3 / 6319C3 Open	4, 6, 8	N322 / 6322 Open

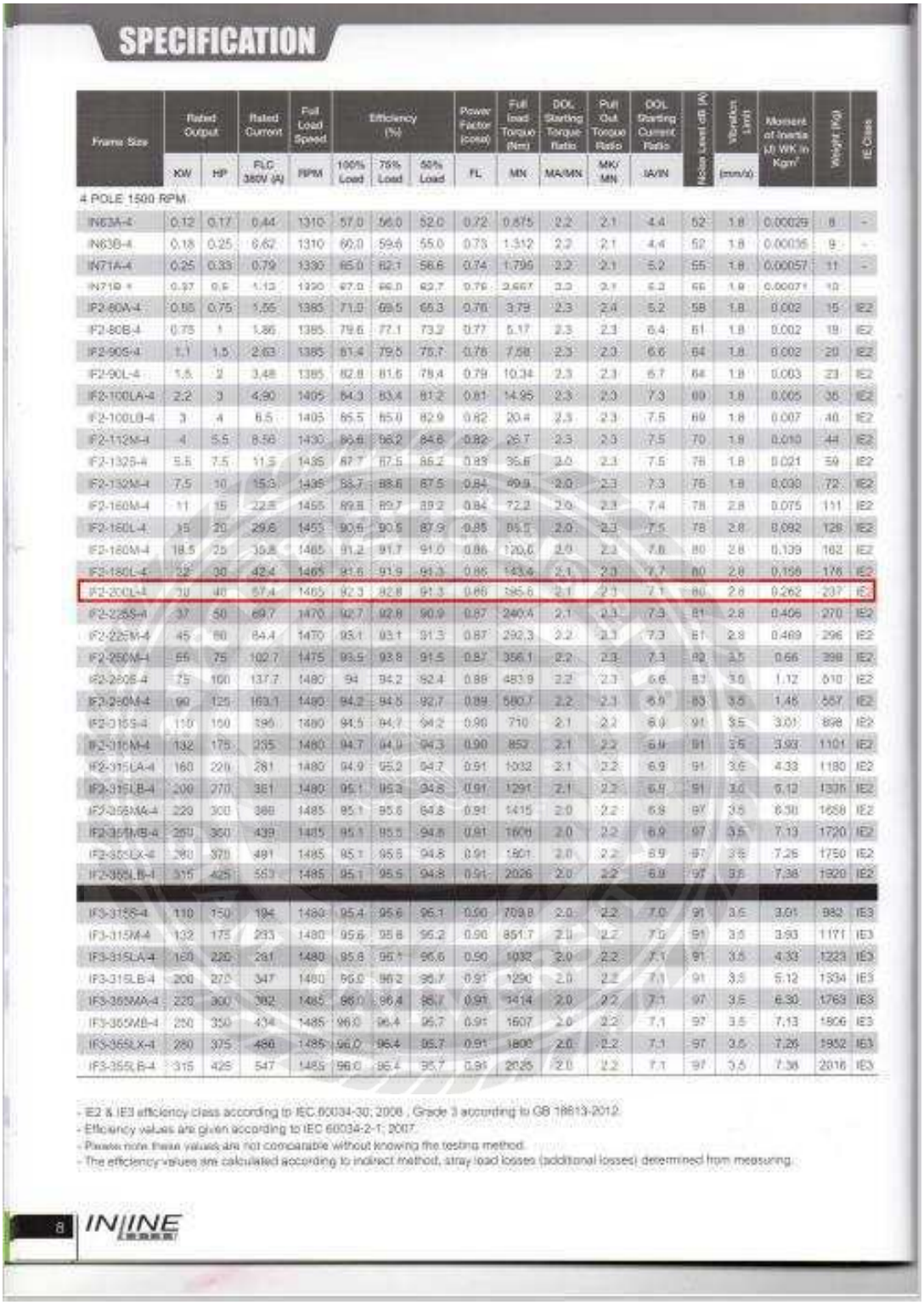
note: "DE" means Drive End of the motor
"NDE" means Non-Drive End of motor

✦ VOLTAGE AND FREQUENCIES:

Motors are normally supplied with 50Hz frequency unless specified otherwise. 50Hz motor can be used at 60Hz. The following table indicates the coefficients required to obtain new performance levels with reference to difference voltages.

Motor wound for	Motor Feeding	Data Variation depending on voltage				
		KW (HP)	n1	A	Nom. Torque	Staring torque
220V 50Hz	220V 60Hz	100%	120%	100%	83%	83%
	260V 60Hz	115%	120%	100%	100%	100%
380V 50Hz	380V 60Hz	100%	120%	100%	83%	83%
	440V 60Hz	115%	120%	100%	100%	100%

รูปที่ 2.41 ตารางจำนวนขดลวดมอเตอร์ปั๊มCDP



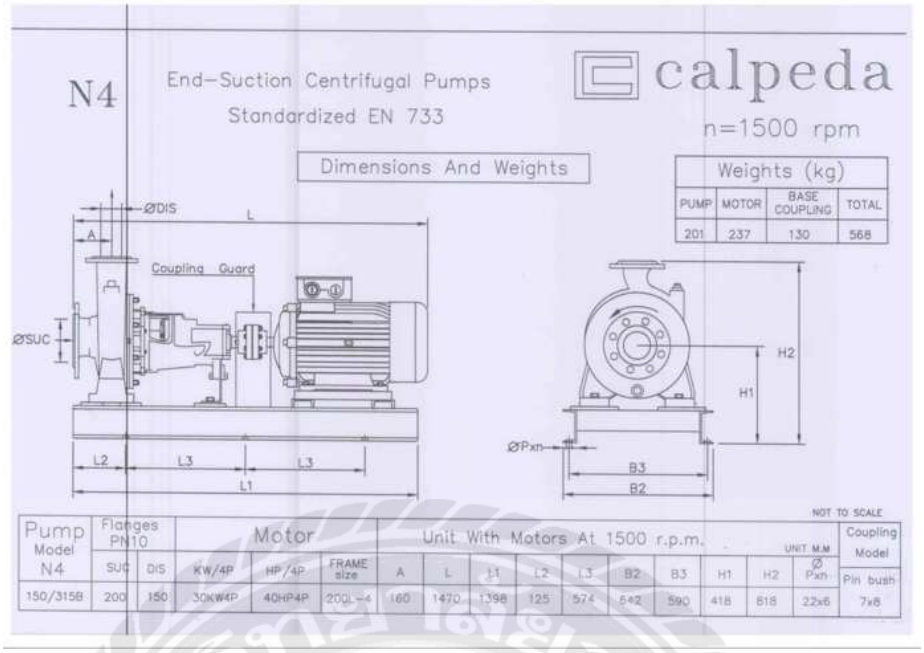
SPECIFICATION

Frame Size	Rated Output		Rated Current	Full Load Speed	Efficiency (%)			Power Factor (cosφ)	Full load Torque (Nm)	DOL Starting Torque Ratio	Pull Out Torque Ratio	DOL Starting Current Ratio	Noise Level dB (A)	Vibration Limit	Moment of Inertia (J) WK in Kgm²	Weight (Kg)	IE Class
	KW	HP	FLC 380V (A)	RPM	100% Load	75% Load	50% Load	FL	MN	MA/MN	MK/MN	IA/IN		(mm/s)			
4 POLE 1500 RPM																	
IN63A-4	0.12	0.17	0.44	1310	57.0	56.0	52.0	0.72	0.875	2.2	2.1	4.4	52	1.8	0.00029	8	-
IN63B-4	0.18	0.25	0.62	1310	60.0	59.6	55.0	0.73	1.312	2.2	2.1	4.4	52	1.8	0.00035	9	-
IN71A-4	0.25	0.33	0.79	1330	65.0	62.1	58.6	0.74	1.795	2.2	2.1	5.2	55	1.8	0.00057	11	-
IN71B-4	0.37	0.5	1.13	1330	67.0	66.0	62.7	0.76	2.657	2.2	2.1	5.2	55	1.8	0.00071	12	
IF2-80A-4	0.55	0.75	1.55	1385	71.0	69.5	66.3	0.76	3.79	2.3	2.4	5.2	58	1.8	0.002	15	IE2
IF2-80B-4	0.75	1	1.86	1385	73.6	72.1	73.2	0.77	5.17	2.3	2.3	6.4	61	1.8	0.002	19	IE2
IF2-90S-4	1.1	1.5	2.63	1385	81.4	79.5	76.7	0.76	7.58	2.3	2.3	6.6	64	1.8	0.002	20	IE2
IF2-90L-4	1.5	2	3.48	1385	82.8	81.6	78.4	0.79	10.34	2.3	2.3	6.7	64	1.8	0.003	23	IE2
IF2-100LA-4	2.2	3	4.90	1405	84.3	83.4	81.2	0.81	14.95	2.3	2.3	7.3	69	1.8	0.005	35	IE2
IF2-100LB-4	3	4	6.5	1405	85.5	85.0	82.9	0.82	20.4	2.3	2.3	7.5	69	1.8	0.007	40	IE2
IF2-112M-4	4	5.5	8.56	1430	86.6	86.2	84.6	0.82	26.7	2.3	2.3	7.5	70	1.8	0.010	44	IE2
IF2-132S-4	5.5	7.5	11.5	1435	87.7	87.5	86.2	0.83	36.6	2.0	2.3	7.5	76	1.8	0.021	59	IE2
IF2-132M-4	7.5	10	15.3	1435	88.7	88.6	87.5	0.84	49.9	2.0	2.3	7.3	76	1.8	0.030	72	IE2
IF2-160M-4	11	15	22.8	1455	89.8	89.7	89.2	0.84	72.2	2.0	2.3	7.4	78	2.8	0.075	111	IE2
IF2-160L-4	15	20	29.6	1455	90.6	90.5	87.9	0.85	95.7	2.0	2.3	7.5	78	2.8	0.092	128	IE2
IF2-180M-4	18.5	25	35.8	1465	91.2	91.7	91.0	0.86	120.0	2.0	2.3	7.6	80	2.8	0.139	162	IE2
IF2-180L-4	22	30	42.4	1465	91.6	91.9	91.3	0.86	143.4	2.1	2.0	7.7	80	2.8	0.156	176	IE2
IF2-200L-4	30	40	57.4	1465	92.3	92.8	91.3	0.86	195.6	2.1	2.1	7.1	80	2.8	0.262	237	IE2
IF2-225S-4	37	50	69.7	1470	92.7	92.8	90.9	0.87	240.4	2.1	2.3	7.3	81	2.8	0.406	270	IE2
IF2-225M-4	45	60	84.4	1470	93.1	93.1	91.3	0.87	292.3	2.2	2.3	7.3	81	2.8	0.469	296	IE2
IF2-250M-4	55	75	102.7	1475	93.5	93.8	91.5	0.87	356.1	2.2	2.3	7.3	82	3.5	0.66	398	IE2
IF2-280S-4	75	100	137.7	1480	94	94.2	92.4	0.88	483.9	2.2	2.3	6.6	83	3.5	1.12	510	IE2
IF2-280M-4	90	125	163.1	1480	94.2	94.5	92.7	0.89	580.7	2.2	2.3	6.9	83	3.5	1.46	557	IE2
IF2-315S-4	110	150	196	1480	94.5	94.7	94.2	0.90	710	2.1	2.2	6.9	91	3.5	3.01	898	IE2
IF2-315M-4	132	175	235	1480	94.7	94.9	94.3	0.90	852	2.1	2.2	6.9	91	3.5	3.93	1101	IE2
IF2-315LA-4	160	220	281	1480	94.9	95.2	94.7	0.91	1032	2.1	2.2	6.9	91	3.5	4.33	1180	IE2
IF2-315LB-4	200	270	351	1480	95.1	95.3	94.8	0.91	1291	2.1	2.2	6.9	91	3.5	5.12	1335	IE2
IF2-355MA-4	220	300	388	1485	95.1	95.6	94.8	0.91	1415	2.0	2.2	6.9	97	3.5	6.30	1658	IE2
IF2-355MB-4	250	350	439	1485	95.1	95.5	94.8	0.91	1607	2.0	2.2	6.9	97	3.5	7.13	1720	IE2
IF2-355LX-4	280	370	491	1485	95.1	95.6	94.8	0.91	1801	2.0	2.2	6.9	97	3.5	7.26	1750	IE2
IF2-355LB-4	315	425	553	1485	95.1	95.5	94.8	0.91	2026	2.0	2.2	6.9	97	3.5	7.38	1920	IE2
IF3-315S-4	110	150	194	1480	95.4	95.6	95.1	0.90	709.8	2.0	2.2	7.0	91	3.5	3.01	982	IE3
IF3-315M-4	132	175	233	1480	95.6	95.8	95.2	0.90	851.7	2.0	2.2	7.0	91	3.5	3.93	1171	IE3
IF3-315LA-4	160	220	281	1480	95.8	95.7	95.6	0.90	1032	2.0	2.2	7.1	91	3.5	4.33	1223	IE3
IF3-315LB-4	200	270	347	1480	96.0	96.2	95.7	0.91	1290	2.0	2.2	7.1	91	3.5	5.12	1334	IE3
IF3-355MA-4	220	300	382	1485	96.0	96.4	95.7	0.91	1414	2.0	2.2	7.1	97	3.5	6.30	1763	IE3
IF3-355MB-4	250	350	434	1485	96.0	96.4	95.7	0.91	1607	2.0	2.2	7.1	97	3.5	7.13	1806	IE3
IF3-355LX-4	280	375	486	1485	96.0	96.4	95.7	0.91	1800	2.0	2.2	7.1	97	3.5	7.26	1952	IE3
IF3-355LB-4	315	425	547	1485	96.0	96.4	95.7	0.91	2025	2.0	2.2	7.1	97	3.5	7.38	2016	IE3

- IE2 & IE3 efficiency class according to IEC 60034-30: 2008 , Grade 3 according to GB 18613-2012
- Efficiency values are given according to IEC 60034-2-1: 2007.
- Please note these values are not comparable without knowing the testing method.
- The efficiency values are calculated according to indirect method, stray load losses (additional losses) determined from measuring.

