ฉบับพิมพ์ปี 2016

คู่มือ AIM

50Hz สำหรับมอเตอร์ซับเมอร์ส

การใช้งาน | การติดตั้ง | การซ่อมบำรุง

franklinwater.com

Franklin Electric

ความมุ่งมั่น ถึงคุณภาพ

สำนักงานใหญ่ FRANKLIN ELECTRIC
และแผนกพัฒนาทางวิศวกรรม
FORT WAYNE, INDIANA

แฟรงคลิน อิเล็คทริคมุ่งมั่นที่จะให้บริการลูกค้าด้วยผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพผ่านโปรแกรมการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเราเชื่อว่า คุณภาพจะต้องมีความสำคัญมากกว่าปริมาณในทุกกรณี

ATTENTION!
IMPORTANT INFORMATION FOR INSTALLERS OF THIS EQUIPMENT!

THIS EQUIPMENT IS INTENDED FOR INSTALLATION BY TECHNICALLY QUALIFIED PERSONNEL. FAILURE TO INSTALL IT IN COMPLIANCE WITH NATIONAL AND LOCAL ELECTRICAL CODES, AND WITHIN FRANKLIN ELECTRIC RECOMMENDATIONS, MAY RESULT IN ELECTRICAL SHOCK OR FIRE HAZARD, UNSATISFACTORY PERFORMANCE, AND EQUIPMENT FAILURE. FRANKLIN INSTALLATION INFORMATION IS AVAILABLE FROM PUMP MANUFACTURERS AND DISTRIBUTORS, AND DIRECTLY FROM FRANKLIN ELECTRIC. CALL FRANKLIN TOLL FREE 800-348-2420 FOR INFORMATION.

WARNING

SERIOUS OR FATAL ELECTRICAL SHOCK MAY RESULT FROM FAILURE TO CONNECT THE MOTOR, CONTROL ENCLOSURES, METAL PLUMBING, AND ALL OTHER METAL NEAR THE MOTOR OR CABLE, TO THE POWER SUPPLY GROUND TERMINAL USING WIRE NO SMALLER THAN MOTOR CABLE WIRES. TO REDUCE RISK OF ELECTRICAL SHOCK, DISCONNECT POWER BEFORE WORKING ON OR AROUND THE WATER SYSTEM. DO NOT USE MOTOR IN SWIMMING AREAS.

ประกาศ
ข้อมูลสำคัญสำหรับผู้ติดตั้ง

คู่มือเล่มนี้มีไว้สำหรับการติดตั้งโดยบุคลากรที่มีคุณสมบัติด้านเทคนิค ความล้มเหลวในการติดตั้งที่สอดคล้องกับรหัสทางไฟฟ้า และภายในคำแนะนำของ Franklin Electric อาจเป็นผลในการช็อตทางไฟฟ้า หรืออันตรายจากไฟ ไหม้ ประสิทธิภาพไม่เป็นที่น่าพอใจ และความล้มเหลวของอุปกรณ์ ข้อมูลการติดตั้งอุปกรณ์ของ Franklin สามารถขอได้ผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ และผู้จัดจำหน่าย และโดยตรงจากบริษัท Franklin (โทรฟรีที่เบอร์ 800-348-2420)

การแจ้งเตือน

การช็อตที่รุนแรงทางไฟฟ้าอาจจะเป็นผลมาจากความผิดพลาดในการเชื่อมต่อมอเตอร์หรือตู้ควบคุม การเชื่อมโลหะ และโลหะอื่นๆ ที่อยู่ใกล้กับมอเตอร์หรือสายไฟไปถึงเทอร์มินอลของแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งใช้สายไฟไม่เล็กกว่าสายไฟของมอเตอร์ เพื่อลดความเสี่ยงจากการช็อตทางไฟฟ้า จะต้องถอดสายไฟก่อนการทำงานก่อนเสมอ และต้องไม่ใช้มอเตอร์ในพื้นที่สระว่ายน้ำ

มอเตอร์ซับเมอร์ส

การใช้งานมอเตอร์

การใช้งาน • การติดตั้ง • คู่มือการซ่อมบำรุง

มอเตอร์ซับเมอร์สมีความน่าเชื่อถือ มีประสิทธิภาพ และปราศจากปัญหาใดๆ ในการทำงานร่วมกับเครื่องสูบน้ำ ความต้องการในการใช้งานที่ยาวนานนั้น เป็นเรื่องง่าย ซึ่งจะต้อง.....

1. มีสภาพแวดล้อมการทำงานที่เหมาะสม
2. มีการจัดหาระบบไฟฟ้าที่เพียงพอ
3. การไหลของน้ำในการหล่อเย็นบนมอเตอร์มีอย่างเพียงพอ
4. โหลดปั๊มที่เหมาะสม

ข้อการพิจารณาทั้งหมดของการใช้งาน, การติดตั้ง และการซ่อมบำรุงของมอเตอร์ซับเมอร์สจะเกี่ยวข้องกับทั้ง 4 ข้อดังกล่าว โดยคู่มือนี้จะทำให้คุณรู้จักถึงความต้องการเหล่านี้ และช่วยเหลือคุณ หากจำเป็นต้องมีการบริการหรือการบำรุงรักษามอเตอร์

การใช้งาน - ทุกๆ มอเตอร์

การจัดเก็บ 3
ความถี่ในการสตาร์ท 3
ตำแหน่งการติดตั้ง 3
ความจุของหม้อแปลง 4
ผลจากแรงบิด 4
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ 5
การใช้ Check Valves 5
เส้นผ่าศูนย์กลางบ่อ, ตัวเคส (Casing), Top Feeding, สกรีน (Screen)..... 6
อุณหภูมิและการไหลของน้ำ 6
ปลอกช่วยการไหล 6
เฮดที่สูญเสียผ่านมอเตอร์ 7
การใช้งานที่อุณหภูมิสูง 7-8
Drawdown Seals..... 9
กล่องและแผงควบคุมสายดิน 9
อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก 9
กล่องควบคุมและสภาพแวดล้อมของแผงควบคุม 9
อุปกรณ์สายดิน 9

การใช้งานสำหรับมอเตอร์ Single-Phase

กล่องควบคุม 3 สาย 10
การควบคุมมอเตอร์ Solid State แบบ 2 สาย 10
การเลือกสายเคเบิล - 2 สาย หรือ 3-สาย 11
ความแตกต่างของสายเคเบิล 2 ขนาด 12
ข้อมูลจำเพาะสำหรับมอเตอร์ Single-Phase 13

