



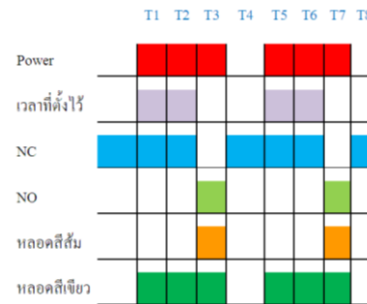
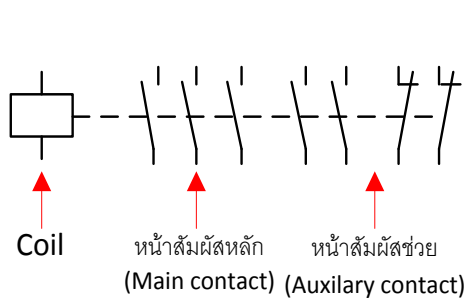
เอกสารประกอบการเรียนการสอน

วิชาช่างควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

รหัสวิชา 1104 - 4301

หลักสูตรวิชาชีพพระยะสั้น พ.ศ. 2540

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความรู้พื้นฐานสำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ



ใบความรู้ที่ 1.1 สัญลักษณ์ และการเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์

นายเลอพงษ์ สุวรรณันท์

วิทยาลัยสารพัดช่างสี่พระยา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ใบความรู้ที่ 1.1		
รหัสวิชา 1104-4301	วิชา การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า 3 หน่วยกิต	สอนครั้งที่ 1-3
ชื่อหน่วย	ความรู้พื้นฐานสำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	เวลา 33 ชั่วโมง
เรื่อง	สัญลักษณ์ และการเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์	เวลา 9 ชั่วโมง
สมรรถนะประจำหน่วย		
1. อ่านและเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ตามมาตรฐานต่าง ๆ ได้ถูกต้อง		
จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้	รายการสอน/การเรียนรู้	
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ และการเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ 2. เพื่อให้มีทักษะในการอ่านและเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ 3. เพื่อให้มีจินตทัศน์ในการปฏิบัติงานที่ดีและมีเจตคติในการจัดระบบการทำงานที่ปลอดภัย จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกความหมายและปริมาณของหน่วยวัดต่างๆทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2. บอกความหมายสัญลักษณ์ตามมาตรฐานต่างๆได้ถูกต้อง 3. บอกรูปแบบการเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์แบบต่างๆได้ถูกต้อง 4. อ่านและเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์แบบต่างๆได้ถูกต้อง 5. ปฏิบัติงานเขียนแบบด้วยความละเอียดรอบคอบ	กระบวนการเรียนรู้ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม 1.1 นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 1.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้ที่ 1.1 สอบถามปัญหา ครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติม 1.3 เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับฝึกและสาธิต ขั้นที่ 2 ขั้นสาธิตหรือยกตัวอย่าง 2.1 ครูผู้สอนทำการอธิบาย สาธิตประกอบตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติหรือฝึกหัด 3.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัด ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจผลการฝึกหัด - ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง - ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมินผล 6.1 สรุปผลการเรียนรู้ และตอบคำถามหลังการเรียนรู้ 6.2 ชักถาม สังเกต	

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

1.1 สัญลักษณ์และการเขียนแบบวงจรควบคุม

1.1.1 ระบบ SI

1.1.2 สัญลักษณ์ตามมาตรฐานต่าง ๆ

1.1.3 การเขียนแบบวงจรควบคุม

1.1 สัญลักษณ์และการเขียนแบบวงจรควบคุม

การออกแบบและการติดตั้งระบบไฟฟ้า หรือการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าให้มีความปลอดภัย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เป็นข้อกำหนดในการออกแบบ ซึ่งแต่ละประเทศจะมีมาตรฐานแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม สำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ในประเทศอื่น ๆ มีมาตรฐานการเขียนแบบ การอ่านแบบ การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ การติดตั้งมอเตอร์ มาตรฐานการออกแบบวงจรควบคุม รวมทั้งมาตรฐานผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไป ดังนี้

BS : British Standard - มาตรฐานของประเทศอังกฤษ

DIN : Deutsches Institut für Normung e.V. - มาตรฐานของประเทศเยอรมัน

ANSI : American National Standard Institute - เป็นองค์กรที่ออกมาตรฐานและข้อกำหนดของประเทศสหรัฐอเมริกา

IEC : International Electrotechnical Commission - มาตรฐานนานาชาติ

JIS : Japanese Industrial Standards - มาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น

NEC : National Electric Code - มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าและติดตั้งของประเทศสหรัฐอเมริกา

NEMA : National Electrical Manufacturers Association - มาตรฐานอุตสาหกรรมของโรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา

UL : Underwriter's Laboratories, Inc. - องค์กรที่ทำการทดสอบและรับประกันความปลอดภัยของประเทศสหรัฐอเมริกา

EIT : The Engineering Institute of Thailand - มาตรฐานในการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

TISI : Thai Industrial Standards Institute - สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

หมายเหตุ ตัวอักษรหนาคือที่มาของอักษรย่อของแต่ละมาตรฐาน

1.1.1 ระบบ SI

ระบบ SI คือ ระบบของการวัดแบบเมตริก ย่อมาจากคำว่า The International System of Units เป็นระบบการวัดใช้อย่างแพร่หลาย หน่วย SI ประกอบด้วยหน่วยรากฐาน 7 หน่วย