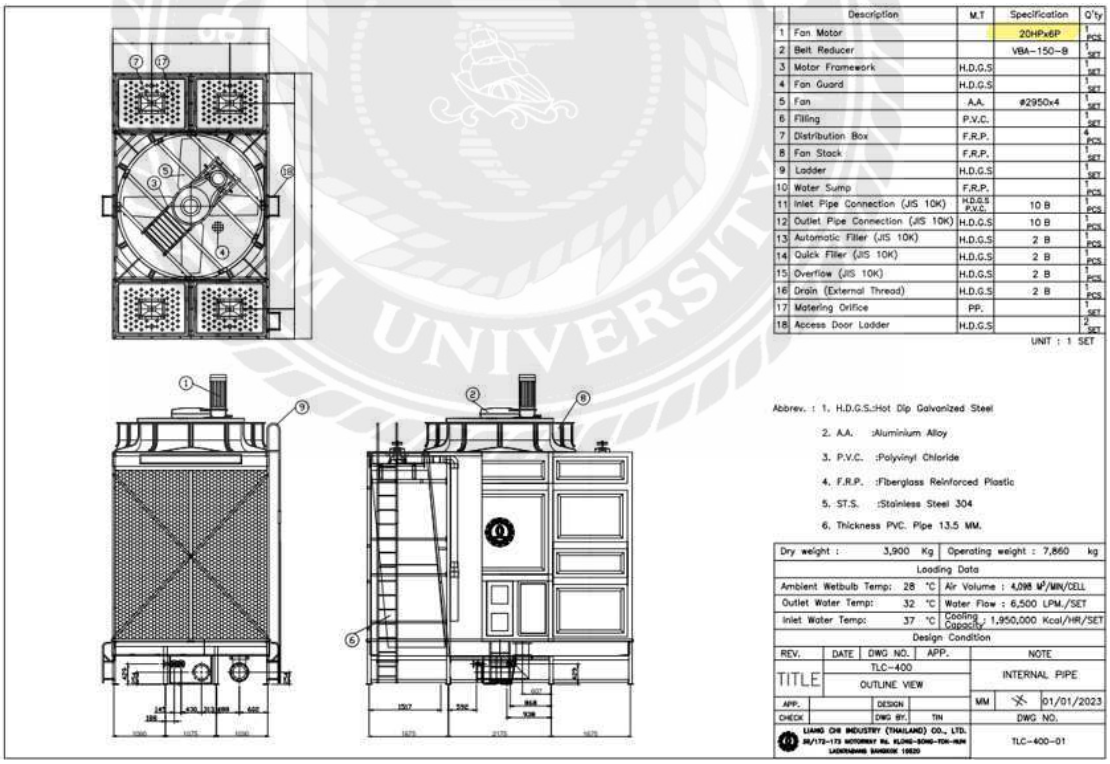
8 IN|INE

รูปที่ 2.42 ตารางโหลดมอเตอร์ปั๊มCDP



รูปที่ 2.43 รูปแบบขนาดปั๊มCDP

2.2.4 ข้อมูลสเปคของคูลลิ่งทาวเวอร์



รูปที่ 2.44 รูปแบบและข้อมูลสเปคของคูลลิ่งทาวเวอร์

2.2.5 ข้อมูลสเปคของมอเตอร์หัวขับวาล์ว

TOZEN

Application

For quarter turn valves automation used in heating & ventilation, air-conditioning, water treatment works, power generation, petrochemical plants, oil storage facilities, chemical plants, effluent treatment works, pulp & paper mills and shipbuilding industry.

Structure

NEUMAX®

▪ Performance

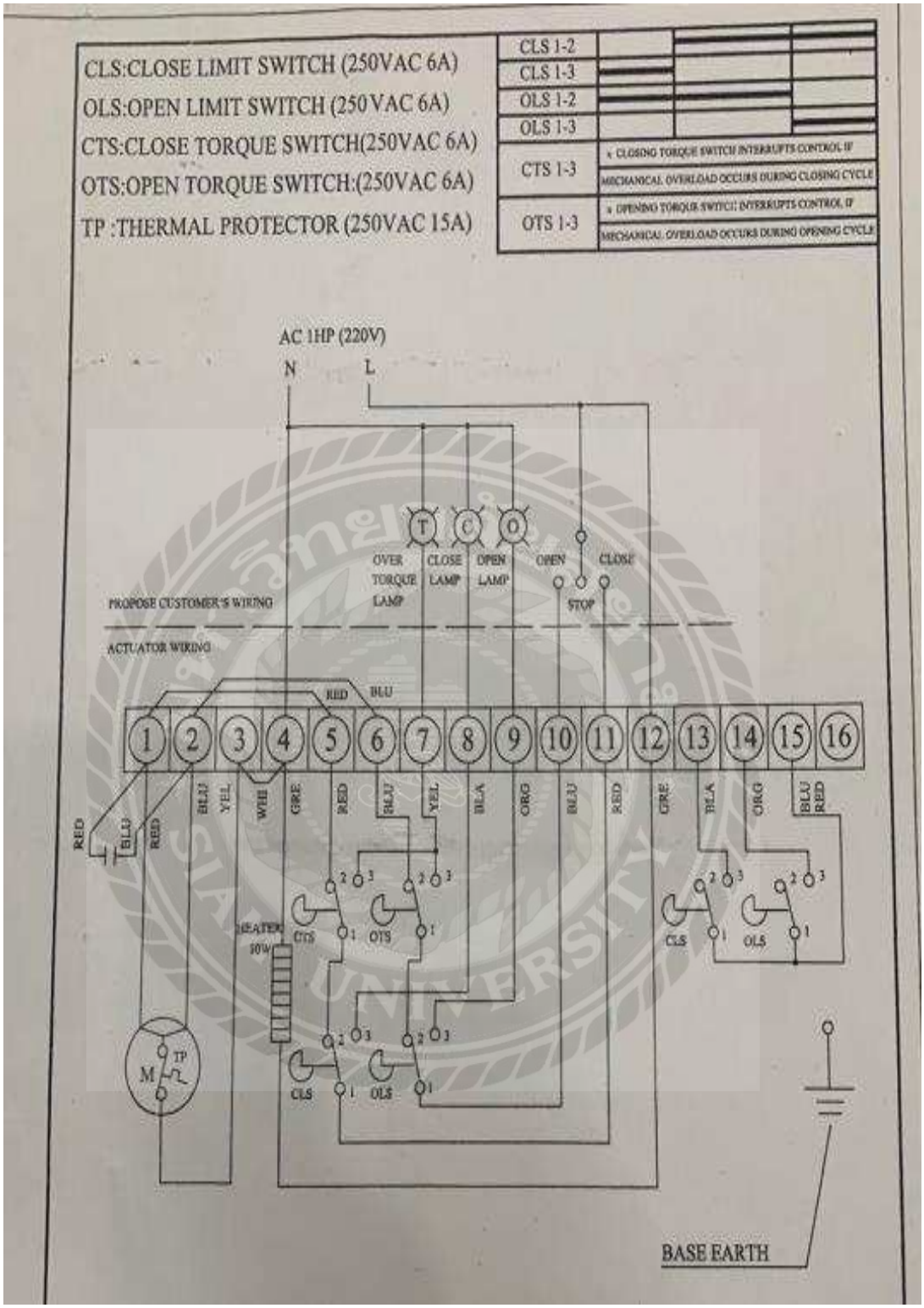
Type	Max Output Targue	Operating Time 60/50 Hz.	Max Stem Dia.	Motor 30 Min. Class F	Rated Current (mA)				Number of Handle Turn	Weight (Kgs)
					1 Phase		3 Phase			
	Kg-m	90 Deg.	mm	W	110V	220V	380V	440V		
QT3*	3	14/17	14	10	650	300	N/A	N/A	8.5	6
QT4*	4	14/17	14	10	650	300	N/A	N/A	8.5	6
QT6*	6	14/17	22	15	1250	400	N/A	N/A	8.5	9
QT9*	9	14/17	22	25	1500	550	190	400	8.5	10
QT15	15	17/20	22	40	2000	900	280	400	10	12
QT19	19	17/20	22	40	2000	900	280	420	10	13
QT28	28	22/26	32	40	2000	900	280	450	12.75	17
QT38	38	22/26	32	60	2700	1250	400	450	12.75	18
QT50	50	22/26	32	90	3300	1600	600	450	12.75	19
QT60	60	24/29	42	120	5000	2400	800	500	14.5	22
QT80	80	24/29	42	180	5800	2800	1200	850	14.5	23
QT100	100	24/29	42	200	8000	3000	1300	900	14.5	25
QT150	150	75/90	50	180	5800	2800	1200	850	45	33
QT200	200	75/90	50	200	8000	3000	1300	900	45	35
QT250	250	75/90	50	200	8000	3000	1300	900	45	35

* Without torque switches

2

AC-0118

รูปที่ 2.45 มอเตอร์หัวขับวาล์ว



รูปที่ 2.46 แบบวายริ่งคอนโทรลมอเตอร์หัวขับวาล์ว

2.2.6 ตารางพิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที			
	ฟิวส์ทำงานไว (%)	ฟิวส์หน่วงเวลา (%)	เซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดทันที (%)	เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผัน (%)
มอเตอร์1 เฟส ไม่มีรหัสอักษร	300	175	700	250
มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส ทั้งหมด และมอเตอร์3 เฟส แบบกรงกระรอก และแบบซิงโครนัสซึ่งเริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้า เต็มที่หรือเริ่มเดินผ่านตัวต้านทานหรือรีแอ็กเตอร์				
*ไม่มีรหัสอักษร	300	175	700	250
*รหัสอักษร F ถึง V	300	175	700	250
*รหัสอักษร B ถึง E	250	175	700	200
*รหัสอักษร A	150	150	700	150
มอเตอร์กระแสสลับทั้งหมด แบบกรงกระรอกและแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่มเดินโดยผ่านหม้อแปลงออโต้ กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์				
* ไม่มีรหัสอักษรกระแสเกิน 30 แอมแปร์	250	175	700	200
	200	175	700	200
*ไม่มีรหัสอักษร	250	175	700	200
*รหัสอักษร F ถึง V	200	175	700	200
*รหัสอักษร B ถึง E	150	150	700	150
*รหัสอักษร A				

รูปที่ 2.47 ตารางตารางพิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย

2.2.7 คำนวณพิกัดกระแสและอุปกรณ์ป้องกันพร้อมขนาดสายตัวนำไฟฟ้า

2.2.6.1 พิกัดกระแสชิลเลอร์ เนื่องจาก (รูปที่ 2.33 พิกัดกระแสชิลเลอร์) ได้ให้พิกัดกระแสของชิลเลอร์มาให้แล้วจึงนำมาเลือกอุปกรณ์ป้องกันและสายตัวนำได้เลย รูปแบบการทำงานของชิลเลอร์ มี2เซอร์กิตแบ่งเป็นเซอร์กิตละ 587 แอมแปร์ ในการเลือกอุปกรณ์ป้องกันให้ดูที่พิกัดกระแส Max Start Up Current (I_{CF}) เป็นหลัก

-เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์(CIRCUIT BREAKER)

โดยที่

I_{CB} = กระแสใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์

Ir=พิกัดกระแสของสายตัวนำไฟฟ้า

$I_{CB} \geq 600$

$= 600A$

-พิกัดกระแสสายตัวนำไฟฟ้า

$Ir \geq 1.25x600$

$= 750A$

จากตาราง กลุ่มที่7 ใช้การเดินสายเลือกใช้สาย IEC60502-1 , 2x(CV 1C3x150sq.mm) / THW G150sq.mm

2.2.6.2 จาก **รูปที่ 2.38** ตารางโหลดมอเตอร์ปั๊มCHP ขนาด 45kW สตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์-เดลต้า

-สูตรหากระแสมอเตอร์

$In = (P / 1.732 \times V \times PF \times eff)$

โดยที่

In = กระแสมอเตอร์ (A)

V = แรงดันไฟฟ้า (V)

P = กำลังไฟฟ้า (Watt)

PF = ตัวประกอบกำลังของมอเตอร์

eff = ประสิทธิภาพของมอเตอร์

Ic = พิกัดกระแสวงจรมอเตอร์จากสตาร์ทเตอร์ไปยังมอเตอร์ (A)

Ir = พิกัดกระแสของสายตัวนำไฟฟ้า (A)

I_{CB} = กระแสใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์

-คำนวณค่ากระแสมอเตอร์

$In \geq (45{,}000W / 1.732 \times 380 \times 0.87 \times 0.931)$

$= 84.4A$

เนื่องจาก สตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์-เดลต้า ดังนั้น พิกัดกระแสวงจรมอเตอร์

$Ic \geq 1.25 \times In \times 0.58$

$= 1.25 \times 84.4 \times 0.58$

$= 61A$

-เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์(CIRCUIT BREAKER)

โดยเวลาผกผันจาก **รูปที่ 2.47** ตารางตารางพิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย

$I_{CB} \geq$ (เวลาผกผัน) x (Ic)

= 2.5 x 61

= 152.5A

เนื่องจาก ในท้องตลาดไม่มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 152.5A ดังนั้นเลือกใช้ขนาด 160A

-มีจำนวนสายทั้งหมด 6 เส้น จึงต้องใช้ Derating Factor 0.80 ดังนั้น

$I_r \geq I_c / 0.80$

= 61 / 0.80

= 76.25A

จากตาราง **รูปที่ 2.25** ตารางที่ 5-27 ท่อร้อยสายจะได้ขนาดสาย กลุ่มที่2 วงจรย่อยมอเตอร์ ดังนี้

6 x 16 mm^2

G – 16 mm^2

- โอเวอร์โหลด

$I_{OL} \geq (1.15 \times I_n) / 2$

= (1.15 x 84.4) / 2

= 48.53A

ดังนั้นเลือกใช้เลือกใช้โอเวอร์โหลด ขนาด 50A (54A)

2.2.6.3 จาก **รูปที่ 2.42** ตารางโหลดมอเตอร์ปั๊มCDP ขนาด 30kW สตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์-เดลต้า

-สูตรหากระแสมอเตอร์

$I_n = (P / 1.732 \times V \times PF \times eff)$

โดยที่

I_n = กระแสมอเตอร์ (A)

V = แรงดันไฟฟ้า (V)

P = กำลังไฟฟ้า (Watt)

PF = ตัวประกอบกำลังของมอเตอร์

eff = ประสิทธิภาพของมอเตอร์

I_c = พิกัดกระแสวงจรมอเตอร์จากสตาร์ทเตอร์ไปยังมอเตอร์ (A)