การใช้งานสำหรับมอเตอร์ Three-Phase

การเลือกสายเคเบิล - 70 °C สำหรับสาย Lead 3 เส้นหรือ 6 เส้น 14
การเลือกสายเคเบิล - 75 °C สำหรับสาย Lead 3 เส้นหรือ 6 เส้น 15
ข้อมูลจำเพาะสำหรับมอเตอร์ Three-Phase 16-18
การป้องกันโอเวอร์โหลด (Overload Protection) 19
การป้องกันมอเตอร์ Three-Phase ด้วย SubMonitor 20
การตรวจค่า Power Factor 20
ไดอะแกรมสตาร์ทเตอร์ Three-Phase 21
ไฟฟ้าที่ไม่สมดุล (Power Unbalance) Three-Phase 22
การหมุน (Rotation) และกระแสที่ไม่สมดุล (Current Unbalance) 22
เช็คลิสต์สำหรับการติดตั้งปั๊มซับเมอร์ส (No.3656)
บันทึกการติดตั้งมอเตอร์ซับเมอร์ส (No. 2207)
บันทึกการติดตั้งมอเตอร์ซับเมอร์สบูสเตอร์ (No. 3655)
การระบุของสาย Lead มอเตอร์ของ Three-Phase 23
ตัวสตาร์ตเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้า (Reduced Voltage Starters) 24
ระบบปั๊ม Inline Booster.....24-27
การทำงานของตัวปรับลดความเร็ว (Variable Speed) 28

การติดตั้งทุกมอเตอร์

ขนาดของมอเตอร์ซับเมอร์ส 29
ต่อสาย Lead ให้แน่นกับหัวน็อตหกเหลี่ยมแบบบาง 30
ปั๊มต่อกับคิปปิ้งมอเตอร์ 30
ความสูงของเพลาและ Free End Play 30
สาย Lead และเคเบิลของซับเมอร์ส 30
การต่อสายเคเบิลซับเมอร์ส 31
ชุดสายไฟแบบท่อหด (Heat Shrink Splicing) 31

การซ่อมบำรุงสำหรับทุกมอเตอร์

การแก้ไขปัญหาระบบ 32-33
การทดสอบเบื้องต้น 34
ความต้านทานความเป็นฉนวน (Insulation Resistance) 35
ความต้านทานของ Drop Cable 35

การซ่อมบำรุงสำหรับมอเตอร์ Single-Phase และกล่องควบคุม

การระบุบ่งชี้ของสายเคเบิล 36
กล่องควบคุม Single-Phase 36
การทดสอบด้วยโอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) 37
รายการชิ้นส่วนกล่องควบคุม QD 38
รายการชิ้นส่วนกล่องควบคุมแรงม้า HP 38
Wiring Diagrams ของกล่องควบคุม 39-40

Maintenance - Electronic Products

การแก้ไขปัญหา Pumptec 41
การแก้ไขปัญหา Pumptec-Plus ระหว่างการติดตั้ง 42
การแก้ไขปัญหา Pumptec-Plus หลังการติดตั้ง 43
การแก้ไขปัญหา CP Water 44
การแก้ไขปัญหา SubMonitor 45
การแก้ไขปัญหา Subtrol-Plus 46-47

สำหรับทุกๆ มอเตอร์

การใช้งานมอเตอร์

การจัดเก็บ

มอเตอร์แบบจุ่มใต้น้ำของแฟรงคลินเป็นแบบหล่อลื่นด้วยน้ำ ส่วนผสมที่เติมประกอบด้วยส่วนผสมของน้ำที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนและโพรพิลีนไกลคอล (เป็นสารไม่มีพิษ และป้องกันการแข็งตัวของน้ำ) ซึ่งส่วนผสมนี้จะป้องกันความเสียหายจากการแข็งตัวที่อุณหภูมิถึง -40 องศาเซลเซียส เพราะฉะนั้นไม่ควรเก็บมอเตอร์ไว้ในบริเวณที่ไม่ให้ต่ำกว่าอุณหภูมินี้ ส่วนผสมนี้จะเริ่มแข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า - 3 องศาเซลเซียส แต่ไม่เกิดอันตราย ควรหลีกเลี่ยงการแช่แข็งและการละลายซ้ำๆ เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของสารส่วนผสมนี้ ซึ่งอาจจะมีการแลกเปลี่ยนสารส่วนผสมกับน้ำในบ่อระหว่างที่มอเตอร์ทำงานด้วย และต้องระมัดระวังกับมอเตอร์ที่นำออกจากบ่อในระหว่างที่น้ำในบ่ออยู่ในสภาวะแข็งตัว

เมื่ออุณหภูมิในการจัดเก็บไม่เกิน 37 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการจัดเก็บควรจำกัดไว้ไม่เกิน 2 ปี หรือในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกิน 37 ถึง 54 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการจัดเก็บควรจำกัดไม่เกิน 1 ปี

การหายไปของของเหลวภายในมอเตอร์ เพียงไม่กี่หยดไม่ได้ทำให้มอเตอร์เกิดความเสียหาย โดยฟิวเตอร์ที่เซ็ควาล์วจะยอมให้น้ำภายในบ่อเข้ามาแทนที่ได้ในระหว่างการติดตั้ง ซึ่งถ้าหากมีเหตุผลที่เชื่อได้ว่ามีการรั่วไหลเกิดขึ้น ให้ทำการปรึกษาเพื่อเข้าตรวจสอบ

ความถี่ในการสตาร์ท

จำนวนเฉลี่ยในการสตาร์ทต่อวันในช่วงเดือนหรือปี จะมีผลต่ออายุการใช้งานของระบบการสูบน้ำใต้น้ำ
รอบการสตาร์ทที่มากเกินไปจะส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของอุปกรณ์ควบคุม เช่น Pressure switch, สตาร์ทเตอร์, รีเรย์และ Capacitors
การสตาร์ทที่รวดเร็วเป็นผลให้มอเตอร์หมุนผิดปกติ, แบริ่งเกิดความเสียหาย และมอเตอร์ร้อนเกินไป สภาวะเหล่านี้จะนำไปสู่อายุการใช้งานที่ลดลงของมอเตอร์

ขนาดของเครื่องสูบน้ำ, ขนาดของแท็งค์น้ำ และอุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ จะต้องเลือกอย่างเหมาะสมเพื่อให้การสตาร์ทต่อวันน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้อายุการใช้งานที่ยาวนาน จำนวนการสตาร์ทที่มากที่สุดในช่วง 24 ชั่วโมงจะแสดงไว้ในตารางที่ 1

ในแต่ละครั้งในการสตาร์ทมอเตอร์ ควรใช้เวลาอย่างน้อย 1 นาทีเพื่อกระจายความร้อนสะสมจากกระแสในการสตาร์ท มอเตอร์ที่ขนาด 6 นิ้วหรือใหญ่กว่าควรมีเวลาอย่างน้อย 15 นาทีระหว่างการสตาร์ทหรือการพยายามสตาร์ทในแต่ละครั้ง

ตารางที่ 1 จำนวนในการสตาร์ท

อัตราของมอเตอร์		จำนวนการสตาร์ทมากที่สุดในช่วง 24 ชั่วโมง	
แรงม้า (HP)	กิโลวัตต์ (kW)	1 เฟส	3 เฟส
Up to 0.75	Up to 0.55	300	300
1 thru 5.5	0.75 thru 4	100	300
7.5 thru 30	5.5 thru 22	50	100*
40 and over	30 and over	-	100

*การรักษาให้การสตาร์ทต่อวันเป็นไปตามจำนวนที่แนะนำจะช่วยให้อายุการใช้งานของระบบทำได้ดี อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการใช้ระบบตัวสตาร์ทเตอร์ปรับลดกระแส (Reduced Voltage Starter; RVS) หรือไดรฟ์ที่ปรับความเร็วรอบได้ (Variable Frequency Drive; VFD), สำหรับมอเตอร์แบบ 3 เฟส 7.5 ถึง 30 แรงม้า จะสามารถสตาร์ทได้ถึง 200 ครั้งต่อช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