1. หน่วยรากฐาน เป็นระบบหน่วยวัดระหว่างประเทศ กำหนดไว้เป็นพื้นฐาน โดยหน่วยเอสไออื่นๆ ที่เรียกว่าหน่วยอนุพันธ์เอสไอ จะเกิดจากการนำหน่วยฐานเอสไอมาประกอบกันทั้งหมด หน่วยฐานเอสไอมีทั้งหมด 7 หน่วย ดังตารางที่ 1.1.1

ตารางที่ 1.1.1 หน่วยมูลฐานเอสไอ (SI Base Units)

ปริมาณ (Quantity)	หน่วยฐาน (Base unit)	สัญลักษณ์ (Symbol)
ความยาว (Length)	เมตร (Metre)	m
มวล (Mass)	กิโลกรัม (Kilogram)	kg
เวลา (Time)	วินาที (Second)	s
กระแสไฟฟ้า (Electric current)	แอมแปร์ (Ampere)	A
อุณหภูมิอุณหพลวัต (Thermodynamic temperature)	เคลวิน (Kelvin)	K
ปริมาณสาร (Amount of substance)	โมล (Mole)	mol
ความเข้มของการสว่าง (Luminous intensity)	แคนเดลา (Candela)	cd

2. หน่วยอนุพันธ์ คือ หน่วยที่เกิดจากการรวมกันของหน่วยรากฐานเอสไอ โดยการคูณหรือหาร เพื่อใช้ในเรื่องการวัดและการแสดงปริมาณต่าง ๆ ซึ่งหน่วยอนุพันธ์มีหลากหลาย ตัวอย่างหน่วย SI อนุพันธ์ ดังตารางที่ 1.1.2

หน่วย เอส.ไอ. อนุพันธ์ (Derived SI units) ซึ่งได้มาจากผลคูณหรือผลหารระหว่างหน่วยรากฐานโดยตรง เช่น

หน่วยของพื้นที่ (m^2) ได้มาจากผลคูณระหว่างหน่วยความยาว (m) กับหน่วยความยาว (m) นั่นคือ พื้นที่ = $m \times m = m^2$

หน่วยของความเร็ว (m/s) ได้มาจากผลหารระหว่างหน่วยของความยาว (m) กับหน่วยเวลา (s) นั่นคือ ความเร็ว = m/s นั่นเอง

ตารางที่ 1.1.2 ตัวอย่างของหน่วยอนุพันธ์ SI ที่แสดงในรูปแบบหน่วยฐาน SI

ปริมาณอนุพันธ์ (Derived quantity)	หน่วยอนุพันธ์ (Derived unit)	สัญลักษณ์ (Symbol)
พื้นที่ (Area)	ตารางเมตร (Square metre)	m^2
ปริมาตร (Volume)	ลูกบาศก์เมตร (Cubic metre)	m^3
อัตราเร็ว, ความเร็ว (Speed, velocity)	เมตรต่อวินาที (Metre per second)	$m \cdot s^{-1}$
ความเร่ง (Acceleration)	เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (Metre per second squared)	$m \cdot s^{-2}$
ความเร็วเชิงมุม (Angular velocity)	เรเดียนต่อวินาที (Radian per second)	$rad \cdot s^{-1}$
ความเร่งเชิงมุม (Angular acceleration)	เรเดียนต่อวินาทีกำลังสอง (Radian per second squared)	$rad \cdot s^{-2}$
ความหนาแน่น (Density)	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Kilogram per cubic metre)	$kg \cdot m^{-3}$
ความเข้มข้นสนามแม่เหล็ก (Magnetic field intensity)	แอมแปร์ต่อเมตร (Ampere per metre)	$A \cdot m^{-1}$
ความหนาแน่นกระแส (Current density)	แอมแปร์ต่อลูกบาศก์เมตร (Ampere per cubic metre)	$A \cdot m^{-3}$
โมเมนต์ของแรง (Moment of force)	นิวตันเมตร (Newton metre)	$N \cdot m$
ความแรงสนามไฟฟ้า (Electric field strength)	โวลต์ต่อเมตร (Volt per metre)	$V \cdot m^{-1}$
สภาพให้ซึมผ่านได้ (Permeability)	เฮนรีต่อเมตร (Henry per metre)	$H \cdot m^{-1}$
สภาพยอม (Permittivity)	ฟารัดต่อเมตร (Farad per metre)	$F \cdot m^{-1}$
ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific heat capacity)	จูลต่อกิโลกรัมเคลวิน (Joule per kilogram kelvin)	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
ความเข้มข้นเชิงปริมาณสาร (Amount-of-substance concentration)	โมลต่อลูกบาศก์เมตร (Mole per cubic metre)	$mol \cdot m^{-3}$
ความส่องสว่าง (Luminance)	แคนเดลาต่อตารางเมตร (Candela per square metre)	$cd \cdot m^{-2}$

3. คำนำหน้าหน่วย (SI Prefixes)

คำนำหน้าหน่วยในระบบ SI คือ สัญลักษณ์ที่ถูกนำมาวางไว้หน้าหน่วย เช่นสัญลักษณ์ “μ” อ่านว่า “ไมโคร” แทนตัวเลข 10^{-6} หรือ “M” อ่านว่า “เมกะ” แทนตัวเลข 10^6 การใช้คำนำหน้าหน่วยมีจุดประสงค์เพื่อให้การแสดงผลมีความกะทัดรัดมากขึ้น สัญลักษณ์เหล่านี้จะเข้าไปคูณกับหน่วย เช่น ระยะทางจากจุด ก ไปจุด ข เท่ากับ 7,600,000 เมตร สามารถถูกแสดงในรูปที่สั้นกว่าเป็น 7.6 เมกะเมตร (7.6 Mm) เป็นต้น และ CGPM ได้ยอมรับ และนำอนุกรมของคำนำหน้าหน่วย และสัญลักษณ์คำนำหน้าหน่วย ตามที่แสดงในตารางที่ 1.1.3