I_r = พิกัดกระแสของสายตัวนำไฟฟ้า (A)

I_{CB} = กระแสใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์

-คำนวณค่ากระแสมอเตอร์

$I_n \geq (30{,}000W / 1.732 \times 380 \times 0.86 \times 0.923)$

$= 57.4A$

เนื่องจาก สตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์-เดลต้า ดังนั้น พิกัดกระแสวงจรมอเตอร์

$I_c \geq 1.25 \times I_n \times 0.58$

$= 1.25 \times 57.4 \times 0.58$

$= 41.6A$

-เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์(CIRCUIT BREAKER)

โดยเวลาผกผันจาก **รูปที่ 2.47** ตารางตารางพิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย

$I_{CB} \geq$ (เวลาผกผัน) x (I_c)

$= 2.5 \times 41.6$

$= 104A$

เนื่องจาก ในท้องตลาดไม่มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 104A ดังนั้นเลือกใช้ขนาด 110A

-มีจำนวนสายทั้งหมด 6 เส้น จึงต้องใช้ Derating Factor 0.80 ดังนั้น

$I_r \geq I_c / 0.80$

$= 41.6 / 0.80$

$= 52A$

จากตาราง **รูปที่ 2.25** ตารางที่ 5-27 ท่อร้อยสายจะได้ขนาดสาย กลุ่มที่2 วงจรย่อยมอเตอร์ ดังนี้

$6 \times 10\ mm^2$

$G - 10\ mm^2$

- โอเวอร์โหลด

$I_{OL} \geq (1.15 \times I_n) / 2$

$= (1.15 \times 57.4) / 2$

$= 33A$

ดังนั้นเลือกใช้เลือกใช้โอเวอร์โหลด ขนาด 33A (35A)

2.2.6.4 จาก **รูปที่ 2.44** รูปแบบและข้อมูลสเปคของคูลลิ่งทาวเวอร์ ขนาด 20Hp สตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์-เดลต้า

-สูตรหากระแสมอเตอร์

In = (Hp x 746) / (1.732 x V x PF x eff)

โดยที่

In = กระแสมอเตอร์ (A)

V = แรงดันไฟฟ้า (V)

P = กำลังไฟฟ้า (Watt)

PF = ตัวประกอบกำลังของมอเตอร์

eff = ประสิทธิภาพของมอเตอร์

Ic = พิกัดกระแสวงจรมอเตอร์จากสตาร์ทเตอร์ไปยังมอเตอร์ (A)

Ir = พิกัดกระแสของสายตัวนำไฟฟ้า (A)

I_{CB} = กระแสใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์

-คำนวณค่ากระแสมอเตอร์

In ≥ (20 x 746) / (1.732 x 380 x 0.84 x 0.887)

= 30.4A

เนื่องจาก สตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์-เดลต้า ดังนั้น พิกัดกระแสวงจรมอเตอร์

Ic ≥ 1.25 x In x 0.58

= 1.25 x 57.4 x 0.58

= 30.4A

-เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์(CIRCUIT BREAKER)

โดยเวลาผกผันจาก **รูปที่ 2.47** ตารางตารางพิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย

I_{CB} ≥ (เวลาผกผัน) x (Ic)

= 2.5 x 30.4

= 76A

เนื่องจาก ในท้องตลาดไม่มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 76A ดังนั้นเลือกใช้ขนาด 80A

-มีจำนวนสายทั้งหมด 6 เส้น จึงต้องใช้ Derating Factor 0.80 ดังนั้น

Ir ≥ Ic / 0.80

= 30.4 / 0.80

= 38A

จากตาราง **รูปที่ 2.25** ตารางที่ 5-27 ท่อร้อยสายจะได้ขนาดสาย กลุ่มที่2 วงจรย่อยมอเตอร์ ดังนี้

6 x 6 mm^2

G – 6 mm^2

- โอเวอร์โหลด

$I_{OL} \geq (1.15 \times I_n) / 2$

$= (1.15 \times 30.4) / 2$

$= 17.48A$

ดังนั้นเลือกใช้เลือกใช้โอเวอร์โหลด ขนาด 17.5A (20A)

-เลือกใช้เมนแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์(MAIN AIR CIRCUIT BREAKER)

I_{ACB} = (I_{CB} CHILLER) + (I_{CB} CHP) + (I_{CB} CDP) + (I_{CB} CT) + (สแปร์ 25%)

= (600A) + (160A) + (110A) + (80A) + (237.5A)

= 1187.5A

-เลือกใช้ขนาดสายส่ง เมนแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์(MAIN AIR CIRCUIT BREAKER)

I_r = (I_{ACB}) x (1.25)

= (1187.5A) + (1.25)

= 1484A

โดยที่เดินสายส่งบนรางเคเบิ้ลเทย์ กำหนดให้เป็น (IEC 60502-1 240mm^2 ควบ3วงจร)

2.2.8 รูปแบบอุปกรณ์ป้องกันขนาดและชุดคอนโทรล

2.2.8.1 เมนแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์(Air circuit breaker) ของตู้AMCC รุ่น AE16000-SW มีรองรับระบบ 3 เฟส และ 4 เฟส ใช้กับอัตรากระแสสูงสุด1600 A ทนต่อกระแสลัดวงจรได้ 65 kA มีทั้งประเภท Fixed type และ Draw out type ช่วงการตั้งค่ากระแสอยู่ที่ 800 – 1600 A **-(โดยการปรับตั้งค่าใช้งานจริง1200AT)** โดยการใช้งาน คือใช้ในการตัดวงจรทั้งหมดของโรงงานชิลเลอร์ โดยขณะที่โหลดกระแสเกิน 1200 A

รูปที่ 2.48 เมนแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์(Main Air circuit breaker) ของตู้AMCC

-อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ร่วมกัน

Neutral CT

Under Voltage Trip device

Shunt trip

-อุปกรณ์เสริมสำหรับ AE1600-SW

Relay

Auxiliary switch

Cell switch

Motor charging device

Condender trip device

Test jumper

Cylinder lock

Push button cover

Counter

Mechanical interlock

Closing Coil

Door frame

Making current release

2.2.8.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของชิลเลอร์- MITSUBISHI - รุ่น WS-V series (NF630-CW) - 3 Poles - พิกัดกระแส 500A - Thermal-Magnetic - 600AF - พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด (Icu) (400Vac) 36kA

-(โดยการปรับตั้งค่าใช้งานจริง600AT)

รูปที่ 2.49 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของชิลเลอร์

2.2.8.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของปั๊ม CHP และ CDP MITSUBISHI - รุ่น WS-V series (NF250-SV) - 3 Poles - พิกัดกระแส 250A - Thermal-Magnetic - 250AF - พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด (Icu) (400Vac) 36kA

-(โดยการปรับตั้งค่าใช้งานจริงจากการคำนวณปั๊ม CHP 160AT และ CDP 110AT)

รูปที่ 2.50 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของปั๊มCHP และ CDP

2.2.8.4 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของมอเตอร์พัดลมคูลลิ่งทาวเวอร์MITSUBISHI - รุ่น WS-V series (NF125-SV) - 3 Poles - พิกัดกระแส 125A - Thermal-Magnetic - 125AF - พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด (Icu) (400Vac) 30kA

-(โดยการปรับตั้งค่าใช้งานจริงจากการคำนวณโหลดมอเตอร์พัดลมคูลลิ่งทาวเวอร์ 80AT)

รูปที่ 2.51 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Moulded Case Circuit Breaker) ของมอเตอร์พัดลมคูลลิ่งทาวเวอร์

2.2.8.5 ข้อมูลแมกเนติกคอนแทคเตอร์(Magnetic Contactor)

UTIC MITSUBISHI ELECTRIC

MITSUBISHI

ขนาดมอเตอร์ 3 เฟส 380V (AC3)		พิกัดกระแสมอเตอร์ (แอมแปร์)	สตาร์ทมอเตอร์แบบตรง Direct On Line (DOL)		สตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เดลต้า Star-Delta			
KW	HP		แมกเนติก	โอเวอร์โหลดรีเลย์	แมกเนติก - เมน	โอเวอร์โหลดรีเลย์	แมกเนติก - เดลต้า	แมกเนติก - สตาร์
0.18	1/4	0.65	S-N10,11,12	TH-N12 0.7A (0.55-0.85)				
0.25	1/3	0.85	S-N10,11,12	TH-N12 0.9A (0.7-1.1)				
0.37	1/2	1.2	S-N10,11,12	TH-N12 1.3A (1-1.6)				
0.55	3/4	1.6	S-N10,11,12	TH-N12 1.7A (1.4-2)				
0.75	1	2	S-N10,11,12	TH-N12 2.1A (1.7-2.5)				
1.1	1-1/2	2.7	S-N10,11,12	TH-N12 2.5A (2-3)				
1.5	2	3.6	S-N10,11,12	TH-N12 3.6A (2.8-4.4)				
2.2	3	5.1	S-N10,11,12	TH-N12 5A (4-6)	S-N12	TH-N12 3.6A (3A) **	S-N12	S-N12
3	4	6.8	S-N10,11,12	TH-N12 6.6A (5.2-8)	S-N12	TH-N12 3.6A (3.9A) **	S-N12	S-N12
3.7	5	8.5	S-N10,11,12	TH-N12 9A (7-11)	S-N12	TH-N12 5A (4.9A) **	S-N12	S-N12
4	5-1/2	8.7	S-N10,11,12	TH-N12 9A (7-11)	S-N12	TH-N12 5A (5A) **	S-N12	S-N12
5.5	7-1/2	11.8	S-N11,12	TH-N12 11A (9-13)	S-N12	TH-N12 6.6A (6.8A) **	S-N12	S-N12
7.5	10	16	S-N20,21	TH-N20 15A (12-18)	S-N12	TH-N12 9A (9.5A) **	S-N12	S-N12
11	15	22	S-N20,21	TH-N20 19A (16-22)	S-N20,21	TH-N20 15A (13A) **	S-N20,21	S-N12
			S-N25	TH-N20TA 22A (18-26)				
15	20	30	S-N25,35	TH-N20TA 29A (24-34)	S-N20,21	TH-N20 15A (17.5A) **	S-N20,21	S-N12
18.5	25	37	S-N35	TH-N20TA 35A (30-40)	S-N25	TH-N20TA 22A (22A) **	S-N25	S-N20
22	30	43	S-N50	TH-N60 42A (34-50)	S-N25	TH-N20TA 22A (25A) **	S-N25	S-N20
30	40	57	S-N65	TH-N60 54A (43-65)	S-N35	TH-N20TA 35A (33A) **	S-N35	S-N20
37	50	72	S-N80	TH-N60TA 67A (54-80)	S-N50	TH-N60 42A (42A) **	S-N50	S-N25
45	60	86	S-N95	TH-N60TA 82A (65-100)	S-N65	TH-N60 54A (50A) **	S-N65	S-N35
55	75	105	S-N95	TH-N60TA 95A (85-105)	S-N80	TH-N60TA 67A (61A) **	S-N80	S-N35
			S-N125	TH-N120TA 105A (85-125)				
75	100	140	S-N150	TH-N120TA 125A (100-150)	S-N95	TH-N60TA 82A (82A) **	S-N95	S-N50
90	125	168	S-N180,220	TH-N220RH 150A (120-180)	S-N95	TH-N60TA 95A (98A) **	S-N95	S-N65
110	150	205	S-N220	TH-N220RH 210A (170-250)	S-N125	TH-N120TA 105A (119A) **	S-N125	S-N80
132	180	245	S-N220	TH-N220RH 210A (170-250)	S-N150	TH-N120TA 125A (142A) **	S-N150	S-N95
			S-N300	TH-N400RH 250A (200-300)				
160	220	290	S-N300,400	TH-N400RH 250A (200-300)	S-N180	TH-N220RH 150A (166A) **	S-N180	S-N125
200	270	360	S-N400	TH-N400RH 330A (260-400)	S-N220	TH-N220RH 210A (209A) **	S-N220	S-N150
250	340	475	S-N600	TH-N600 500A+CT 750/5A	S-N300	TH-N400RH 250A (280A) **	S-N300	S-N180
315	420	580	S-N600	TH-N600 500A+CT 750/5A	S-N400	TH-N400RH 330A (336A) **	S-N400	S-N220
355	480	636	S-N800	TH-N600 660A+CT 1000/5A	S-N400	TH-N400RH 330A (368A) **	S-N400	S-N220

รูปที่ 2.52 ตารางเทียบชุดสตาร์ทแมกเนติก สตาร์-เดลต้า

S-N11CX

S-2xN11

MSO-N12

S-N21CX

MSO-N35

Three-phase motor ratings IEC category AC-3 kW(hp)	220-240V	2.5(3-1/4)	3.5(4-1/2)	3.5(4-1/2)	4.5(6)	5.5(7-1/2)	5.5(7-1/2)	7.5(10)	11(15)
	380-440V	4(5-1/2)	5.5(7-1/2)	5.5(7-1/2)	7.5(10)	11(15)	11(15)	15(20)	18.5(25)
	500V	4(5-1/2)	5.5(7-1/2)	5.5(7-1/2)	7.5(10)	11(15)	11(15)	15(20)	18.5(25)
	690V	4(5-1/2)	5.5(7-1/2)	5.5(7-1/2)	7.5(10)	7.5(10)	7.5(10)	11(15)	15(20)
Conventional free air thermal current Ith A		20	20	20	25	32	32	50	60
Auxiliary contacts[1]	(standard)	1NO	1NO	1NO+1NC	–[2]	1NO+1NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC
	(special)	1NC	1NC	2NO	—	2NO	—	—	—
Number of additional auxiliary contact block for [3]	1NO + 1NC (front)	1	1	1	1	1	1	1	1
	1NO + 1NC (side)	2	2	—	—	2	2	2	2
	2NO + 2NC (front)	1	1	1	1	1	1	1	1
	Low level signal (front) [1NO+1NC (+Standard 1NO + 1NC)]	1	1	1	1	1	1	1	1

Notes: 1. Number of auxiliary contact shows that for non-reversing type. Twice of the auxiliary contacts are provided on reversing type.
2. (2NO + 2NC) × 2 auxiliary contacts are provided on reversing type and no additional contact can be mounted.
3. Front clip-on and side clip-on block should not be mounted both.