ตำแหน่งในการติดตั้ง

มอเตอร์แบบจุ่มใต้น้ำของแฟรงคลินได้รับการออกแบบมาเพื่อการใช้งานในแนวตั้งเพลาทำงานในแนวตั้ง

ในระหว่างที่มอเตอร์ทำงานด้วยความเร็ว แรงขับของเครื่องสูบน้ำจะสูงขึ้น ทำให้เฮดด้านออกสูงขึ้น กรณีที่เฮดของปั๊มอยู่ต่ำกว่าช่วงการทำงานปกติในระหว่างการสตาร์ทและสภาพการหมุนเต็มกำลัง, ปั๊มอาจจะสร้างแรงดันขับบน (Upward thrust) ซึ่งส่งผลต่อลูกปืน Upthrust bearing ของมอเตอร์ การทำงานด้วยช่วงระยะสั้นๆ ของแต่ละการสตาร์ท สามารถยอมรับได้ แต่ถ้าหากมีการทำงานแบบต่อเนื่องด้วยแรงดันขับบน อาจจะเป็นสาเหตุทำให้ Upthrust bearing เกิดการสึกหร่อได้

ด้วยข้อชี้แจ้งเพิ่มเติมตามที่ระบุไว้ในส่วนนี้ และส่วนระบบปั๊ม Inline Booster ในคู่มือนี้, มอเตอร์ยังเหมาะสำหรับการใช้งานในตำแหน่งจากเพลาแนวตั้งถึงเพลาในแนวนอน ตำแหน่งการติดตั้งจากแนวตั้งจนเข้าใกล้แนวนอน มีความเป็นไปได้ว่าอายุการใช้งานของ Thrust bearing จะเพิ่มขึ้น สำหรับอายุการใช้งานมอเตอร์ในตำแหน่งแนวนอน ให้ใช้คำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ลดความถี่ในการสตาร์ทให้น้อยกว่า 10 ครั้งต่อช่วงการทำงาน 24 ชั่วโมง มอเตอร์ 6 และ 8 นิ้ว ควรมีเวลาอย่างน้อย 20 นาทีระหว่างการสตาร์ท
2. ห้ามใช้ในระบบ ซึ่งสามารถทำงานได้แม้ในช่วงเวลาสั้นๆ ที่ความเร็วเต็มพิกัด โดยไม่มีแรงผลักไปยังมอเตอร์

สำหรับทุกๆ มอเตอร์

การใช้งานมอเตอร์

ความจุของหม้อแปลง (Transformer Capacity) Single-Phase หรือ Three-Phase

หม้อแปลงไฟฟ้าที่แจกจ่ายต้องมีขนาดเพียงพอเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนด kVA ของมอเตอร์ซับเมอร์ส เมื่อหม้อแปลงมีขนาดเล็กเกินไปที่จะจ่ายโหลด ทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ให้มอเตอร์ลดลงด้วย

ตารางที่ 2 อ้างอิงช่วงของแรงม้าของมอเตอร์ที่เป็นแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส ต้องการ Total Effective kVA และใช้หม้อแปลงขนาดเล็กที่สุดที่จำเป็นสำหรับระบบเปิดหรือปิดแบบ 3 เฟส ระบบเปิดต้องใช้หม้อแปลงขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากมีการใช้หม้อแปลงเพียงสองตัว

โหลดอื่นๆ จะเพิ่มเข้าไปโดยตรงยังความต้องการของขนาด kVA ของธนาคารหม้อแปลง (Transformer bank)

ตารางที่ 2 ความจุของหม้อแปลง

มอเตอร์		Total Effective kVA Required	kVA Rating ที่เล็กที่สุด-แต่ละหม้อแปลง	
HP	kW		Open WYE or DELTA 2-Transformers	Closed WYE or DELTA 3-Transformers
1.5	1.1	3	2	1
2	1.5	4	2	1.5
3	2.2	5	3	2
5	3.7	7.5	5	3
7.5	5.5	10	7.5	5
10	7.5	15	10	5
15	11	20	15	7.5
20	15	25	15	10
25	18.5	30	20	10
30	22	40	25	15
40	30	50	30	20
50	37	60	35	20
60	45	75	40	25
75	55	90	50	30
100	75	120	65	40
125	90	150	85	50
150	110	175	100	60
175	130	200	115	70
200	150	230	130	75

NOTE:
มาตรฐาน kVA จะถูกแสดงไว้ ถ้าหากประสบการณ์และการฝึกฝนของบริษัทพลังงานอนุญาตให้การโหลดของหม้อแปลงสูงกว่ามาตรฐาน ค่าการโหลดที่สูงขึ้นอาจจะใช้สำหรับหม้อแปลงที่ให้ได้ค่า kVA ที่มีประสิทธิภาพโดยรวมตามที่ต้องการโดยรักษาให้แรงดันไฟฟ้าและสมดุลให้ถูกต้อง

ผลจากแรงบิดหรือ Torque

ในระหว่างที่เริ่มการสตาร์ททำงานของปั๊มซับเมอร์ส แรงบิดหรือทอร์ก (Torque) ที่เกิดขึ้นจากมอเตอร์ จะถูกส่งไปยังปั๊ม ท่อส่งและอุปกรณ์อื่นๆ

ปั๊มส่วนใหญ่จะหมุนในทิศทางซึ่งทำให้เกิดแรงบิดคลายเกลียวหมุนขวาผ่านไปยังปั๊ม หรือชั้นพัดใบของปั๊ม ทั้งหมดของข้อต่อแบบเกลียว ปั๊ม และส่วนอื่นๆ ของระบบปั๊มจะต้องทนต่อแรงบิดสูงสุดซ้ำๆ โดยไม่ทำให้หลุดหรือแตกหัก ข้อต่อที่คลายเกลียวจะทำให้สายไฟแตกและอาจจะทำให้เกิดการสูญเสียของชุดมอเตอร์และปั๊ม

เพื่อให้ทนต่อแรงบิดที่คลายเกลียวได้อย่างปลอดภัยด้วย Safety Factor ขั้นต่ำ 1.5 ข้อต่อเกลียวทำให้แน่นด้วยอย่างน้อย 13.57 N-m ต่อแรงม้ามอเตอร์ตามคำแนะนำในตารางที่ 2A ซึ่งจำเป็นในการยึดหรือเชื่อมข้อต่อท่อของปั๊ม

ตาราง 2A แสดงตัวอย่างความต้องการแรงบิด

มอเตอร์		HP x 13.57 N-m	Minimum Safe Torque-Load
HP	kW		
1 HP & Less	.75 kW & Less	1 X 13.57	13.57 N-m
20 hp	15 kW	20 X 13.57	271.4 N-m
75 hp	55 kW	75 x 13.57	1017.8 N-m
200 hp	150 kW	200 x 13.57	2714 N-m

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ (Engine Driven Generators)