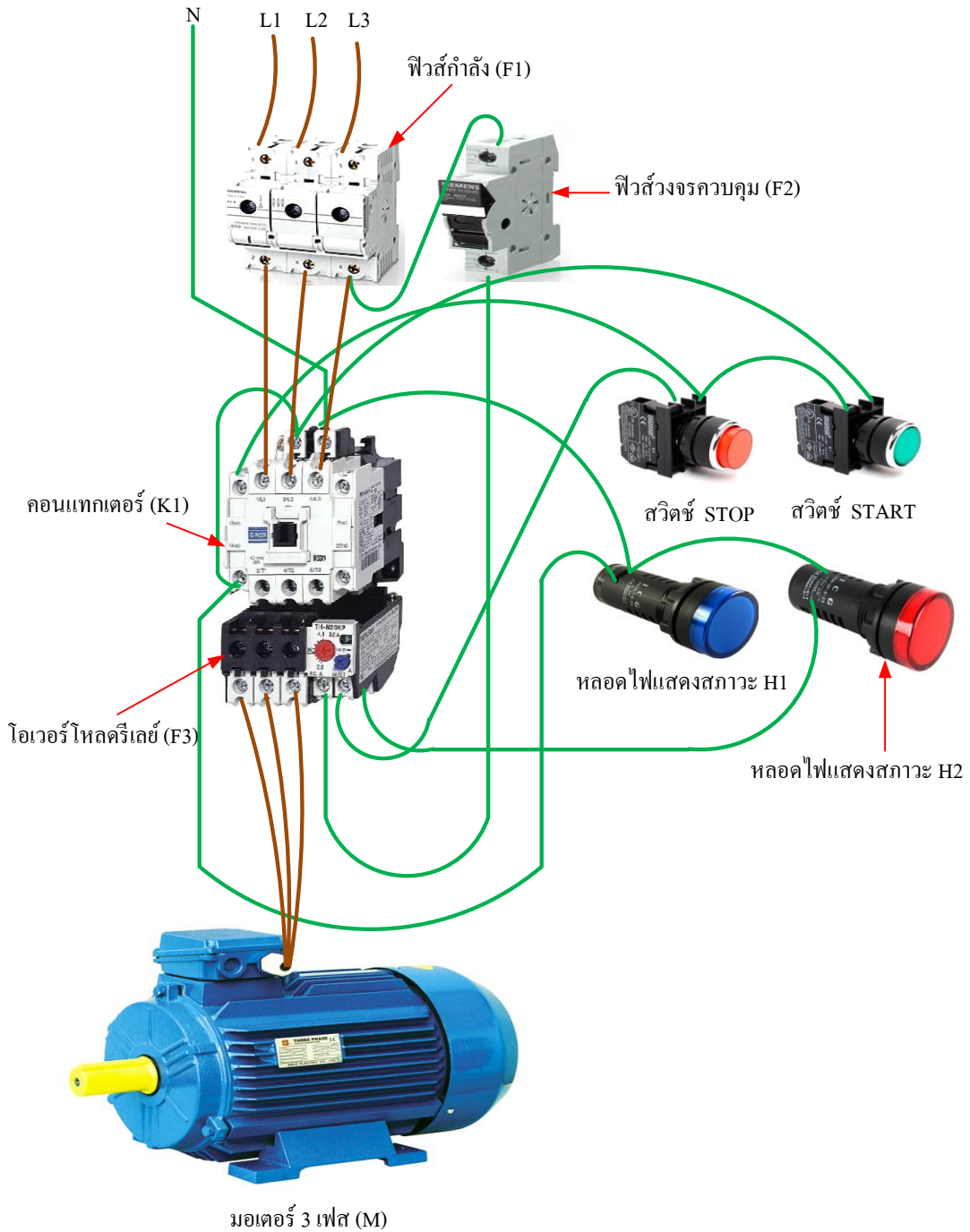
ตารางที่ 1.1.3 คำนำหน้าหน่วย

ตัวประกอบ (Factor)	ชื่อคำนำหน้าหน่วย (Prefix name)	สัญลักษณ์ (Symbol)	ตัวประกอบ (Factor)	ชื่อคำนำหน้าหน่วย (Prefix name)	สัญลักษณ์ (Symbol)
10^1	เดคา (deca)	da	10^{-1}	เดซี (deci)	d
10^2	เฮกโต (hecto)	h	10^{-2}	เซนติ (centi)	c
10^3	กิโล (kilo)	k	10^{-3}	มิลลิ (milli)	m
10^6	เมกะ (mega)	M	10^{-6}	ไมโคร (micro)	μ
10^9	จิกะ (giga)	G	10^{-9}	นาโน (nano)	n
10^{12}	เทระ (tera)	T	10^{-12}	พิโก (pico)	p
10^{15}	เพตะ (peta)	P	10^{-15}	เฟมโต (femto)	f
10^{18}	เอกซะ (exa)	E	10^{-18}	อัตโต (atto)	a
10^{21}	เซตตะ (zetta)	Z	10^{-21}	เซปโต (zepto)	z
10^{24}	ยอตตะ (yotta)	Y	10^{-24}	ยอกโต (yocto)	y