Contactors

AC operated models	Non-reversing	S-N10(CX)	S-N11(CX)	S-N12(CX)	S-N18(CX)	S-N20(CX)	S-N21(CX)	S-N25(CX)	S-N35(CX)
	Reversing	S-2xN10(CX)	S-2xN11(CX)	—	S-2xN18(CX)	S-2xN20(CX)	S-2xN21(CX)	S-2xN25(CX)	S-2xN35(CX)
DC operated models		—	SD-N11(CX)	SD-N12(CX)	—	—	SD-N21(CX)	—	SD-N35(CX)

Note: 1. Products which model names are provided with suffix "CX" are provided with finger protection. (N10~N65)
Especially N10~N35 with suffix "CX" are provided with CAN terminals.

Staters (AC operated)

Enclosed type	(IP20)	MS-N10 (KP)	MS-N11 (KP)	MS-N12 (KP)	—	MS-N20 (KP)	MS-N21 (KP)	MS-N25 (KP)	MS-N35 (KP)
Open type	(IP00)	MSO-N10 (KP)(CX)	MSO-N11 (KP)(CX)	MSO-N12 (KP)(CX)	MSO-N18 (KP)(CX)	MSO-N20 (KP)(CX)	MSO-N21 (KP)(CX)	MSO-N25 (KP)(CX)	MSO-N35 (KP)(CX)

Thermal Overload Relays[1]

Three heater type with phase failure protection	TH-N12KP(CX)		TH-N18KP(CX)	TH-N20KP(CX)	TH-N20TAKP(CX)
Two heater type	TH-N12(CX)		TH-N18(CX)	TH-N20(CX)	TH-N20TA(CX)
Heater setting range A (Ordering designation)	0.1~0.16(**0.12A**) 0.14~0.22(**0.17A**) 0.2~0.32(**0.24A**) 0.28~0.42(**0.35A**) 0.4~0.6(**0.5A**) 0.55~0.85(**0.7A**) 0.7~1.1(**0.9A**) 1~1.6(**1.3A**) 1.4~2(**1.7A**)	1.7~2.5(**2.1A**) 2~3(**2.5A**) 2.8~4.4(**3.6A**) 4~6(**5A**) 5.2~8(**6.6A**) 7~11(**9A**) 9~13(**11A**)[2]	1~1.6(**1.3A**) 1.4~2(**1.7A**) 1.7~2.5(**2.1A**) 2~3(**2.5A**) 2.8~4.4(**3.6A**) 4~6(**5A**) 5.2~8(**6.6A**) 7~11(**9A**) 9~13(**11A**) 12~18(**15A**)	0.2~0.32(**0.24A**) 0.28~0.42(**0.35A**) 0.4~0.6(**0.5A**) 0.55~0.85(**0.7A**) 0.7~1.1(**0.9A**) 1~1.6(**1.3A**) 1.4~2(**1.7A**) 1.7~2.5(**2.1A**) 2~3(**2.5A**) 2.8~4.4(**3.6A**) 4~6(**5A**) 5.2~8(**6.6A**) 7~11(**9A**) 9~13(**11A**) 12~18(**15A**) 16~22(**19A**)	18~26(**22A**) 24~34(**29A**) 30~40(**35A**)[3]

รูปที่ 2.53 รูปตาราง แมกเนติก / โอเวอร์รัเลย์

S-N65		S-N125		S-N400		S-N800					Table 1.2.1
15(20)	18.5(25)	22(30)	30(40)	37(50)	45(60)	55(75)	75(100)	90(125)	125(170)	190(250)	220(300)
22(30)	30(40)	45(60)	55(75)	60(80)	75(100)	90(125)	132(180)	160(210)	220(300)	330(450)	440(600)
25(34)	37(50)	45(60)	55(75)	60(80)	90(125)	110(150)	132(180)	160(210)	225(330)	330(450)	500(670)
22(30)	30(40)	45(60)	55(75)	60(80)	90(125)	110(150)	132(180)	200(270)	250(330)	330(450)	500(670)
80	100	135	150	150	200	260	260	350	450	800	1000
2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC	2NO+2NC
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—
1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

S-N50(CX)	S-N65(CX)	S-N80	S-N95	S-N125	S-N150	S-N180	S-N220	S-N300	S-N400	S-N600	S-N800
S-2xN50(CX)	S-2xN65(CX)	S-2xN80	S-2xN95	S-2xN125	S-2xN150	S-2xN180	S-2xN220	S-2xN300	S-2xN400	S-2xN600	S-2xN800
SD-N50	SD-N65	SD-N80	SD-N95	SD-N125	SD-N150	—	SD-N220	SD-N300	SD-N400	SD-N600	SD-N800

MS-N50 (KP)	MS-N65 (KP)	MS-N80 (KP)	MS-N95 (KP)	MS-N125 (KP)	MS-N150 (KP)	MS-N180 (KP)	MS-N220 (KP)	MS-N300 (KP)	MS-N400 (KP)	—	—
MSO-N50 (KP)(CX)	MSO-N65 (KP)(CX)	MSO-N80 (KP)	MSO-N95 (KP)	MSO-N125 (KP)	MSO-N150 (KP)	MSO-N180 (KP)	MSO-N220 (KP)	MSO-N300 (KP)	MSO-N400 (KP)	—	—

TH-N60KP(CX)	TH-N60TAKP	TH-N120KP	TH-N120TAKP	TH-N220RHKP	TH-N400RHKP	TH-N600KP[8]
TH-N60(CX)	TH-N60TA	TH-N120	TH-N120TA	TH-N220RH	TH-N400RH	TH-N600[8]
12~18**(15A)** 18~26**(22A)** 24~34**(29A)** 30~40**(35A)** 34~50**(42A)** 43~65**(54A)**	54~80 **(67A)** 65~100**(82A)** 85~105**(95A)**[4]	34~50 **(42A)** 43~65 **(54A)** 54~80 **(67A)** 65~100**(82A)**	85~125 **(105A)** 100~150**(125A)**[5]	65~100 **(82A)** 85~125 **(105A)** 100~150**(125A)** 120~180**(150A)** 140~220**(180A)**[6] 170~250**(210A)**[6]	85~125 **(105A)** 100~150**(125A)** 120~180**(150A)** 140~220**(180A)** 200~300**(250A)** 260~400**(330A)**[7]	200~300**(250A)** 260~400**(330A)** 400~600**(500A)** 520~800**(660A)**[9]

รูปที่ 2.54 รูปตารางต่อ แมกเนติก / โอเวอร์รัเลย์

2.2.8.6 ข้อมูลไทม์เมอร์รีเลย์(Timer Relay)

single function relay, Harmony Timer Relays, 8A, 1 CO, 0.05s... 300s, star delta, 24V DC or 24...240V AC DC

RE22R1QCMU

Main

Range Of Product	Harmony Timer Relays
Product Or Component Type	Single function relay
Discrete Output Type	Relay
Device Short Name	RE22
Nominal Output Current	8 A

Complementary

Contacts Type And Composition	1 C/O timed contact, cadmium free
Time Delay Type	Star-delta
Time Delay Range	10...100 s 3...30 s 0.1...1 s 0.3...3 s 0.05...0.5 s 1...10 s 30...300 s
Control Type	Rotary knob Diagnostic button
[Us] Rated Supply Voltage	24 V DC 24...240 V AC 50/60 Hz
Release Input Voltage	<= 2.4 V
Voltage Range	0.85...1.1 Us
Supply Frequency	50...60 Hz +/- 5 %
Connections - Terminals	Screw terminals, 1 x 0.5...1 x 3.3 mm² (AWG 20...AWG 12) solid without cable end Screw terminals, 2 x 0.5...2 x 2.5 mm² (AWG 20...AWG 14) solid without cable end Screw terminals, 1 x 0.2...1 x 2.5 mm² (AWG 24...AWG 14) flexible with cable end Screw terminals, 2 x 0.2...2 x 1.5 mm² (AWG 24...AWG 16) flexible with cable end
Tightening Torque	0.6...1 N.m conforming to IEC 60947-1
Housing Material	Self-extinguishing
Repeat Accuracy	+/- 0.5 % conforming to IEC 61812-1
Temperature Drift	+/- 0.05 %/°C
Voltage Drift	+/- 0.2 %/V
Setting Accuracy Of Time Delay	+/- 10 % of full scale at 25 °C conforming to IEC 61812-1
Insulation Resistance	100 MOhm at 500 V DC conforming to IEC 60664-1
Recovery Time	120 ms on de-energisation
Immunity To Microbreaks	10 ms

รูปที่ 2.55 รูปตาราง ไทร์เมอร์หน่วงเวลาสลับการทำงานมอเตอร์แบบ สตาร์-เดลต้า

2.2.8.7 ข้อมูลรีเลย์(Relay)

Product data sheet
Characteristics

RXM4AB2P7
Miniature plug-in relay, 6 A, 4 CO, LED, 230 V AC

Main

Range of product	Harmony Relay
Series name	Miniature
Product or component type	Plug-in relay
Device short name	RXM
Contacts type and composition	4 C/O
[Uc] control circuit voltage	230 V AC 50/60 Hz
[Ithe] conventional enclosed thermal current	6 A -40...131 °F (-40...55 °C)
Status LED	With
Control type	Lockable test button
Utilisation coefficient	20 %

Complementary

Shape of pin	Flat
[Ui] rated insulation voltage	250 V IEC 300 V CSA 300 V UL
[Uimp] rated impulse withstand voltage	2.5 kV 1.2/50 µs
Contacts material	AgNi
[Ie] rated operational current	3 A 28 V DC) NC IEC 3 A 250 V AC) NC IEC 6 A 28 V DC) NO IEC 6 A 250 V AC) NO IEC 6 A 277 V AC) UL 8 A 30 V DC) UL
Maximum switching voltage	250 V IEC
Resistive rated load	6 A 250 V AC 6 A 28 V DC
Maximum switching capacity	1500 VA/168 W
Minimum switching capacity	170 mW 10 mA, 17 V
Operating rate	<= 1200 cycles/hour under load <= 18000 cycles/hour no-load
Mechanical durability	10000000 cycles
Electrical durability	100000 cycles resistive
Average coil consumption in VA	1.2 60 Hz
Average consumption	1.2 VA 60 Hz
Drop-out voltage threshold	>= 0.15 Uc
Operate time	20 ms
Release time	20 ms
Average coil resistance	15000 Ohm 20 °C +/- 15 %
Rated operational voltage limits	184...253 V AC
Safety reliability data	B10d = 100000
Protection category	RT I
Test levels	Level A group mounting
Operating position	Any position
CAD overall height	3.26 in (82.8 mm)

รูปที่ 2.56 รูปตาราง รีเลย์การนำมาใช้งานสำหรับสลับการทำงานหลอดไฟฟ้า(ON-OFF)

2.2.8.8 ข้อมูล ไพล็อทแลมป์ LED 22มิล 220V สีเขียว XB4BVM3 SCHNEIDER XB4 SCHNEIDER PILOT LAMP XB4 ไพล็อทแลมป์ Ø 22 มม แยกชิ้นส่วนหัวและตัวได้จึงสามารถประกอบได้ตามต้องการ ติดตั้งสะดวก รวดเร็วและต่อลงดินโดยอัตโนมัติ (Self earthing)ส่วนฐานและส่วนหัวทำจากโลหะ จึงแข็งแรงทนทานกันน้ำ กันน้ำมัน กันฝุ่นที่ IP66 และ IP20 ที่คอนแทคบล็อค

-ใช้สำหรับโชร์สถานะเปิด(ON)

รูปที่ 2.57 รูปไพล็อทแลมป์สีเขียว

2.2.8.9 ไพล็อทแลมป์ LED 22มิล 220V สีแดง XB4BVM4 SCHNEIDER XB4 SCHNEIDER PILOT LAMPXB4 ไพล็อทแลมป์ Ø 22 มม แยกชิ้นส่วนหัวและตัวได้ จึงสามารถประกอบได้ตามต้องการ ติดตั้งสะดวก รวดเร็วและต่อลงดินโดยอัตโนมัติ (Self earthing)ส่วนฐานและส่วนหัวทำจากโลหะ จึงแข็งแรงทนทานกันน้ำ กันน้ำมัน กันฝุ่นที่ IP66 และ IP20 ที่คอนแทคบล็อค

-ใช้สำหรับโชร์สถานะปิด(OFF)

รูปที่ 2.58 รูปไพล็อทแลมป์สีแดง

2.2.8.10 ไพล็อทแลมป์ LED 22มิล 220V สีเหลือง XB4BVM4 SCHNEIDER XB4 SCHNEIDER PILOT LAMPXB4 ไพล็อทแลมป์ Ø 22 มม แยกชิ้นส่วนหัวและตัวได้ จึงสามารถประกอบได้ตามต้องการ ติดตั้งสะดวก รวดเร็วและต่อลงดินโดยอัตโนมัติ (Self earthing)ส่วนฐานและส่วนหัวทำจากโลหะ จึงแข็งแรงทนทานกันน้ำ กันน้ำมัน กันฝุ่นที่ IP66 และ IP20 ที่คอนแทคบล็อค

-ใช้สำหรับโชร์สถานะกระแสเกิน(OVER LOAD)

รูปที่ 2.59 รูปไพล็อทแลมป์สีเหลือง

2.2.8.11 สวิตช์ปุ่มกด(Push Buttons Switches) สีเขียว22mm Schneider XB4BA42

-ใช้สำหรับกดเปิดใช้งาน(SART)

รูปที่ 2.60 รูปสวิตช์ปุ่มกด(Push Buttons Switches) สีเขียว

2.2.8.12 สวิตช์ปุ่มกด(Push Buttons Switches) สีแดง22mm Schneider XB4BA42

-ใช้สำหรับกดปิดใช้งาน(STOP)