อ้างอิงคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและ Locked rotor amps ที่แสดงรายการในหน้า 13 (1 เฟส) และหน้า 16-18 (3 เฟส)

การใช้เช็ควาล์ว (Use of Check Valves)

แนะนำให้ใช้เช็ควาล์วมากกว่าหนึ่งตัวหรือมากกว่าเสมอในการติดตั้งปั๊มซับเมอร์ส ถ้าหากปั๊มไม่ได้มีการติดตั้งเช็ควาล์วมาให้ในตัว สามารถติดตั้งเช็ควาล์วในฝั่งของด้านจ่ายน้ำออกภายใน 7.6 เมตร (25 ฟุต) ของตัวปั๊มและต่ำกว่าระดับ Drawdown ของแหล่งน้ำ สำหรับติดตั้งที่ลึกกว่านั้น เช็ควาล์วควรติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต อาจจะใช้เช็ควอล์วมากกว่าหนึ่งตัว แต่ไม่ควรใช้เช็ควาล์วมากกว่าจำนวนที่แนะนำ

เช็ควาล์วแบบสวิง (Swingtype) ไม่เป็นที่ยอมรับ และไม่ควรนำมาใช้กับมอเตอร์หรือปั๊ม ซับเมอร์ส โดยแบบสวิง จะมีเวลาในการตอบสนองที่ช้า ซึ่งอาจทำให้เกิด Water hammer ส่วนเช็ควาล์วภายในปั๊มหรือเช็ควาล์วแบบสปริง (Spring loaded) จะปิดอย่างรวดเร็วและช่วยป้องกันการเกิด Water hammer ได้ดี

เช็ควาล์วจะใช้ในการหยุดหรือเบรคความดันในระบบเมื่อปั๊มหยุดการทำงาน ซึ่งยังช่วยป้องกัน Backspin, Water hammer และแรง Upthrust สิ่งเหล่านี้สามารถนำไปสู่การทำงานที่ผิดปกติของปั๊มและมอเตอร์

หมายเหตุ: ควรใช้เช็ควาล์วแบบ Positive sealing เท่านั้นสำหรับการติดตั้งานซับเมอร์ส แม้ว่าการเจาะเช็ควาล์วหรือการใช้เช็ควาล์ว Drain-back อาจจะป้องกัน Backspinning ได้ แต่ก็ยังสร้างปัญหาเรื่องของ Upthrust และ Water hammer อยู่ดี

A. **Backspin** - หากไม่มีเช็ควาล์วหรือเช็ควาล์วใช้งานไม่ได้ น้ำในท่อสามารถย้อนกลับมาในท่อทางออกได้เมื่อมอเตอร์หยุดทำงาน เป็นผลทำให้ปั๊มหมุนในทิศทางที่สวนทางกัน ซึ่งถ้ามอเตอร์ถูกสตาร์ทในขณะที่เกิดการ Backspinning อยู่ แรงที่กระทำกับปั๊มและมอเตอร์ อาจจะทำให้ใบพัดปั๊มเกิดความเสียหาย เพลามอเตอร์หรือปั๊มแตกเสียหาย หรือลูกปืนจะสึกหรออย่างมาก เป็นต้น

B. **Upthrust** - หากไม่มีเช็ควาล์ว หรือเช็ควาล์วเกิดการรั่วไหล หรือเช็ควาล์วถูกเจาะ หน่วยการสตาร์ทภายใต้สภาวะเฮดเป็นศูนย์ เป็นเหตุให้เกิดการยกตัวขึ้น (Uplifting) หรือ Upthrust บริเวณใบพัดที่ต่อกับเพลาภายในปั๊ม การเคลื่อนตัวขึ้นนี้จะผ่านไปยังคัปปิ้ง (Coupling) ระหว่างปั๊มและมอเตอร์ และสร้างสภาวะ Upthrust ขึ้นในมอเตอร์ ซึ่งการเกิดขึ้นของ Upthrust ซ้ำๆ จะเป็นผลให้ปั๊มและมอเตอร์สึกหรอก่อนเวลาอันควร

C. **Water Hammer** - ถ้าเช็ควาล์วต่ำสุดมากกว่า 9.1 เมตร (30 ฟุต) เหนือพื้นระดับน้ำ (Static ต่ำสุด) หรือเช็ควาล์วตัวต่ำกว่าเกิดการรั่ว และเช็ควาล์วตัวบนไม่ทำงาน สูญญากาศจะเกิดขึ้นในท่อทางออก การสตาร์ทปั๊มครั้งถัดไป น้ำที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงจะเข้ามาเติมเต็มช่องว่างนั้นและชนกับช่องทางปิดของเช็ควาล์ว เป็นผลทำให้เกิด Hydraulic Shock ซึ่งการ Shock นี้สามารถทำให้ท่อแตก ข้อต่อเสียหาย และสร้างความเสียหายกับปั๊มและมอเตอร์ ซึ่ง Water hammer จะสามารถได้ยินได้บ่อยครั้ง เมื่อพบปัญหาแล้ว ต้องรีบหยุดการทำงานของระบบและติดต่อผู้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อแก้ไขปัญหา

บ่อ - เส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่, Uncased, Top Feeding และส่วนที่สกรีน

มอเตอร์ซับเมอร์สของ Franklin Electric ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานด้วยระบบการหล่อเย็นด้วยน้ำรอบๆ มอเตอร์

หากการติดตั้งเครื่องสูบน้ำไม่ได้ระบุอัตราการไหลต่ำสุดที่แสดงในตารางที่ 3 จะต้องใช้ปลอกที่ช่วยเรื่องการไหล หรือ flow inducer sleeve (หรือ flow sleeve) เงื่อนไขที่จำเป็นต้องใช้ปลอกช่วยการไหลคือ

- บ่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่เกินไป ที่จะทำให้การไหลเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 3
- ปั๊มวางอยู่ในที่โล่งในบ่อ
- ปั๊มอยู่ในบ่อที่มีหิน หรือต่ำกว่าผนังของบ่อ
- บ่อเปรียบเหมือน “top-feeding” (aka cascading).
- ปั๊มตั้งอยู่ใน หรือภายใต้ตัวกรอง

อุณหภูมิและการไหลของน้ำ

มาตรฐานมอเตอร์ของแฟรงคลิน อิเล็กทริค ยกเว้นดีไซด์แบบ Hi-Temp (ดูหมายเหตุด้านล่าง) ถูกออกแบบเพื่อทำงานกับ Service factor horsepower ที่สูงที่สุดในน้ำถึง 30 องศาเซลเซียส (86 °F) การไหลของ 0.25 ft/s สำหรับมอเตอร์ 4 นิ้ว (3 แรงม้า) 2.2 กิโลวัตต์ หรือสูงกว่า และ 0.5 ft/s สำหรับมอเตอร์ 6 นิ้วและมอเตอร์ 8 นิ้ว จำเป็นต้องมีการหล่อเย็นที่เหมาะสม ตามตารางที่ 3 แสดงถึงอัตราการไหลขั้นต่ำ (ในหน่วยแกลลอนต่อนาที) สำหรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อและขนาดของมอเตอร์ต่างๆ