1.1.2 สัญลักษณ์ตามมาตรฐานต่างๆ

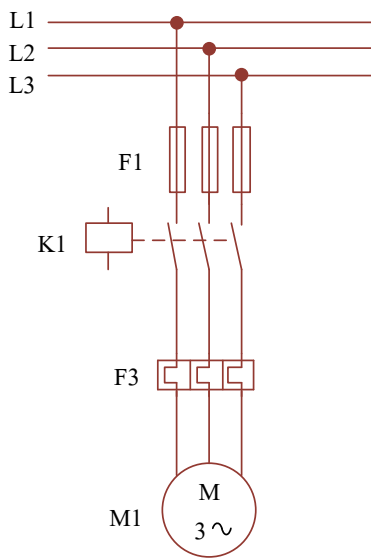
การเขียนแบบสำหรับงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หรือสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าใด ๆ โดยทั่วไปจะใช้สัญลักษณ์ในการเขียนแทนอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะจะทำให้การเขียนแบบ การอ่านแบบ และการแปลความหมายเป็นไปด้วยความรวดเร็ว ซึ่งหากเขียนแบบโดยไม่ใช้สัญลักษณ์จะมีความยุ่งยากและไม่สวยงาม ดังภาพที่ 1.1.1

การเปรียบเทียบกับเขียนแบบโดยใช้สัญลักษณ์ ดังภาพที่ 1.1.2 ซึ่งการใช้สัญลักษณ์ในการเขียนแบบนั้นจะทำให้แบบวงจรดูเรียบร้อย สวยงาม สามารถแปลความหมายวงจรได้ง่าย เป็นมาตรฐานเดียวกัน แต่การเขียนแบบโดยไม่ใช้สัญลักษณ์ ดังภาพที่ 1.1.1 จะดูยุ่งยาก ซับซ้อน

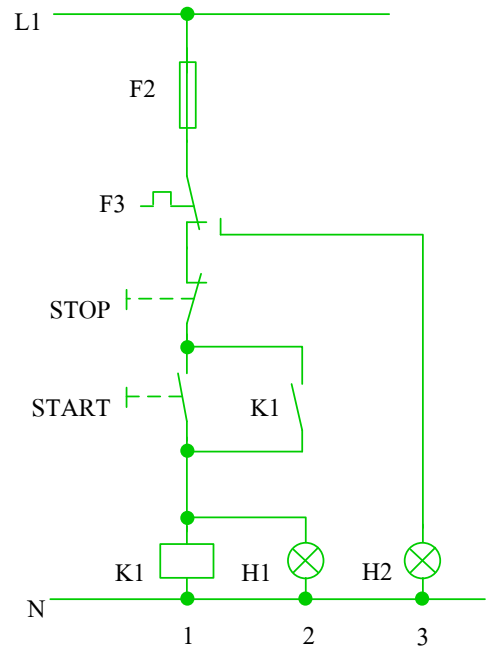


ภาพที่ 1.1.1 การเขียนแบบโดยไม่ใช่สัญลักษณ์

จากภาพที่ 1.1.1 เป็นวงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง (Direct on line) ซึ่งใช้อุปกรณ์ควบคุมไม่มาก หากเป็นวงจรที่มีความซับซ้อน การเขียนแบบโดยไม่ใช่สัญลักษณ์จะมีความยุ่งยาก รวมทั้งการอ่านแบบก็มีความยุ่งยากเช่นกัน หากเป็นการเขียนแบบโดยใช้สัญลักษณ์ในวงจรเดียวกันนี้ จะมีลักษณะดังภาพที่ 1.1.2



ก. วงจรกำลัง



ข. วงจรควบคุม

ภาพที่ 1.1.2 การเขียนแบบ โดยใช้สัญลักษณ์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์มีหลายมาตรฐาน สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะใช้สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน DIN เพื่อให้สามารถเข้าใจสัญลักษณ์ตามมาตรฐานอื่น ๆ จึงได้เปรียบเทียบสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังตารางที่ 1.1.4

- หมายเหตุ = หมายถึง สัญลักษณ์ที่แสดงและชื่อเรียกนี้แสดงตาม DIN
 - หมายถึง ไม่มีการแสดงสัญลักษณ์
 or หมายถึง สามารถใช้แทนกันได้

ตารางที่ 1.1.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์

รายการ	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน		
	DIN	ANSI	IEC
หน้าสัมผัส (Contacts)			
หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO)			
หน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally Close : NC)			

ตารางที่ 1.1.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ (ต่อ)

รายการ	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน		
	DIN	ANSI	IEC
หน้าสัมผัส (Contacts)			
หน้าสัมผัสแบบเลือกได้ 2 ทาง (Contact with 2 way)			
รูปแบบการทำงานของหน้าสัมผัส			
การทำงานแบบ Manual โดยทั่วไป (Manual operation used)		=	=
ทำงานด้วยเท้า (Operated by foot)			
ทำงานด้วยลูกเบี้ยว (Operated by cam)		=	
ทำงานด้วยมอเตอร์ (Operated by motor)		= or 	=
ทำงานด้วยแรงกล (Operated by mechanical)		—	=
สวิตช์แบบต่าง ๆ			
สวิตช์ปุ่มกดปกติเปิด (Pushbutton switch with Normally Open)			=
สวิตช์ปุ่มกดปกติปิด (Pushbutton switch with Normally Close)			=

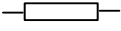


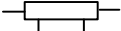
















ตารางที่ 1.1.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ (ต่อ)

รายการ	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน		
	DIN	ANSI	IEC
สวิตช์แบบต่างๆ			
สวิตช์ลู่ลอย (Float switch)			
สวิตช์ทำงานด้วยความดัน (Pressure switch)			=
สวิตช์ทำงานด้วยอุณหภูมิ (Temperature switch)			= or
สวิตช์ทำงานด้วยการไหล (Flow switch)			=
สวิตช์เลือก (Selector switch)			-
อุปกรณ์ป้องกันวงจร			
ฟิวส์ (Fuse)		= or	= or =
เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker : CB)) or	
รีเลย์หน่วงเวลา (Timer delay relay)			
คอยล์รีเลย์หน่วงเวลาแบบหน่วงเวลาเปิด (Electromechanical operated device with on delay)		= or	= or