รูปที่ 2.61 รูปสวิตช์ปุ่มกด(Push Buttons Switches) สีแดง

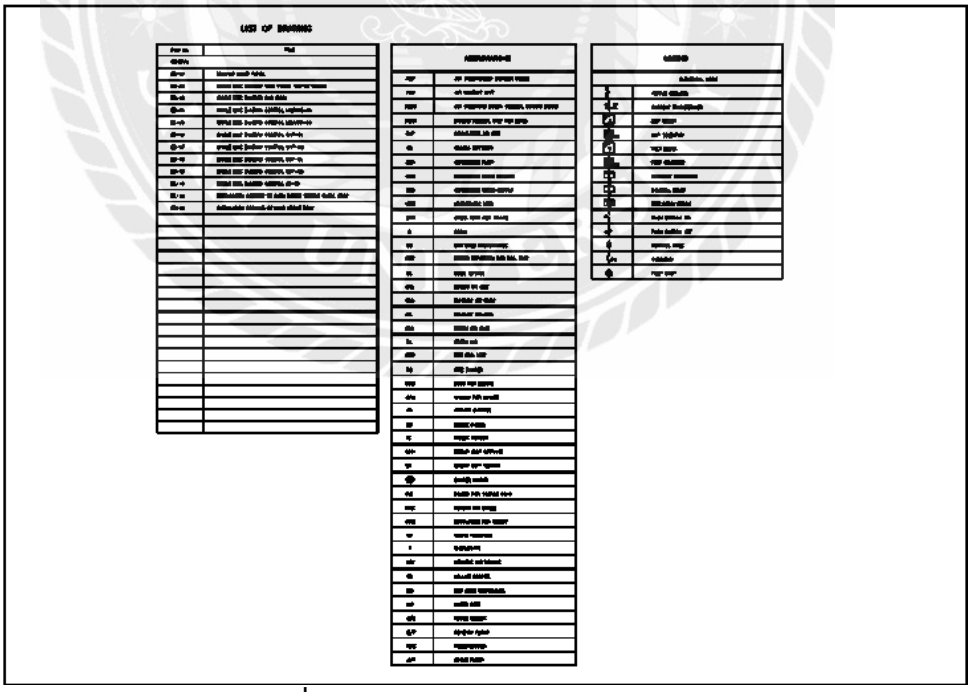
2.2.8.13 สวิตช์ลูกศร 3ทาง (รีเทิร์น) 2NO XB4BD53 SCHNEIDER XB4 SCHNEIDER SELECTOR SWITCH สวิตช์ซีเลคเตอร์ Ø 22 มม. แบบโลหะ แยกชิ้นส่วนหัวและตัวได้จึงสามารถประกอบได้ตามต้องการ ติดตั้งสะดวก รวดเร็ว และต่อลงดินโดยอัตโนมัติ (Self earthing) ส่วนฐานและส่วนหัวทำ จากโลหะ จึงแข็งแรงทนทาน กันน้ำ กันน้ำมัน กันฝุ่นที่ IP66 และ IP20 ที่คอนแทคบล็อค

-ใช้สำหรับเปลี่ยนโหมดการใช้งาน

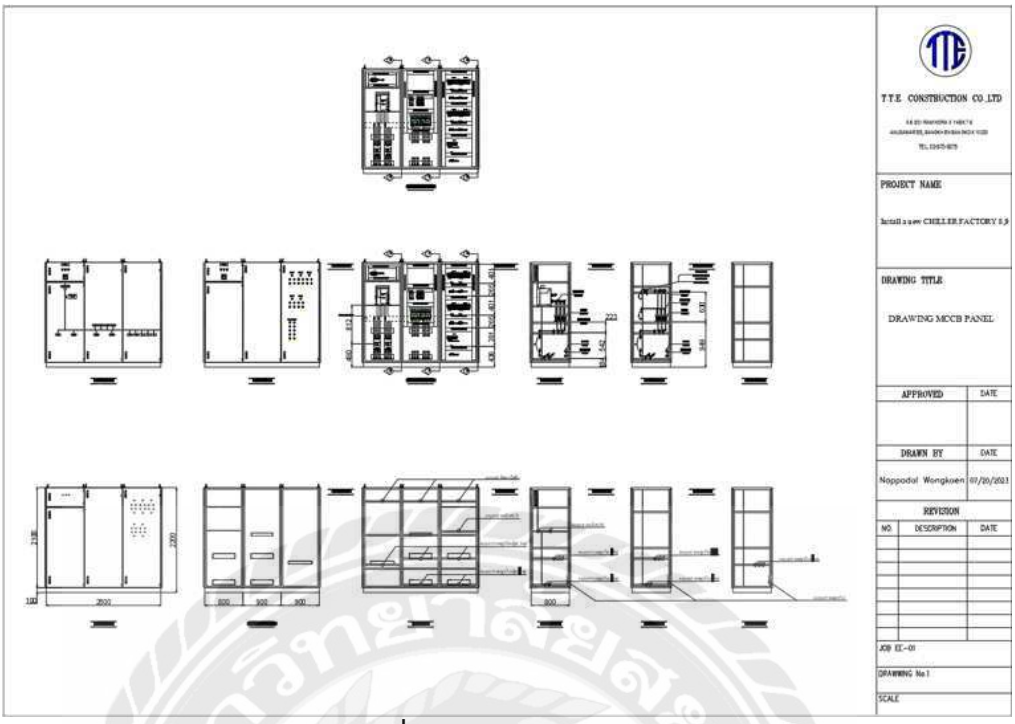
รูปที่ 2.62 รูปสวิตช์ลูกศร 3ทาง (รีเทิร์น) 2NO