ถ้ามอเตอร์มาตรฐานมีการทำงานในน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส (86°F) น้ำที่ไหลผ่านมอเตอร์จะต้องสูงขึ้น เพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของมอเตอร์ สามารถดูการทำงานกับน้ำที่อุณหภูมิสูงเพิ่มเติม ได้ที่หน้า 7

หมายเหตุ: ทางแฟรงคลิน อิเล็กทริกจะเสนอในส่วนของมอเตอร์ที่ออกแบบมาสำหรับการทำงานที่อุณหภูมิสูงหรือสภาวะการไหลที่ต่ำ สามารถขอคำปรึกษาในรายละเอียดกับทางโรงงานได้

ตารางที่ 3 ความต้องการการไหลเพื่อการหล่อเย็น

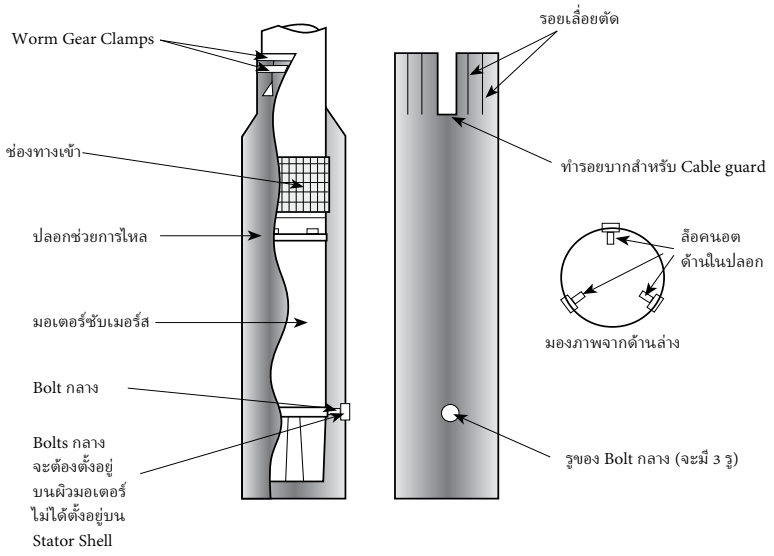
ความต้องการขั้นต่ำ (gpm) สำหรับมอเตอร์ที่หล่อเย็นในน้ำถึง 86 °F (30 °C)			
Casing or Sleeve ID mm (inches)	4" Motor (2.2-7.5 kW) 7.62 cm/s l/m (gpm)	6" Motor 15.24 cm/s l/m (gpm)	8" Motor 15.24 cm/s l/m (gpm)
102 (4)	4.5 (1.2)	-	-
127 (5)	26.5 (7)	-	-
152 (6)	49 (13)	34 (9)	-
178 (7)	76 (20)	95 (25)	-
203 (8)	114 (30)	170 (45)	40 (10)
254 (10)	189 (50)	340 (90)	210 (55)
305 (12)	303 (80)	530 (140)	420 (110)
356 (14)	416 (110)	760 (200)	645 (170)
406 (16)	568 (150)	1060 (280)	930 (245)

7.62 cm/sec = 0.25 ft/s 15.24 cm/sec = 0.50 ft/s 2.54 cm = 1 inch

ปลอกช่วยการไหล (Flow Inducer Sleeve)

หากอัตราการไหลน้อยกว่าที่กำหนด ปลอกช่วยการไหลจะถูกนำมาใช้งาน ปลอกช่วยการไหลจะต้องใช้เสมอสำหรับแหล่งน้ำเปิด จากภาพที่ 1 จะแสดงถึงโครงสร้างของปลอกช่วยการไหล

ตัวอย่าง: มอเตอร์ 6 นิ้ว และปั๊มที่สูบส่ง 200 l/m จะติดตั้งในบ่อ 254 มิลลิเมตร จากตารางที่ 6, 340 l/m เป็นปริมาณที่ต้องการเพื่อการหล่อเย็นอย่างเหมาะสม ในกรณีนี้การติดตั้งปลอกการไหลเพิ่มขนาด 203 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า จะช่วยเพิ่มการหล่อเย็นได้



รูปภาพที่ 1

สำหรับทุกๆ มอเตอร์

การใช้งานมอเตอร์

เฮดที่สูญเสียผ่านมอเตอร์ (Head Loss Past Motor)

ตารางที่ 4 แสดงเฮดที่สูญเสียโดยประมาณเนื่องจากการไหลระหว่างความยาว
เฉลี่ยมอเตอร์และผิวเคสหรือปลอกช่วยการไหล

ตารางที่ 4 เฮดที่สูญเสียในหน่วยเมตรที่อัตราการไหลแตกต่างกัน

ขนาดมอเตอร์		4"	4"	4"	6"	6"	6"	8"	8"
Casing ID in mm		102	127	152	152	178	203	206	254
อัตราการไหลในหน่วย ลิตรต่อนาที	95	0.09							
	189	0.37							
	378	1.4	0.09		0.52				
	568	3.1	0.18	0.06	1.1				
	757		0.34	0.12	1.9	0.15		2.1	
	946		0.55	0.21	2.9	0.24		3.2	
	1136		0.75	0.3	4.1	0.37	0.06	4.5	
	1514				7.2	0.61	0.12	7.5	
	1893					0.94	0.21	11.4	0.2
	2271					1.3	0.3	15.9	0.3
	3028								0.5
	3785								0.7

การใช้งานในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง

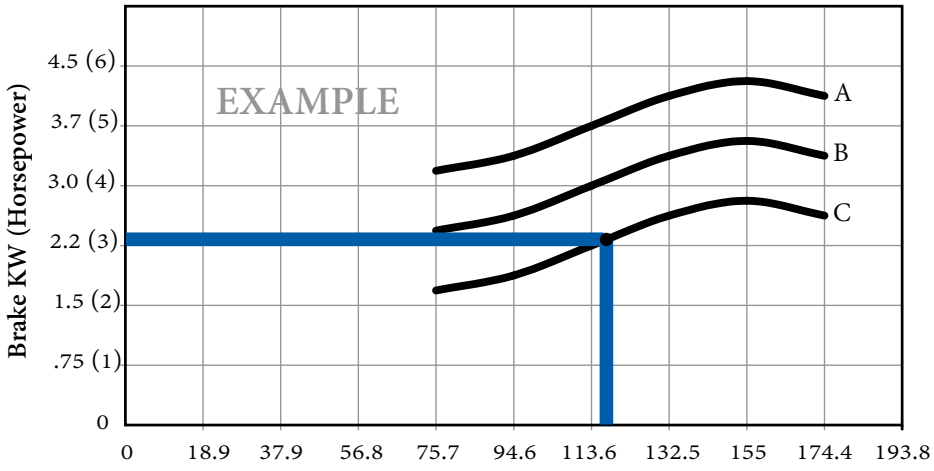
แฟรงคลิน อิเล็กทริค นำเสนอมอเตอร์ Hi-temp ซึ่งได้รับการออกแบบให้ทำงานในน้ำที่มีอุณหภูมิต่างๆ สูงถึง 90 องศาเซลเซียสหรือ 194 องศาฟาเลนไฮซ์ โดยไม่มีการไหลเพิ่มขึ้น เมื่อมอเตอร์และปั๊มมาตรฐานทำงานในน้ำร้อนที่สูงกว่า 30 องศาเซลเซียส (86 องศาฟาเลนไฮซ์) จะต้องมีอัตราการไหลอย่างน้อย 3 ฟุตต่อวินาที เมื่อทำการเลือกมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนปั๊มที่อุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส (86 องศาฟาเลนไฮซ์) แรงม้าของมอเตอร์ จะต้องไม่อยู่ในพิกัดตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ใช้ ตาราง 4A ในการดูปริมาณ lpm ของปั๊มที่จำเป็นสำหรับบ่อต่างๆ หรือขนาดของปลอก ถ้าจำเป็น จะเพิ่มปลอกช่วยการไหลเพื่อให้ได้อัตราการไหลอย่างน้อย 0.91 เมตรต่อวินาที