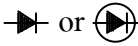
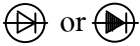

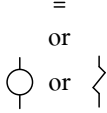

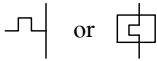
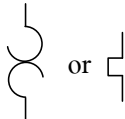







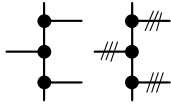
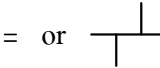
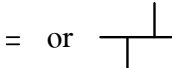






ตารางที่ 1.1.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ (ต่อ)

รายการ	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน		
	DIN	ANSI	IEC
รีเลย์หน่วงเวลา (Timer delay relay)			
คอยล์รีเลย์หน่วงเวลาแบบหน่วงเวลาปิด (Electromechanical operated device with off delay)		= or 	= or
หน้าสัมผัสรีเลย์หน่วงเวลาปกติเปิดแบบ หน่วงเวลาเปิด (NO contactor operated device with time on delay)		TC TDO 	
หน้าสัมผัสรีเลย์หน่วงเวลาปกติปิดแบบ หน่วงเวลาเปิด (NC contactor operated device with time on delay)		TC TDO 	
หน้าสัมผัสรีเลย์หน่วงเวลาปกติเปิดแบบ หน่วงเวลาปิด (NO contactor operated device with time off delay)		TC TDO 	
หน้าสัมผัสรีเลย์หน่วงเวลาปกติปิดแบบ หน่วงเวลาปิด (NC contactor operated device with time off delay)		TC TDO 	
อุปกรณ์แสดงผล/แสดงสัญญาณ			
หลอดแสดงผล (Indicator light)			=
ฮอด (Buzzer)			
ไซเรน (Siren)			=

ตารางที่ 1.1.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ (ต่อ)

รายการ	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน		
	DIN	ANSI	IEC
ตัวต้านทาน (Resistor)			
ตัวต้านทาน (Resistor)		= or 	= or 
ตัวต้านทานแบบมีจุดแยก (Resistor with fixed tapping)		= or 	= or 
ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (Variable resistor)		= or 	=
ขดลวด (Winding) / ตัวเหนี่ยวนำ (Inductor)			
ขดลวด/ตัวเหนี่ยวนำ (Winding)			 = or 
ขดลวด/ตัวเหนี่ยวนำแบบมีจุดแยก (Winding with fixed tapping)			 or =
ตัวเก็บประจุ (Capacitor)			
ตัวเก็บประจุ (Capacitor)			= or 
ตัวเก็บประจุแบบมีจุดแยก (Capacitor with fixed tapping)		—	=
แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power supply)			
แบตเตอรี่ หรือ เซลล์ (Battery or cell)		=	=

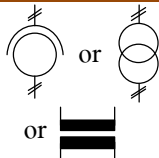

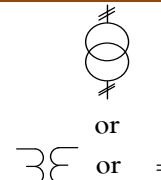

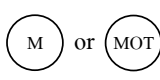




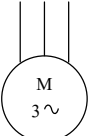
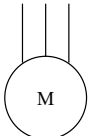
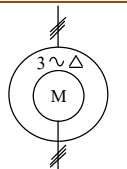
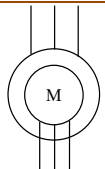
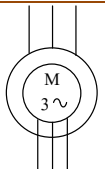
ตารางที่ 1.1.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ (ต่อ)

รายการ	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน		
	DIN	ANSI	IEC
แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power supply)			
ตัวเรียงกระแส (Rectifier)			
คอนแทกเตอร์ (Contactor) และโอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload relay)			
คอยล์ของรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ (Coil)			
โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload relay)			
เครื่องวัดไฟฟ้า (Electrical measurement)			
โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)			
แอมมิเตอร์ (Ammeter)			
ตัวนำ จุดต่อสาย ขั้วต่อสาย (Conductor and Terminal)			
สายต่อถึงกัน (Connection of conductor)			
จุดต่อสาย (Junction of conductor)			
ตัวนำ (Conductor)			

ตารางที่ 1.1.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ (ต่อ)

รายการ	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน		
	DIN	ANSI	IEC
ตัวนำ จุดต่อสาย ขั้วต่อสาย (Conductor and Terminal)			
ต่อลงดิน (Ground)			=
ป้องกันลงดิน (Protective ground)			=
แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า			
ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct current)		=	=
ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating current)		=	=
ไฟฟ้ากระแสตรง หรือไฟฟ้ากระแสสลับ (Direct current or alternating current)		=	=
หม้อแปลง (Transformer)			
หม้อแปลงสองขดลวด (Transformer with two winding)		= or 	= or
หม้อแปลงออโต (Autotransformer)		= or 	= or
หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer : CT)			

ตารางที่ 1.1.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ (ต่อ)

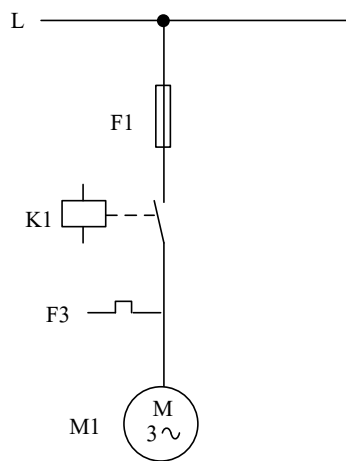
รายการ	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน		
	DIN	ANSI	IEC
หม้อแปลง (Transformer)			
หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (Potential Transformer : PT)			
มอเตอร์ (Motor)			
มอเตอร์ (Motor)			=
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)			=
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor)			=
มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โรเตอร์แบบกรง กระรอก (Three phase asynchronous with squirrel cage rotor)			=
มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส โรเตอร์แบบขดลวด (Three phase asynchronous with slip ring rotor)			