2.2.9 รูปแบบตู้ซิงกิลไลน์ไดแกรมและวงจรควบคุมโดยใช้โปรแกรมออโต้แคด2018ในการออกแบบ

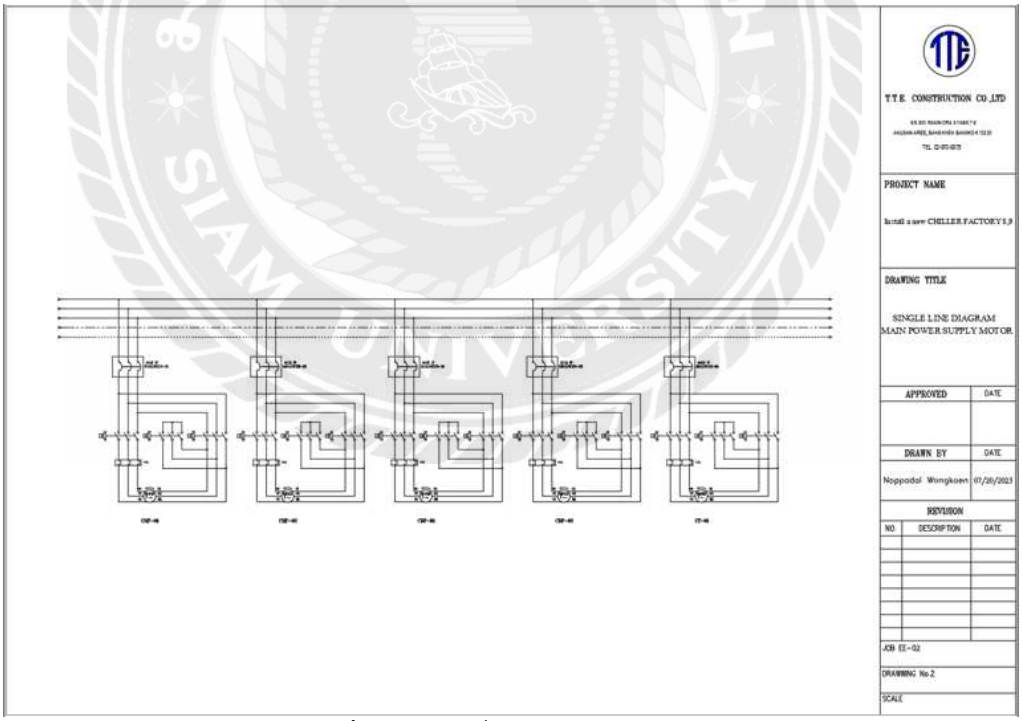
รูปที่ 2.63 รูปหน้าปกแบบ



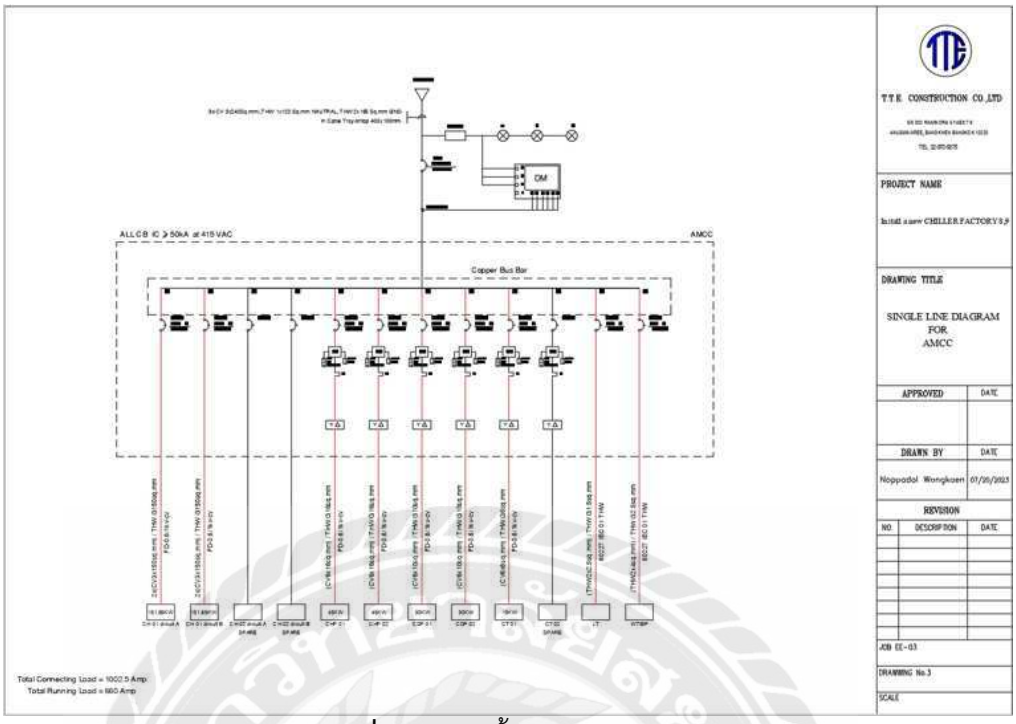
รูปที่ 2.64 รูปสารบัญแบบและสัญลักษณ์



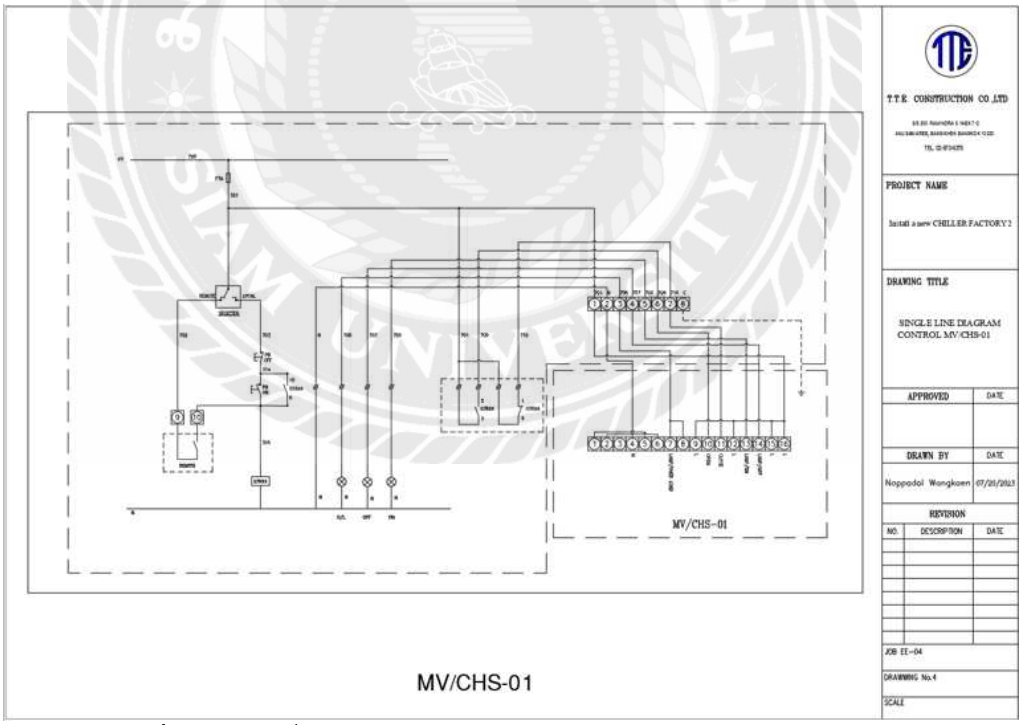
รูปที่ 2.65 รูปแบบตู้AMCC



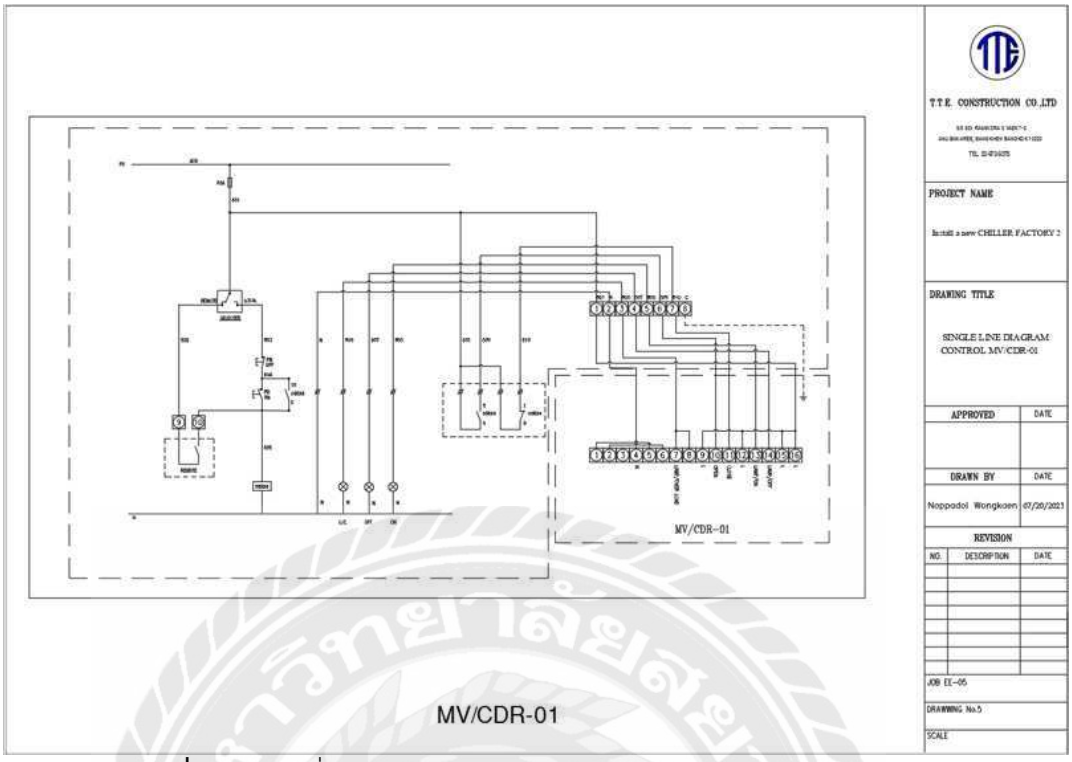
รูปที่ 2.66 วายริ่งเพาเวอร์ไดอะแกรม



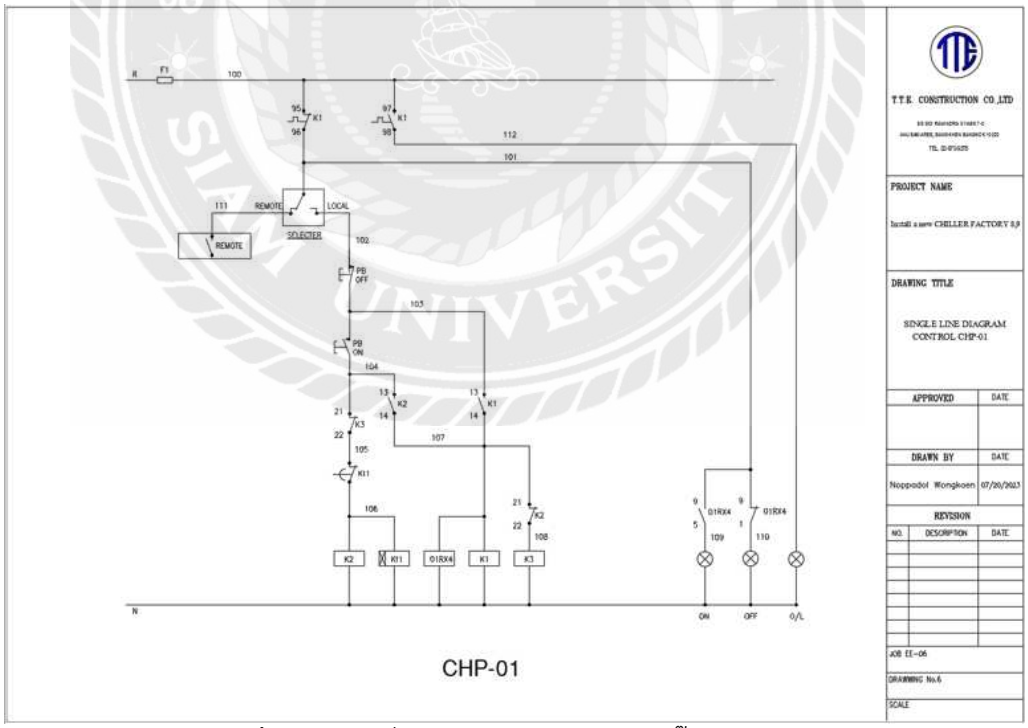
รูปที่ 2.67 ซิงเกิ้ลไลน์ไดอะแกรม



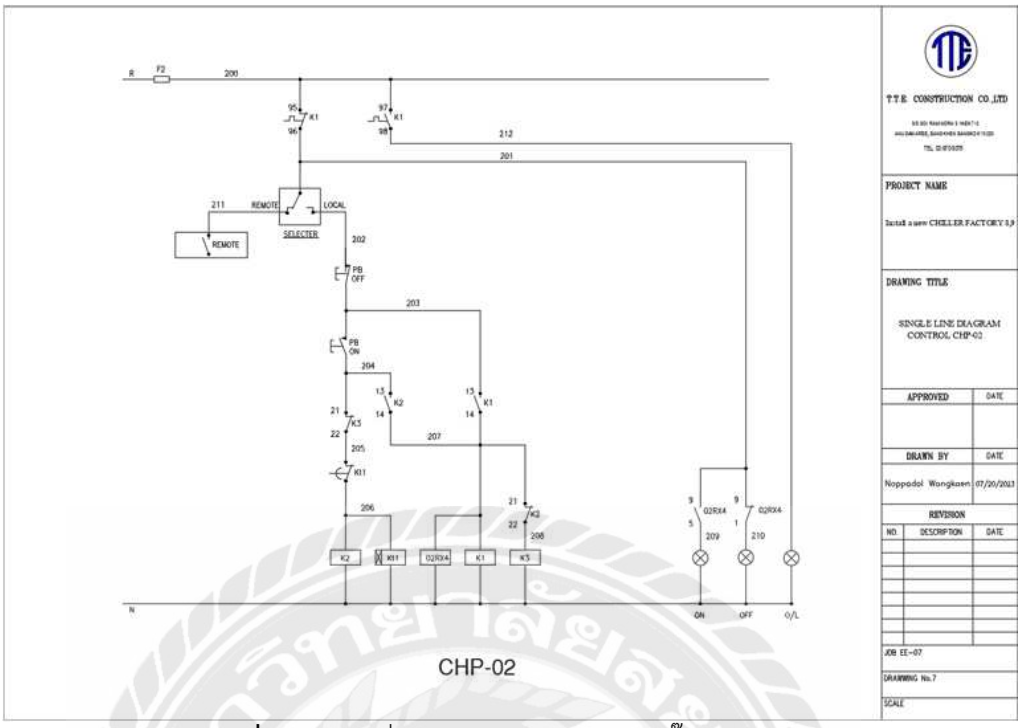
รูปที่ 2.68 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมมอเตอร์ไดวาล์ว(MV/CHS-01)



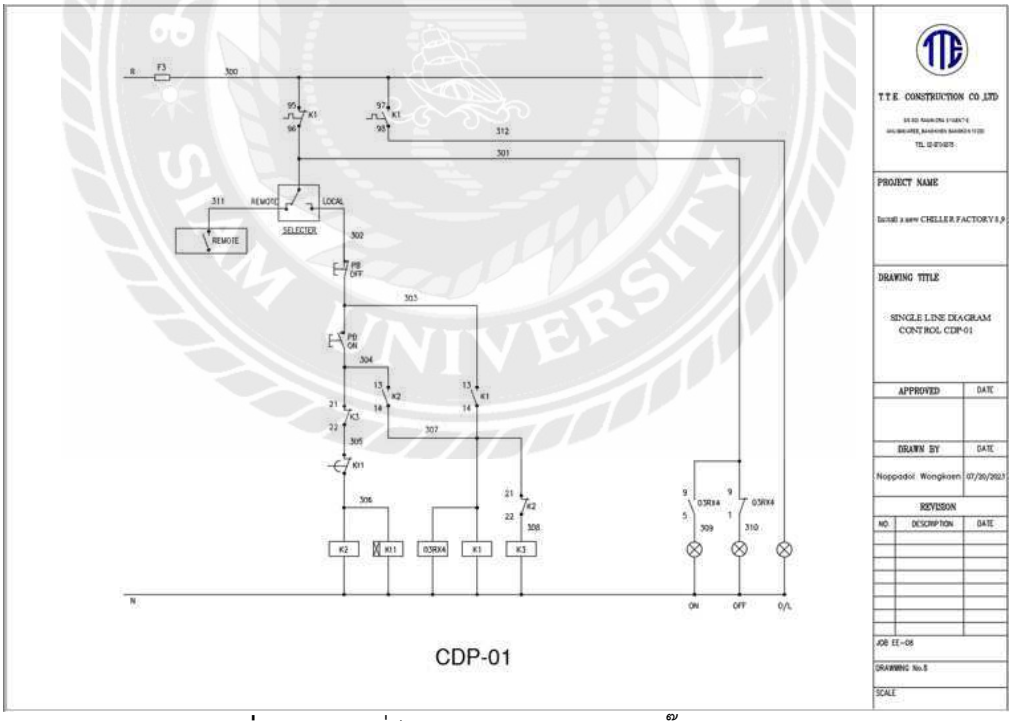
รูปที่ 2.69 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมมอเตอร์ไดวาล์ว(MV/CDR-01)



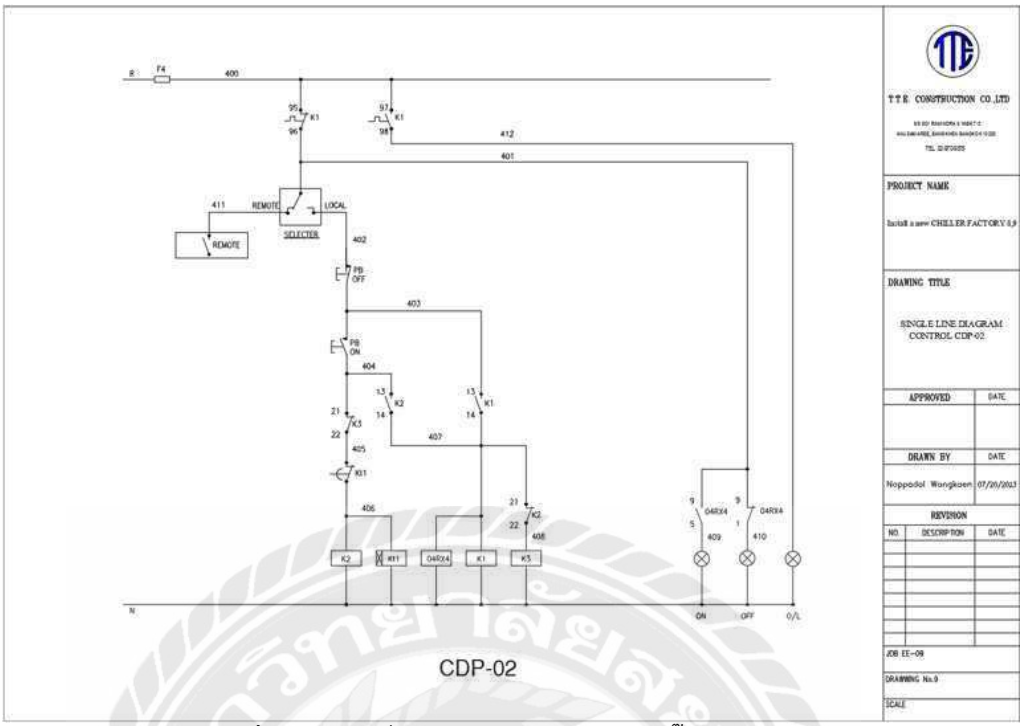
รูปที่ 2.70 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมปั๊ม(CHP-01)



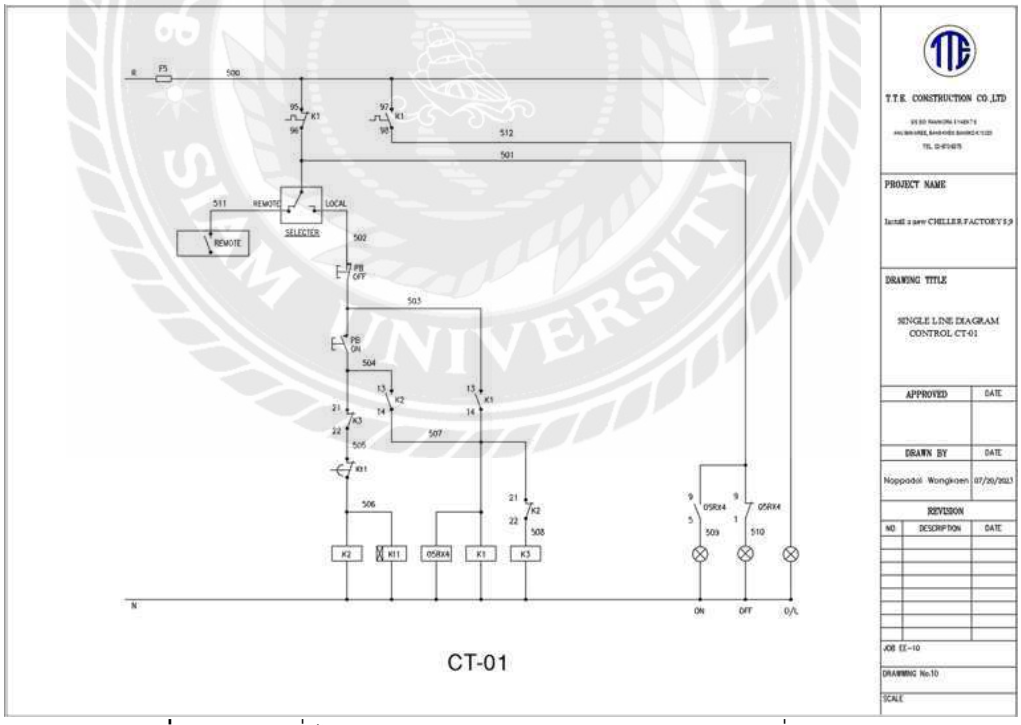
รูปที่ 2.71 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมปั๊ม(CHP-02)



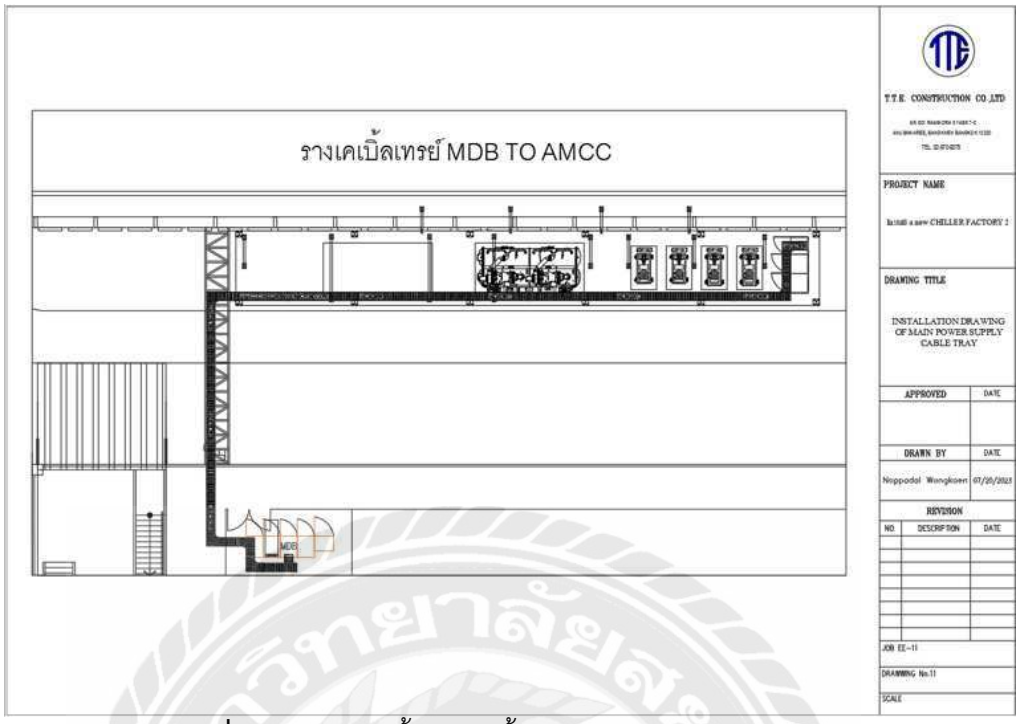
รูปที่ 2.72 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมปั๊ม(CDP-01)