ตารางที่ 4A ขั้นต่ำของปริมาณน้ำในหน่วยลิตรต่อนาทีที่จำเป็นสำหรับให้อัตราการไหล 0.91 เมตรต่อวินาที

Casing or Sleeve I.D.	4" High Thrust มอเตอร์	6" มอเตอร์	8" มอเตอร์
mm	l/m	l/m	l/m
102	57		
127	303		
152	606	197	
178		568	
203		984	227
254		1970	1250
305			2460
356			3860
406			5530

2. หา kW(HP) ของปั๊มที่ต้องการจากกราฟของผู้ผลิตปั๊ม



รูปที่ 2 กราฟจากผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

3. คูณ kW (hp) ของปั๊มด้วย Heat factor จากตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวคูณ Heat factor ที่อัตราการไหล 0.91 เมตรต่อวินาที

อุณหภูมิของน้ำสูงสุด	1/3 - 5 HP .25 - 3.7 kW	7 1/2 - 30 HP 5.5 - 22 kW	มากกว่า 30 HP มากกว่า 22 kW
60 °C	1.25	1.62	2.00
55 °C	1.11	1.32	1.62
50 °C	1.00	1.14	1.32
45 °C	1.00	1.00	1.14
40 °C	1.00	1.00	1.00
35 °C	1.00	1.00	1.00

4. เลือก kW (hp) มอเตอร์จากตารางที่ 5A แรงม้าคือค่าที่อย่างน้อยถูกคำนวณใน item ที่ 3

ตารางที่ 5A แรงม้า

HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW
1/3	0.25	3	2.2	25	18.5	100	75
1/2	0.37	5	3.7	30	22.0	125	93
3/4	0.55	7.5	5.5	40	30.0	150	110
1	0.75	10	7.5	50	37.0	175	130
1.5	1.10	15	11.0	60	45.0	200	150
2	1.50	20	15.0	75	55.0		

ตัวอย่างการทำงานกับน้ำที่อุณหภูมิสูง

ตัวอย่าง: ปั๊ม 6 นิ้ว, 29.1 kW (39 แรงม้า) input จะสูบน้ำที่ 51 °C ในบ่อ 203 มิลลิเมตร ที่สูงส่ง 530 ลิตรต่อเมตร จากตาราง 4A จะต้องใช้ปลอกเพิ่มการไหล 152 มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มอัตราการไหลให้ได้อย่างน้อย 0.91 เมตรต่อวินาที

ใช้ตารางที่ 5, จะเลือก 1.62 heat factor เป็นตัวคูณ เพราะ kW (hp) มากกว่า 22 kW (30 hp) และอุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 50°C; 29.1 kW x 1.62 = 47.1 kW (63.2 hp) นี้เป็นแรงม้าเติมกำลังขั้นต่ำที่สามารถใช้ได้ที่ 29.1 kW (39 hp) ที่ 51°C การใช้ตาราง 5A เลือกมอเตอร์กับช่วงแรงม้าที่สูงกว่า 47.1 kW (63.2 hp) หรืออาจจะใช้ 55 kW (75 hp)

สำหรับทุกๆ มอเตอร์

การใช้งานมอเตอร์

Drawdown Seals

อุณหภูมิมอเตอร์ที่ยอมรับได้จะขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศหรืออุณหภูมิที่สูงกว่ารอบๆ มอเตอร์ “Drawdown seals,” ซึ่ง Seal จากบ่อถึงบริเวณเหนือปั๊มที่จะสูบส่งได้สูงที่สุด จะไม่แนะนำ เนื่องจากแรงดูดด้านทางเข้าจะเกิดขึ้นต่ำกว่าแรงดันบรรยากาศ

กล่องและแผงควบคุมสายดิน

โค๊ททางไฟฟ้าของสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ว่า กล่องควบคุมต่อเทอร์มินอลลงสายดิน ถ้าหากวงจรไม่มีตัวนำไฟฟ้าต่อสายดินและไม่มีท่อโลหะจากกล่องไปยังชุดจ่ายไฟจะต้องใช้สายไฟที่อย่างน้อยใหญ่เท่ากับเส้นตัวนำไฟฟ้า (Line conductors) และเชื่อมด้วยความต้องการโดย National Electric Code จากการต่อลงดินไปยัง Electrical supply ground เชื่อมต่อสายดินกับกล่องควบคุมและแผงควบคุมตามรหัสและข้อบังคับท้องถิ่น หรือประเทศ

คำเตือน: หากไม่ต่อสายดินกับแผงควบคุมอาจจะทำให้เกิดไฟฟ้าช็อตร้ายแรงขึ้นได้

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก

เครื่องป้องกันไฟกระชากจะต้องต่อลงดิน โลหะต่อโลหะ ตลอดจนถึงจุดที่ต่ำสุดของ Draw down เพื่อให้เครื่องป้องกันไฟกระชากได้อย่างมีประสิทธิภาพ การต่อลงดินของตัวป้องกันไฟกระชากไปยัง Supply ground หรือไปยังตัว Drive ใต้ดินนั้นการป้องกันทำได้เพียงเล็กน้อยหรือไม่ได้เป็นการปกป้องมอเตอร์เลย

กล่องควบคุมและสภาพแวดล้อมของแผงควบคุม

กล่องควบคุมแฟรงคลิน, ผลิตภัณฑ์ Pumptec และแผงควบคุมแบบ 3 เฟสจะตรงตามข้อกำหนดของ UL สำหรับ NEMA Type 3R ทั้งหมดเหมาะสำหรับการใช้งาน ในร่มและกลางแจ้งที่อุณหภูมิ -10 °C (+14 °F) ถึง 50 °C (122 °F) การทำงานกล่องควบคุมที่ต่ำกว่า +14 °F อาจเป็นเหตุทำให้แรงบิดสตาร์ทลดลงและสูญเสียการป้องกันโอเวอร์โหลดเมื่อมีการโอเวอร์โหลดในกล่องควบคุม

กล่องควบคุม, Pumptec และแผงควบคุม 3 เฟส ไม่ควรติดตั้งตรงกับบริเวณที่มีแสงแดดส่องถึงหรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ตัว Capacitor อายุการใช้งานสั้นลง และป้องกันการทริปโอเวอร์โหลดแบบไม่จำเป็น แนะนำให้ใช้กล่องที่ระบายความร้อนที่ทาสีขาวเพื่อสะท้อนความร้อนสำหรับการติดตั้งกลางแจ้งและสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูง

หลุมบ่อชิ้นหรือสถานที่ชื้นอื่นๆ จะเร่งให้อุปกรณ์ต่างๆ เสียสภาพจากการกัดกร่อน กล่องควบคุมพร้อมรีเลย์แรงดันไฟฟ้าจะถูกออกแบบมาสำหรับการติดตั้งในแนวตั้งเท่ านั้น การติดตั้งในตำแหน่งอื่นๆ จะส่งผลต่อการทำงานของรีเลย์

อุปกรณ์สายดิน

คำเตือน: ไฟฟ้าช็อตร้ายแรงอาจเป็นผลมาจากความผิดพลาดในการเชื่อมต่อมอเตอร์, กล่องควบคุม, ข้อต่อโลหะ และโลหะอื่นๆ ที่อยู่ใกล้กับมอเตอร์หรือสายเคเบิลไปยังขั้วแหล่งจ่ายไฟพื้นดิน ซึ่งใช้ข ด ล ว ดไม่น้อยกว่าขดลวดเคเบิลของมอเตอร์

วัตถุประสงค์หลักของการติดตั้งกราวด์ ท่อโลหะและ/หรือตัวบ่อที่จะทำจากโลหะคือเพื่อความปลอดภัย ซึ่งทำเพื่อจำกัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างส่วนที่ไม่ใช่อิเล็กทริกของระบบและกราวน์ อันตรายการช็อตทางไฟฟ้าจึงลดลง การใช้สายไฟที่อย่างน้อยขนาดของสายเคเบิลมอเตอร์ มีความสามารถในการรองรับกระแสไฟเพียงพอสำหรับการลงกราวน์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังให้ความต้านทานต่ำสู่กราวด์เพื่อให้แน่ใจว่ากระแสลงกราวด์มากพอเพื่อที่จะทริป ก า ร ทำ ง า นในกรณีที่อุปกรณ์ออกแบบมาเพื่อป้องกันกระแสที่เกินและตรวจจับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น (เช่นตัวขัดขวางวงจรความผิดพลาดของกราวด์ หรือ GFCI)

โดยทั่วไป สายกราวด์ถึงมอเตอร์จะเป็นทางหลักที่จะกลับไปยังกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟ สำหรับกรณีที่เกิดความผิดพลาดใดๆ ที่กราวน์ อย่างไรก็ตามก็มีเงื่อนไขที่การเชื่อมต่อสายดินอาจเป็นอันตราย ตัวอย่างกรณีหนึ่งคือ น้ำในบ่อกัดกร่อนผิดปกติ ในตัวอย่างนี้ ท่อโลหะที่หย่อนลงไปหรือปลอกโลหะจะกลายเป็นทางหลักที่กลับไปยังกราวด์ อย่างไรก็ตาม การติดตั้งหลายๆ ครั้งที่ตอนนี้ใช้ท่อหย่อนพลาสติกและ/หรือปลอก จำเป็นต้องมีขั้นตอนเพิ่มเติม เพื่อความปลอดภัย เพื่อไม่ให้คอลัมน์น้ำกลายเป็นเส้นทางนำไฟฟ้าไปสู่กราวน์

เมื่อการติดตั้งมีน้ำที่มีฤทธิ์กัดกร่อนผิดปกติ และท่อที่หย่อนลงหรือปลอกเป็นพลาสติก แฟรงคลิน อิเล็กทริค ขอแนะนำให้ใช้ GFCI กับ Set-point 10 mA ในกรณีนี้สายกราวด์มอเตอร์ควรส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ตรวจจับกระแสด้วยสายไฟมอเตอร์ ซึ่งการเดินสายด้วยวิธีนี้ GFCI จะทริปเมื่อกราวด์ผิดปกติและสายกราวด์มอเตอร์ไม่ทำงานอีกต่อไป

มอเตอร์ 1 เฟส

การใช้งานมอเตอร์

กล่องควบคุม 3 สาย

มอเตอร์แบบซับเมอร์สแบบ 1 เฟส 3 สาย จำเป็นต้องใช้กล่องควบคุม การทำงานของมอเตอร์ที่ไม่มีกล่องควบคุมหรือมีกล่องที่ไม่ถูกต้องอาจส่งผลต่อการรับประกันของมอเตอร์ด้วย กล่องควบคุมประกอบด้วยตัว Starting Capacitors, Starting relay, ตัวป้องกัน Overload และบางรุ่นจะมี Running Capacitors ด้วย

Potential (Voltage) Relays

Potential relays โดยปกติจะมีขั้วสัมผัสปิด เมื่อมีการจ่ายไฟ ทั้งการสตาร์ทและขดลวดมอเตอร์หลักจะมีพลังงานเกิดขึ้น แรงดันไฟฟ้าที่ผ่านไปยังขดลวดในการสตาร์ทจะมีแนวโน้มที่ต่ำลงและไม่เพียงพอที่จะเปิดขั้วสัมผัสของรีเลย์ ขณะที่มอเตอร์หมุนเร่งความเร็ว แรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นผ่านไปยังขดลวดสตาร์ท (และคอยล์รีเลย์) จะเปิดหน้าสัมผัสของรีเลย์ สิ่งนี้จะเป็นการเปิดวงจรการสตาร์ทและมอเตอร์จะทำงานต่อเนื่องบนขดลวดหลักเพียงอย่างเดียว หรือวงจรหลักของ run capacitor หลังจากมอเตอร์สตาร์ท หน้าสัมผัสรีเลย์จะยังคงเปิดอยู่

ข้อความระวัง: กล่องควบคุมและมอเตอร์เป็นชุดประกอบสองชิ้น ให้แน่ใจว่าทั้งกล่องควบคุม และแรงม้ามอเตอร์ และแรงดันไฟฟ้าต้องตรงกัน เนื่องจากมอเตอร์ได้รับการออกแบบให้ทำงานกับกล่องควบคุมจากผู้ผลิตรายเดียวกัน เราจึงสามารถรับประกันความคุ้มรองได้ ก็ต่อเมื่อมีการใช้กล่องควบคุมของแฟรงคลินกับมอเตอร์ของแฟรงคลินเท่านั้น

การควบคุมมอเตอร์ Solid State แบบ 2 สาย

การทำงานของสวิตซ์ BIAC

เมื่อเปิดการใช้งานหน้าสัมผัส Bi-metal switch จะถูกปิด ดังนั้นไตรแอค (Triac) จะไปเพิ่มกำลังให้ขดลวดสตาร์ท การหมุน (รอบต่อนาที RPM) ที่เพิ่มขึ้น แรงดันไฟฟ้าในขดลวดเซ็นเซอร์จะสร้างความร้อนใน Bi-metal strip เป็นผลให้ Bi-metal strip เกิดการโค้งงอและเปิดวงจรสวิตซ์ได้ ซึ่งนี้เป็นการนำขดลวดสตาร์ทออก และมอเตอร์ยังคงทำงานต่อเนื่องบนขดลวดหลักเพียงอย่างเดียว