1.1.3 การเขียนแบบวงจรควบคุม

การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ นอกจากจะเป็นการจำลองหรือดูสภาพการทำงาน ของวงจรก่อนที่จะเริ่มทำงานติดตั้งว่าวงจรที่ทำการออกแบบมานั้นถูกต้องตามความต้องการแล้วหรือยัง ทั้งยังเป็นแนวทางในการวางแผนติดตั้งว่าควรใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง เพื่อที่จะได้ประมาณการเตรียม งบประมาณในการจัดซื้อจัดจ้างต่อไป แบบหรือแผนผังที่ดีจะต้องสามารถอ่านและแปลความหมายได้ง่าย เข้าใจได้ถูกต้อง ซึ่งจากมาตรฐานที่แสดงไปในตารางข้างต้น อาจต้องใช้สัญลักษณ์ตามรูปแบบมาตรฐาน ใดมาตรฐานหนึ่ง โดยจะเน้นเฉพาะรูปแบบที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทย นั่นคือ การเขียนแบบที่ใช้ สัญลักษณ์ตามมาตรฐานของประเทศเยอรมันและมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา

1. มาตรฐานของประเทศเยอรมัน แบบเขียนวงจรควบคุมมอเตอร์ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป มี 4 แบบ คือ แบบวงจรสายเส้นเดียว แบบแสดงการทำงาน แบบงานจริง และแบบวงจรประกอบการติดตั้ง

(1) แบบวงจรสายเส้นเดียว (One line diagram) วงจรสายเส้นเดียวเป็นแบบที่แสดงอุปกรณ์หลักที่ใช้ในวงจรกำลัง บอกจำนวนวงจรกำลัง จำนวนคอนแทกเตอร์ จำนวนมอเตอร์ โดยไม่แสดงวงจรควบคุม ดังภาพที่ 1.1.3



ความหมายของอักษรกำกับอุปกรณ์

L = สายเมนจ่ายกำลังไฟฟ้า

F1 = ฟิวส์กำลัง

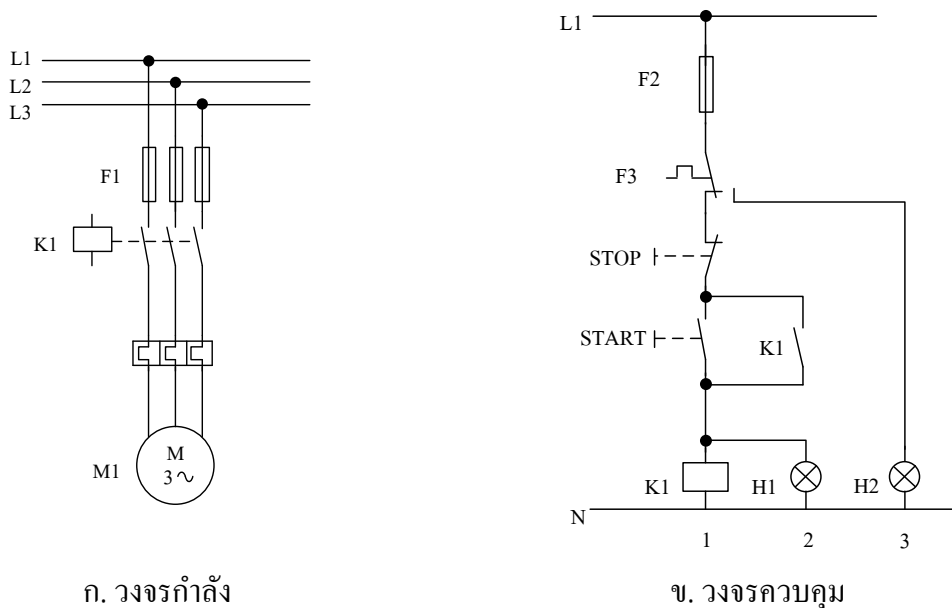
K1 = หน้าสัมผัสหลักของคอนแทกเตอร์ K1

F3 = โอเวอร์โวลติลตรีเลย์

M1 = มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ภาพที่ 1.1.3 แบบวงจรสายเส้นเดียว

(2) แบบแสดงการทำงาน (Schematic diagram) เป็นแบบที่แสดงการทำงานของวงจร โดยจะแยกเขียนเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของวงจรกำลัง และส่วนของวงจรควบคุม เป็นแบบที่ใช้อธิบายหรือดูสภาพการทำงานของวงจรทั้งในส่วนของวงจรควบคุม และวงจรกำลัง ซึ่งทำให้เข้าใจการทำงานของวงจรได้ง่าย ดังภาพที่ 1.1.4