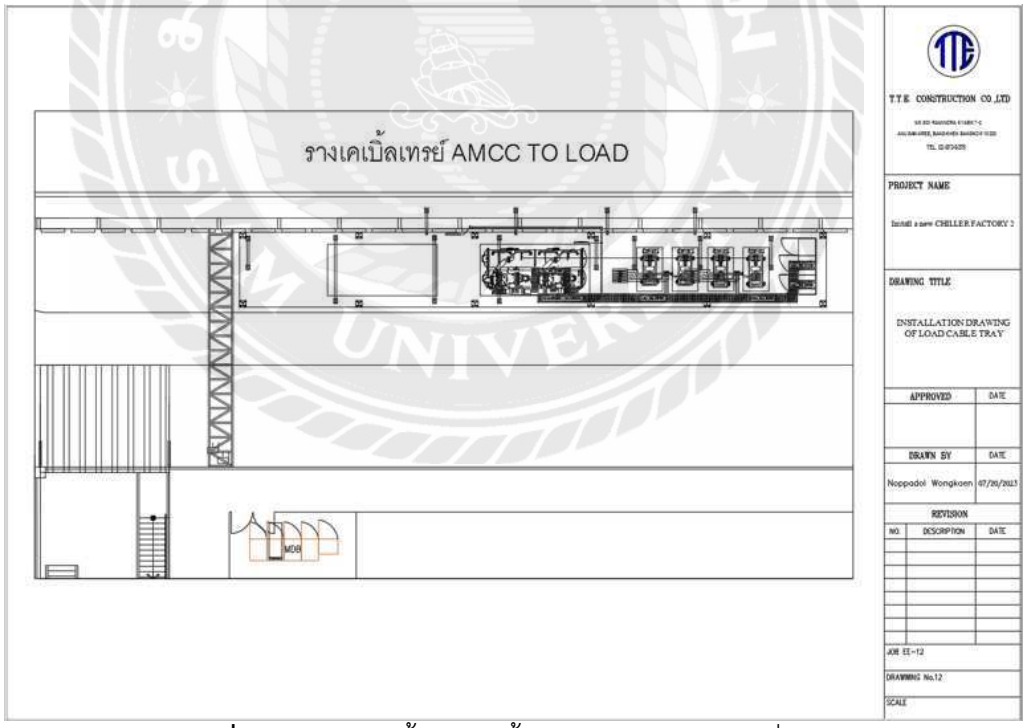
รูปที่ 2.73 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมปั๊ม(CDP-02)



รูปที่ 2.74 วายริ่งไดอะแกรมวงจรควบคุมมอเตอร์พัดลมคูลลิ่งทาวเวอร์



รูปที่ 2.75 แบบติดตั้งรางเคเบิ้ลเทย์จากตู้ MDB ไปตู้ AMCC



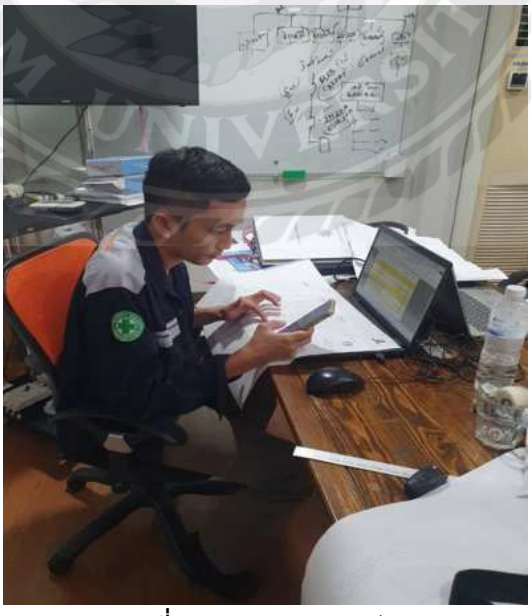
รูปที่ 2.76 แบบติดตั้งรางเคเบิ้ลเทย์จากตู้ AMCC ไปที่โหลด

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 รายละเอียดการปฏิบัติงานโครงงาน

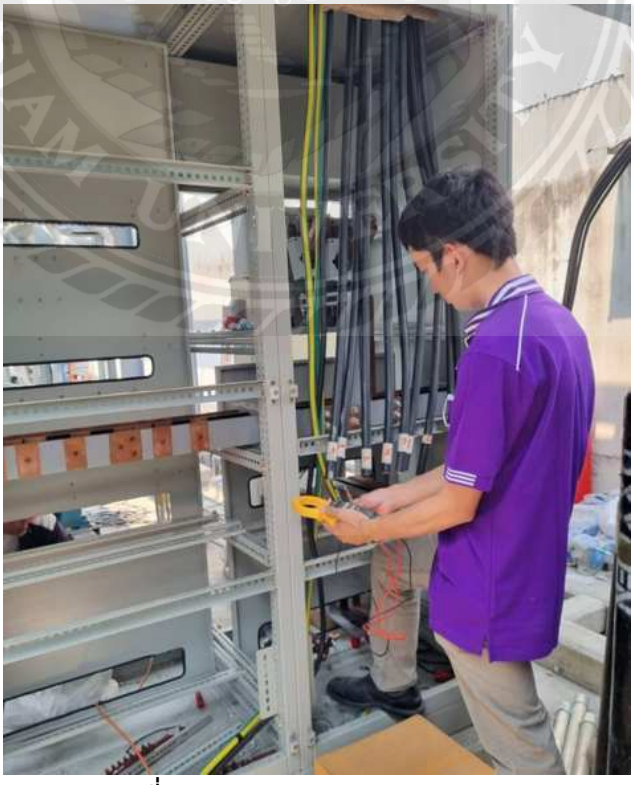
3.1.1 ภาพขณะปฏิบัติงาน

รูปที่ 3.1 ระหว่างทำการออกแบบตู้AMCC



รูปที่ 3.2 ถอดปริมาณวัสดุ

รูปที่ 3.3 ตรวจสอบการวายริ่งคอนโทรล



รูปที่ 3.4 ตรวจสอบการวงจรสายควบ

รูปที่ 3.5 ตรวจสอบความเป็นฉนวนสายไฟฟ้า

รูปที่ 3.6 ตรวจสอบการขันทอร์คน็อตหัวสายไฟฟ้า

รูปที่ 3.7 ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนออนไฟเข้าระบบ

รูปที่ 3.8 ตรวจเช็คการหมุนเฟส (Phase Rotation)

รูปที่ 3.9 ตรวจเช็คการทำงานชุดคอนโทรล

รูปที่ 3.10 ออนไฟฟ้าเทสรันระบบ

รูปที่ 3.11 ตรวจวัดอุณหภูมิจุดต่อสายไฟฟ้า ขณะ เทสรันเครื่อง

3.1.2 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

1. ระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งหมด 4 เดือน ตั้งแต่วันที่ 17 เดือน สิงหาคม ถึง วันที่.6 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2566

3.1.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อการทำโครงงาน ขออนุมัติแบบโครงงานและวางแผนการดำเนินงาน
2. ผลิตตู้ และ จัดซื้ออุปกรณ์วายริ่งคอนโทรลตู้AMCCพร้อมวายริ่ง
3. ดำเนินการปฏิบัติงานควบคุมงานการติดตั้งตู้ AMCC ณ บริษัท ไทยมิตซูวา จำกัด (มหาชน) อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000
4. ทดสอบระบบการทำงานเครื่องจักร
5. ส่งมอบงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ส.ค. 2566	ก.ย. 2566	ต.ค. 2566	พ.ย. 2566	ธ.ค. 2566
กำหนดหัวข้อการทำโครงงานขออนุมัติแบบโครงงานและวาแผนการดำเนินงาน					
ผลิตตู้ และ จัดซื้ออุปกรณ์วายริ่งคอนโทรลตู้AMCCพร้อมวายริ่ง					
ดำเนินการปฏิบัติงานควบคุมงานการติดตั้งตู้ AMCC ณ บริษัท ไทยมิตซูวา จำกัด (มหาชน) อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000					
ทดสอบระบบการทำงานเครื่องจักร					
ส่งมอบงาน					

แถบสีการดำเนิดงาน

แผนการดำเนินงาน	ดำเนิดงานเสร็จสิ้น

3.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. โน๊ตบุ๊ค
2. คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้า วสท.
3. คู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงานระบบไฟฟ้า
4. รถยนต์ 1 คัน
5. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

3.2 รายละเอียดการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย

นายนพดล วงค์แก่น ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการ งานที่ได้รับมอบหมาย ออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าและเครื่องทำความเย็น

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงาน

4.1 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

จากการออกแบบตู้ ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศ (AMCC) พร้อมติดตั้ง ณ บริษัท ไทยมิตซูวา จำกัด (มหาชน) อำเภอเมืองปทุมธานีจังหวัดปทุมธานี 12000 มีการประชุมและการออกแบบระบบควบคุมพร้อมวางแผนขั้นตอนสำหรับการปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักตู้ MDB เพื่อดำเนินการขนานสายแหล่งจ่ายเข้าตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศ (AMCC) โดยเริ่มดำเนินงานในเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2566 การออกแบบได้ดำเนินตามมาตรฐาน วสท และเป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้

4.2 ผลการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย

หลักการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพ มาตรฐาน และความปลอดภัย

การเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้า อาทิเช่น สายไฟ เบรกเกอร์ จะต้องเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพหรือได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม เช่น มอก. เพื่อให้มั่นใจได้ว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้เลือกมา มีความทนทาน แข็งแรง และปลอดภัยที่จะใช้งาน

2. เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสม

ควรจะเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น การออกแบบขนาดตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศ ให้มีขนาดที่สามารถรองรับพื้นที่การติดตั้งภายในอาคารได้ หรือมีขนาดไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป ควรติดตั้งตามสเปคที่กำหนดมาตั้งแต่แรก รวมถึงการเลือกซื้อให้เพียงพอ ไม่เผื่อมากจนเกินไป เพื่อความประหยัดในการติดตั้ง แต่ก็ต้องคำนึงถึงคุณภาพด้วยเพื่อความปลอดภัย

3. ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ถูกต้องตามมาตรฐาน

การติดตั้งอุปกรณ์ ควรติดตั้งให้มีความเรียบร้อยสวยงาม เป็นระเบียบ จุดรองรับอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักโดยเฉพาะ เบรกเกอร์ สายไฟ ที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งต้องมีการตรวจสอบและทดสอบให้เป็นไปตามการทดสอบระบบ จากกระบวนการเปรียบเทียบกับสิ่งที่ได้กำหนดไว้และทดสอบว่าไปตามที่วางแผนหรือข้อตกลงหรือไม่ ถ้าเกิดในกรณีที่ไม่ผ่านต้องเอาข้อเสนอแนะมาแก้ไขให้เป็นไปตามความถูกต้อง

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน

5.1.1 สรุปผลโครงงานการปฏิบัติสหกิจศึกษา

จากการที่ได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยมิตซูวา จำกัด (มหาชน) อำเภอเมืองปทุมธานี ในงานออกแบบตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศ มีส่วนสำคัญโดยนักศึกษาสหกิจศึกษา จะต้องลงพื้นสำรวจหน้างานรวบรวมข้อมูล และออกแบบ คำนวณโหลด ถอดแบบ และดูแลระบบไฟฟ้าของโครงการ ควบคุมการทำงานของโครงการให้เป็นไปตามแผนงาน และส่งงานได้ตามที่สัญญากำหนด นอกจากนี้ยังต้องเข้าร่วมประชุมกับทางลูกค้าสัปดาห์ละ 1วัน เพื่ออัพเดทความคืบหน้าของงานที่ทำ

5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงงาน

เนื่องจากเวลาในการทำงานมีจำกัด และรับผิดชอบในหลายหน้าที่ทำให้การทำงานล่าช้าในบางส่วน

5.1.3 ข้อเสนอแนะ

การทำงานต้องเผื่อเวลาให้มากขึ้น เนื่องจากงานออกแบบในทางไฟฟ้าเป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน และผู้ปฏิบัติงาน จึงต้องให้ความสำคัญและมีการตรวจสอบความถูกต้องในมารตฐานทางวิศวกรรมเพื่อความปลอดภัยแก่ทรัพย์สิน และผู้ปฏิบัติงานด้วย

5.2 สรุปผลการปฏิบัติสหกิจศึกษา

5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สิ่งที่ได้รับจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้เรียนรู้และพัฒนาตนเองในการออกแบบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรับผิดชอบ และการมั่นใจในตนเองมากขึ้น ได้นำความรู้ทางภาคทฤษฎีไปเผยแพร่ให้กับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า เพื่อให้มีความรู้และคำนึงถึงการให้งานของลูกค้าให้มีความปลอดภัยและเป็นไปตามมารตฐาน วสท ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่พึงประสงค์ของสถานประกอบการและที่สำคัญได้เรียนรู้เพิ่มเติมและมีทักษะต่างๆ ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน

5.2.2 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เนื่องจากผู้รับเหมาบางส่วนไม่มีความรู้ที่แน่นหนาเกี่ยวกับทฤษฎีทางระบบไฟฟ้า ทำให้บกพร่องในเรื่องของความปลอดภัยและมาตรฐานในการทำงาน จึงต้องมีการเผยแพร่หรือถ่ายทอดความรู้ทางทฤษฎีให้กับทางผู้รับเหมาเพื่อให้ทราบและคำนึงถึงความปลอดภัยและมาตรฐานในการทำงาน เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

5.2.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการปฏิบัติงานทางระบบไฟฟ้ามีความเสี่ยงสูง ผู้ปฏิบัติงานควรคำนึงถึงความปลอดภัยและมาตรฐานในการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

บรรณานุกรม

คณะกรรมการสาขาไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2564). *มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 Thai Electrical Code 2021*. (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง ตามมาตรฐาน วสท. 2564).

ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. (2565). *การออกแบบระบบไฟฟ้า Electrical system design ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 9 ตามมาตรฐาน วสท. 2564*. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชติอนันต์ ครีเอชั่น.

ลือชัย ทองนิล. *(2565). คู่มือการติดตั้งระบบไฟฟ้าอย่างมืออาชีพ ฉบับปรับปรุงตามมาตรฐานใหม่ 2564* (พิมพ์ครั้งที่ 2). บริษัท สายไฟฟ้าไทย-ยาซากิ จำกัด. *https://thaiyazaki-electricwire.co.th/images/downloadcatalog/_20220656034556Yazaki%20Electrical%20Installation%20Book.pdf*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือยินยอมให้เผยแพร่การงาน/โครงงานสหกิจศึกษา

TTE CONSTRUCTION CO.,LTD.
5/5 ซอยรามอินทรา 5 แยก 7-2 แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพ 10220
Tel: 02-9709375, Fax: 02-9709376
Email: info@tte-con.com

ที่ TTE20240530

วันที่ 19 มกราคม 2567

เรื่อง หนังสือยินยอมให้เผยแพร่รายงานปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาการ

เรียน อธิบดี มหาวิทยาลัยสยาม

ข้าพเจ้า นายทนงศักดิ์ อำพนเกียรติ ตำแหน่ง Managing Director บริษัทที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด สถานที่ตั้ง เลขที่ 5/5 ซอยรามอินทรา5 แยก7-2 แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

ได้ตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดในรายงานการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาการ เรื่องการออกแบบตู้ควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศด้วยโปรแกรม AUTOCAD ให้กับ บริษัทที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด ของนายนพดล วงค์แก่น รหัสนักศึกษา 6423200010 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม โดยการเผยแพร่รายงานปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาดังกล่าวต่อสาธารณะในรูปแบบหรือทุกช่องทางที่ มหาวิทยาลัยสยาม กำหนด เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา

บริษัทที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด ยินยอมให้นักศึกษาและมหาวิทยาลัยสยามเผยแพร่ผลงานได้ เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษา ต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

ลงชื่อ.....

(นายทนงศักดิ์ อำพนเกียรติ)

Managing Director

บริษัทที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด

ภาคผนวก ข

ภาพการนิเทศงานของอาจารย์

ชื่ออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร
2. อาจารย์ อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ
3. ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ชื่อ-นามสกุล นายนพดล วงค์แก่น รหัสนักศึกษา 6423200010

นิเทศงานสหกิจศึกษา เข้ามานิเทศสหกิจ

รูปที่ ข 1 นิเทศงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ข 2 นิเทศงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ข 3 นิเทศงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ข 4 นิเทศงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ข 5 นิเทศงานสหกิจศึกษา

ภาคผนวก ค

ภาพขณะปฏิบัติงานตามโครงงาน

ภาพขณะปฏิบัติงานตามโครงงาน

รูปที่ ค 1 ลงพื้นที่สำรวจหน้างานเพื่อออกแบบ และ งานติดตั้ง

รูปที่ ค 2 ประชุมร่วมกับลูกค้าผ่าน Microsoft Teams meeting เพื่อสรุปงานออกแบบและติดตั้ง

รูปที่ ค 3 เขียนแบบตู้AMCC และ แบบติดตั้ง

รูปที่ ค 4 ถอดแบบสั่งวัสดุ

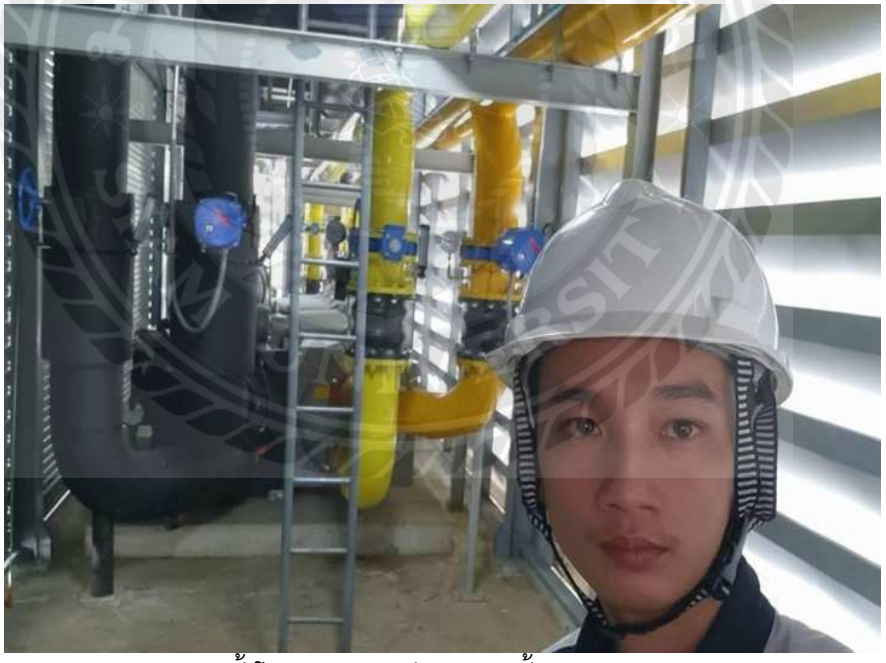
รูปที่ ค 5 ตรวจสอบการประกอบตู้AMCC และ การวายริ่งคอนโทรล

รูปที่ ค 6 เทสฟังก์ชั่นการทำงานของแมกเนติกคอนเทคเตอร์

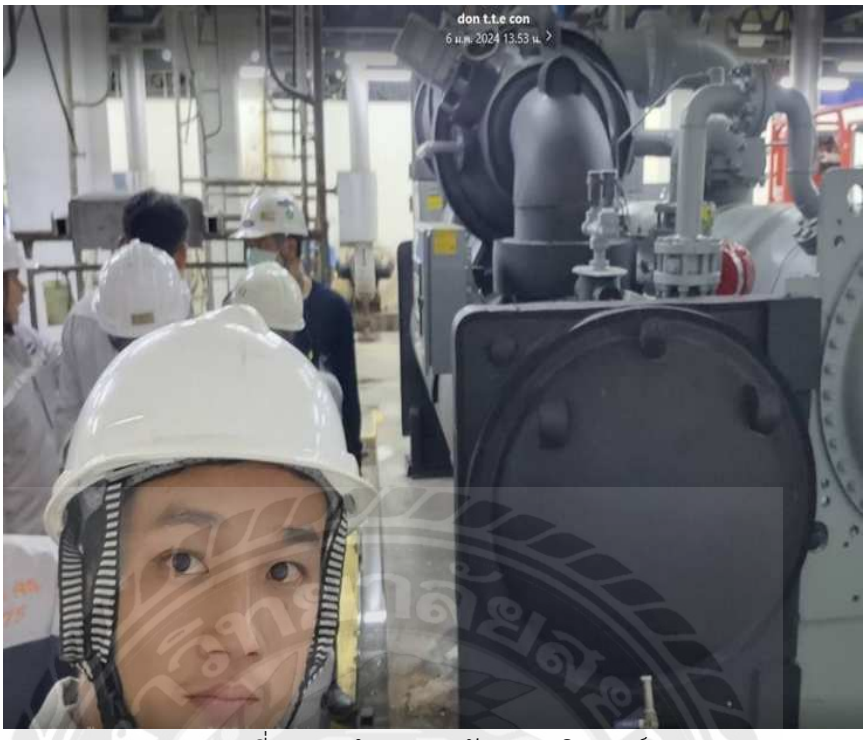
รูปที่ ค 7 ตรวจรับChiller

รูปที่ ค 8 ตรวจสอบวงจรสายควบก่อนเข้าหัวสาย เนื่องจากมีสายไฟ2เส้นต่อเฟสเพื่อป้องกันการช็อตเซอร์กิต

รูปที่ ค 9 วัดค่าความต้านทานฉนวนสายไฟ



รูปที่ ค 10 ตรวจสอบงานติดตั้งโดยภาพรวมเช่นการติดตั้ง (Chiller/Cooling Tower/Pump/ท่อน้ำยา) ก่อนเทสรันระบบ



รูปที่ ค 11 ทำการเทสรันระบบชิลเลอร์

รูปที่ ค 12 ตรวจวัดอุณหภูมิจุดต่อสายไฟฟ้า ขณะ เทสรันเครื่อง

รูปที่ ค 13 จัดเทรนนิ่งการใช้งานระบบของโรงงานทำความเย็น และ ระบบคอนโทรลตู้AMCC

สำหรับภาคผนวก ค ที่ได้จัดทำขึ้นมานี้กระผมในนามนักศึกษาสหกิจศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาออกแบบงานระบบ และ เป็นแรงบันดาลใจในการทำงานจริงแก่ผู้ศึกษา

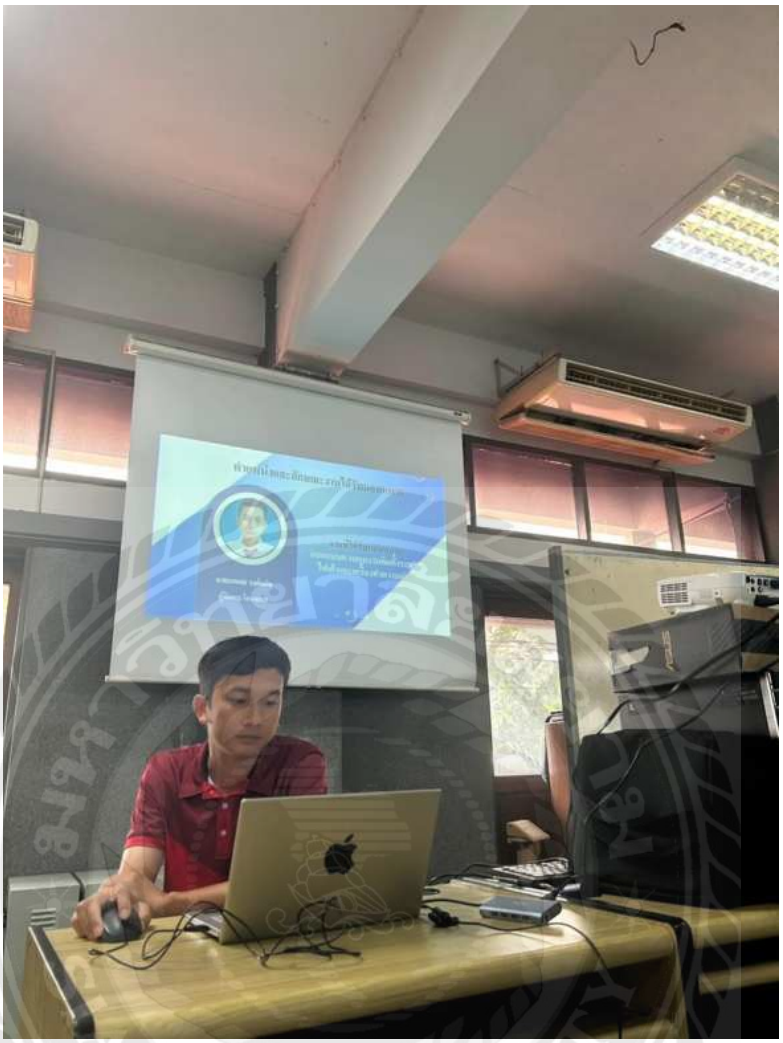
(หากมีข้อผิดพลาดประการใดต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย)

ภาคผนวก ง

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ง 1 การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ง 2 การสอบโครงงานสหกิจศึกษา



รูปที่ ง 3 การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

ภาคผนวก จ

การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

Plagiarism Checking Report

Created on 2024-02-17 21:44:05 at 21:44 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3587197	Feb 17, 2024 at 21:40 PM	napadon.won@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	รูปเล่ม รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา นพดล วงค์แก้น 6423200010.pdf	Completed	4.50 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	กระแสไฟฟ้า	วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี	Wikipedia	2.24 %
2	สายไฟฟ้า	วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี	Wikipedia	1.71 %
3	การลดปริมาณการใช้สายไฟฟ้าโดยใช้วิธีการวิเคราะห์โครงข่าย : กรณีศึกษาโรงงานผลิตสารเคมีตัวอย่าง	ชัยวรรธน์ อังสัจจะพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	0.55 %

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล นาย นพดล วงค์แก่น

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 122 หมู่ 10 ตำบลโนนโพธิ์ อำเภอเมืองอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ 37000

ประวัติการศึกษา : พ.ศ.2546 ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านคลองหลวง สมุทรปราการ

พ.ศ. 2551 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์ สมุทรปราการ

พ.ศ. 2558 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนจุฬารัตน์วิทยา คลอง 9 รังสิต

พ.ศ. 2562 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค)

ประวัติการทำงาน : พ.ศ.2559 รับเหมาติดตั้งแอร์ บริษัท มิตซูบิชิ เฮฟวี่ อินดัสตรี่ส์-มหาจักร แอร์ คอนดิชั่นเนอร์ส จำกัด

พ.ศ.2560 แท่นเจาะน้ำมันเอราวัณ บริษัทเชฟรอน

พ.ศ.2561 ปัจจุบัน บริษัท ที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่)

เบอร์โทรศัพท์ : 097-097-5697

E-mail : napadonwongkaen@gmail.com

https://drive.google.com/drive/folders/1gCz74Tl3ry6ghIm2L1iCSfCZ5PwqE1Pj?usp=drive_link

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบตู้ศูนย์กลางควบคุมมอเตอร์เครื่องปรับอากาศด้วยโปรแกรมออโต้แคด
Air Conditioning Motor Control Center Cabinet Design With AutoCAD

โดย

นาย นพดล วงค์แก่น 6423200010

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า 1

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566