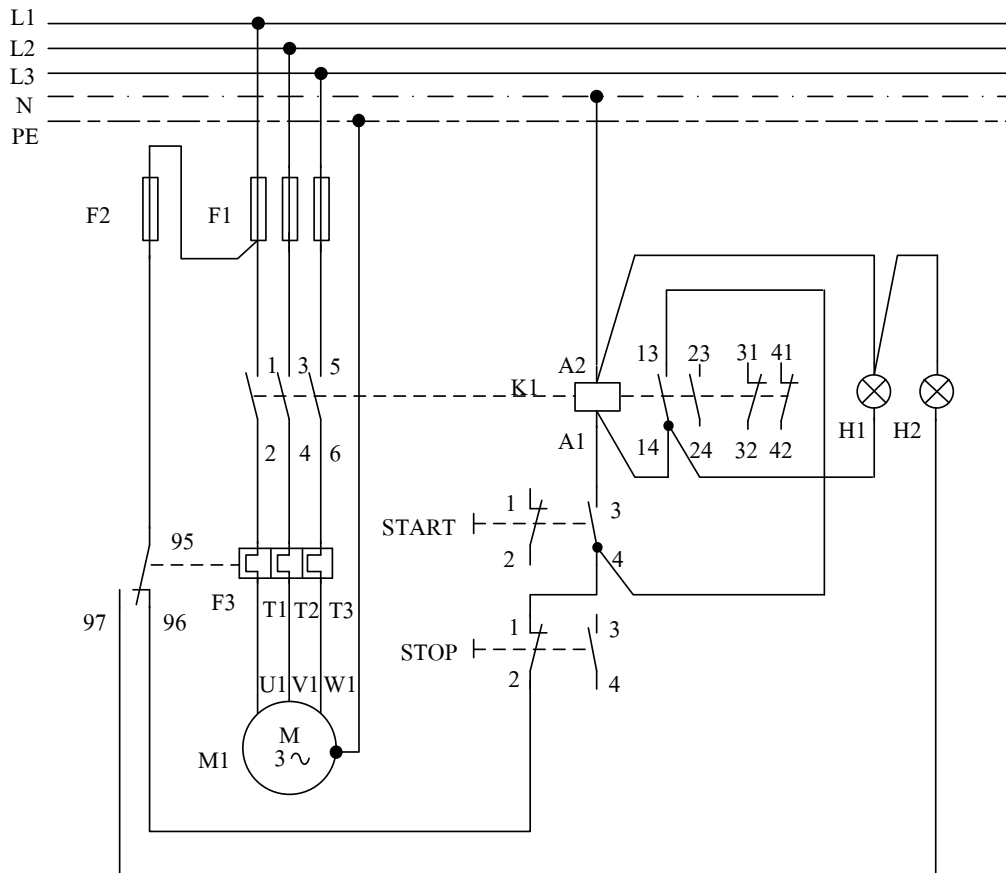


ก. วงจรกำลัง

ข. วงจรควบคุม

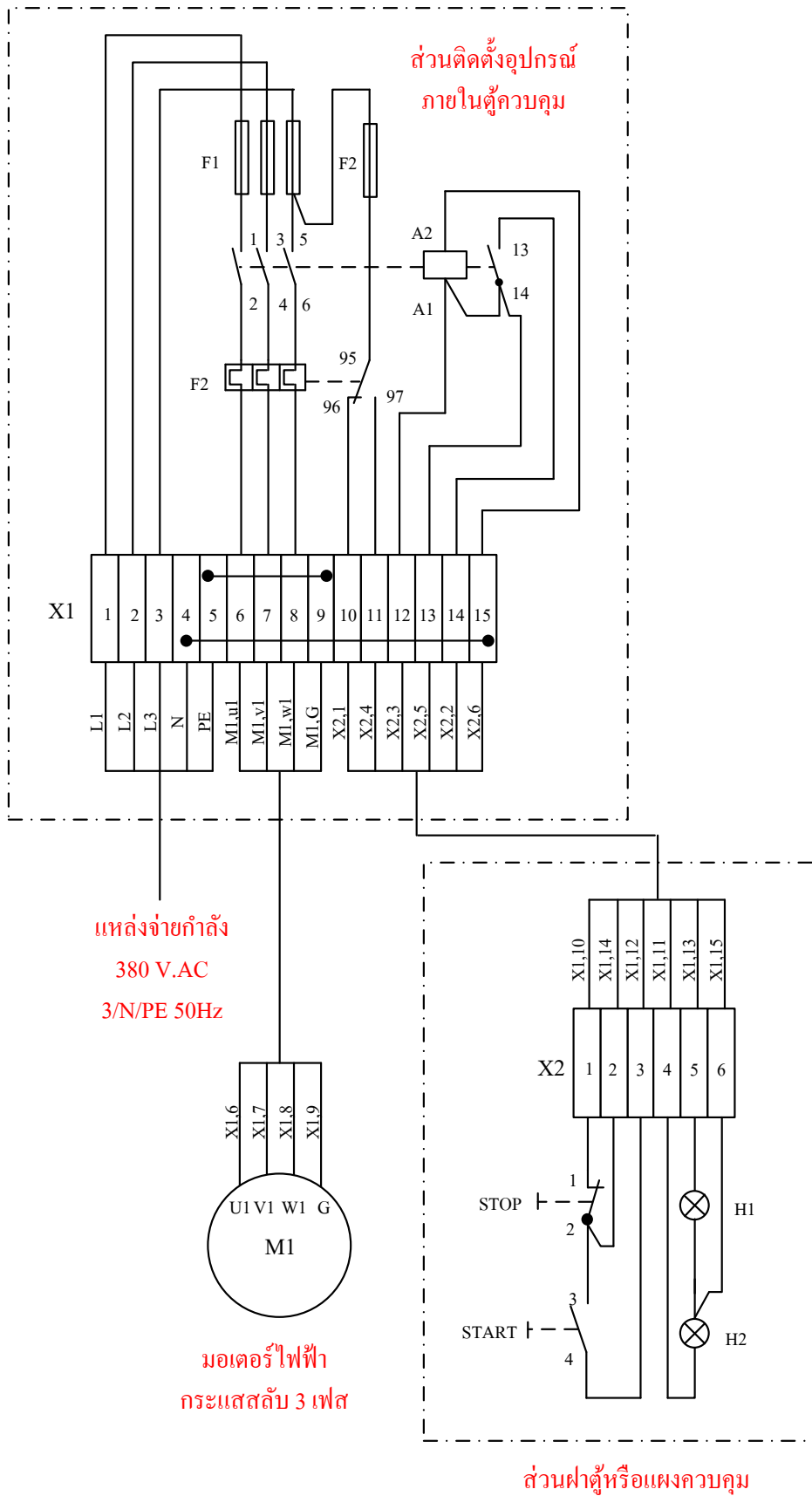
ภาพที่ 1.1.4 แบบแสดงการทำงาน

(3) **แบบงานจริง (Working diagram)** เป็นแบบที่เขียนเพื่อแสดงการต่อวงจร ทั้งใน ส่วนของวงจรกำลังและวงจรควบคุม โดยจะเขียนรวมเป็นวงจรเดียวกัน สำหรับสายที่ต่อไปยังอุปกรณ์ ต่าง ๆ จะแสดงการต่อกันที่ขั้วต่อสายของอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งรูปแบบวงจรจะเหมือนกับลักษณะของ การต่อวงจรงานจริง ลักษณะแบบงานจริง ดังภาพที่ 1.1.5



ภาพที่ 1.1.5 แบบงานจริง

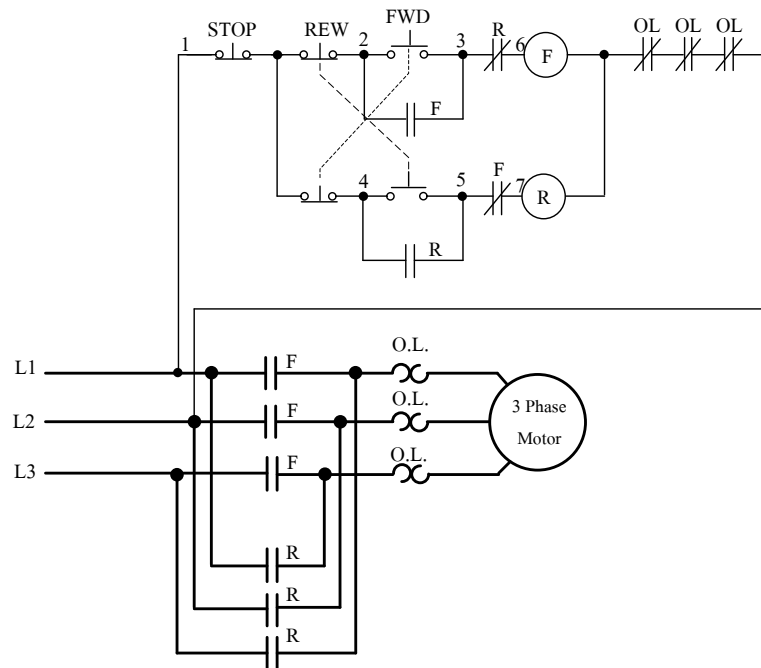
(4) **แบบวงจรประกอบการติดตั้ง (Construction wiring diagram)** เป็นแบบแสดง การเดินสายไฟฟ้าเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ให้วงจรทำงานตามจุดประสงค์ของวงจร โดยมีการให้รหัสสายแต่ละจุด กำกับไว้ เพื่อให้สะดวกและง่ายในการต่อวงจรตามแบบ ลักษณะวงจรประกอบการติดตั้งจะแบ่งส่วน การต่ออุปกรณ์เป็นส่วน ๆ เช่น ส่วนติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ ส่วนฝาตู้หรือแผงควบคุม ส่วนมอเตอร์ ดังภาพที่ 1.1.6



ภาพที่ 1.1.6 แบบวงจรประกอบการติดตั้ง

2. มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา แบบที่ใช้เขียนวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้กัน โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

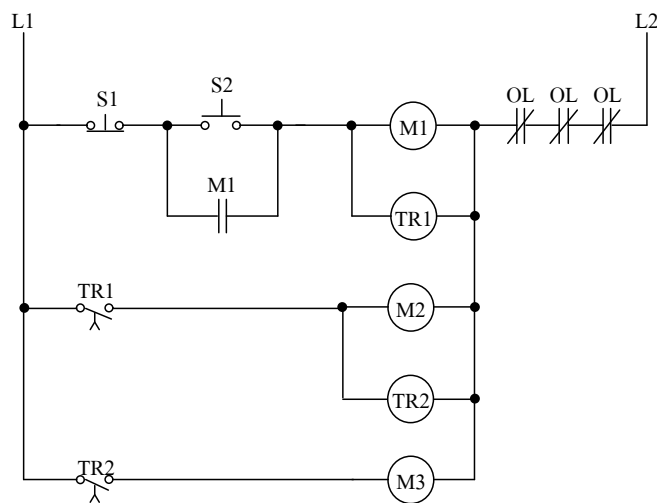
(1) แบบแผนการเดินสาย (Wiring diagram) เป็นแบบที่รวมวงจรกำลังและวงจรควบคุมไว้ในวงจรเดียว รายละเอียดดังภาพที่ 1.1.7



ภาพที่ 1.1.7 วงจรแบบแผนการเดินสาย

ที่มา : Stephen L. Herman and Walter N. Alerich. (1985). Industrial motor control. หน้า 191

(2) แบบแผนภาพไลน์หรือแผนภาพแลดเดอร์ (Line diagram or Ladder diagram) เป็นแบบแสดงเฉพาะวงจรควบคุมเพียงอย่างเดียว รายละเอียดดังภาพที่ 1.1.8



ภาพที่ 1.1.8 วงจรแบบแผนภาพไลน์หรือแผนภาพแลดเดอร์

ที่มา : Stephen L. Herman and Walter N. Alerich. (1985). Industrial motor control. หน้า 164