ประมาณ 5 วินาทีหลังปิดมอเตอร์ หยุดการทำงาน ตัว Bi-metel strip จะเย็นลงพอที่จะกลับไปตำแหน่งปิดอีกครั้ง และมอเตอร์ก็พร้อมสำหรับรอบการสตาร์ทครั้งใหม่ หากในระหว่างการใช้งาน ความเร็วมอเตอร์ลดลง การลดลงของแรงดันไฟฟ้าในขดลวดเซ็นเซอร์จะยอมให้หน้าสัมผัสของ Bi-metel ปิดและนำมอเตอร์กลับมาสู่ความเร็วที่ทำงานอีกครั้ง

Rapid Cycling

สวิตท์การสตาร์ท BIAC จะรีเซ็ทภายในประมาณ 5 วินาทีภายหลังมอเตอร์หยุดการทำงาน หากมีความพยายามในการรีสตาร์ทมอเตอร์ ก่อนที่สวิตซ์สตาร์ทจะรีเซ็ท มอเตอร์อาจไม่ทำงาน อย่างไรก็ตาม จะมีกระแสในขดลวดหลักจนกว่าตัวป้องกัน Overload จะทริปการทำงานของแผงวงจร เวลาสำหรับตัวป้องกันที่รีเซ็ทจะนานกว่าการรีเซ็ตสวิตซ์สตาร์ท ดังนั้นสวิตซ์สตาร์ทจะปิดและมอเตอร์จะทำงาน

ถังน้ำที่น้ำท่วมขัง (Waterlogged tank) เกิดจากสาเหตุ Cycling ทำงานอย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดสภาวะน้ำท่วมขังขึ้น ผู้ใช้จะได้รับการแจ้งเตือนถึงปัญหาในช่วงนอกเวลา (เวลารีเซ็ท overload) เนื่องจากความดันจะลดลงอย่างมาก เมื่อตรวจพบสภาวะน้ำท่วมขัง ควรแก้ไขเพื่อป้องกันการรบกวนของตัวป้องกันการ Overload

Bound Pump (Sandlocked)

เมื่อมอเตอร์ไม่หมุนฟรี เช่นเดียวกับ Sandlocked pump, สวิตซ์ BIAC จะสร้าง "แรงบิดย้อนกลับ"ในมอเตอร์ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เมื่อทรายหลุดออก มอเตอร์จะสตาร์ทและทำงานในทิศทางที่ถูกต้อง

หมายเหตุ: การรีสตาร์ทมอเตอร์ภายใน 5 วินาทีหลังจากปิดการทำงาน อาจเป็นผลทำให้มอเตอร์ทริปได้จาก Overload

สายเคเบิล 2 สาย หรือ 3 สาย, 50 Hz (ช่อง Service ถึงมอเตอร์ - ความยาวสูงสุดในหน่วยเมตรและฟุต)

สายเคเบิลสำหรับมอเตอร์แบบจุ่มจะต้องเหมาะสมสำหรับการทำงานแบบจุ่มใต้น้ำ และมีขนาดเพียงพอที่จะทำงานภายในอุณหภูมิที่กำหนดและแรงดันไฟฟ้าที่มอเตอร์รักษาอย่างเพียงพอ เคเบิลอาจจะเป็น Twisted conductors ที่มีหรือไม่มีแจ็คเก็ต หรือแบบหล่อขึ้นรูปแบน (flat molded type) การเลือกใช้สายเคเบิลของแฟรงคลิน 50 เฮิร์ตซ์ จะรักษาแรงดันไฟฟ้ามอเตอร์ให้อย่างน้อย 95% ของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากับ running amps สูงสุด และรักษาแรงดันไฟฟ้าในการสตาร์ท และอุณหภูมิสายเคเบิลที่ยอมรับได้

สายเคเบิลต่อตารางมิลลิเมตรขั้นต่ำสำหรับการจัดระดับแต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับ IEC Publication 364-5-523 (1983 Edition) สายเคเบิลแบบมีแจ็คเก็ตขึ้นอยู่กับตาราง 52-B1 วิธีการติดตั้ง C ในตารางจะใช้คอลัมน์ C ในตาราง 52-C3 (70 °C) Individual conductor ขึ้นกับตาราง 52-B2 วิธีการติดตั้ง G จะใช้คอลัมน์ 6 ในตาราง 52-C10 (70 °C)

ขนาดสาย AWG ขั้นต่ำขึ้นอยู่กับรหัสไฟฟ้าแห่งชาติในตาราง 430-150 สำหรับสายเคเบิล 75°C ในบรรยากาศสูงสุด 30°C ใช้สายเคเบิลที่มีขนาดใหญ่กว่า หากต้องการรหัสท้องถิ่นหรืออุณหภูมิที่สูงกว่า

ตารางแสดงความยาวมากที่สุดที่แนะนำ ในหน่วยเมตรและฟุต สำหรับขนาดของทองแดงในหน่วย Square millimeter ตารางสำหรับ Single-Phase จะใช้กับสายไฟ 3 เส้น และตู้ควบคุมตามความเป็นจำ ซึ่งจะอยู่ที่จุดใดก็ได้ ในความยาวของสายเคเบิล ส่วนของสายเคเบิลจากช่อง Service ไปยังตัวควบคุม 3 เฟส ไม่ควรเกิน 25% ของความยาวสูงสุด เพื่อให้มั่นใจว่าการทำงานของสตาร์ทเตอร์เชื่อถือได้

ตารางที่ 6 Single-Phase ความยาวสูงสุดของสายเคเบิลทองแดง (เมตร)

Motor Rating			Metric Cable Size - 70 °C Insulation - Copper Wire - Square Millimeters										
Volts	KW	HP	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95
220 Volt 50 Hz	.25	1/3	190	320	510	770	1260	1970	2960	3990	5340	6970	8750
	.37	1/2	120	210	330	500	820	1290	1950	2640	3560	4680	5910
	.55	3/4	80	140	230	350	580	900	1360	1830	2450	3210	4020
	.75	1.0	60	110	180	270	440	690	1050	1430	1930	2550	3230
	1.1	1.5	40	70	120	190	310	490	750	1020	1390	1860	2380
	1.5	2.0	30	60	100	150	250	400	620	850	1180	1590	2070
	2.2	3.0	**20**	40	60	100	170	270	410	560	770	1030	1320
	3.7	5.0	0	0	40	60	110	170	260	370	520	710	930

1 เมตร = 3.3 ฟุต

ตารางที่ 6A Single-Phase ความยาวสูงสุดของสายเคเบิลทองแดง (ฟุต)

Motor Rating			American Wire Guage, 75 °C Insulation - AWG Cable in Feet										
Volts	kW	HP	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00
220 Volt 50 Hz	.25	1/3	900	1450	2310	3530	5480	8460					
	.37	1/2	580	940	1500	2310	3600	5580	6830	8470			
	.55	3/4	400	660	1050	1610	2510	3890	4750	5880	7150	8670	
	.75	1.0	310	500	800	1240	1940	3010	3690	4580	5610	6840	8350
	1.1	1.5	210	350	560	870	1360	2130	2620	3270	4020	4930	6060
	1.5	2.0	170	280	450	710	1120	1770	2180	2730	3390	4180	5160
	2.2	3.0	**110**	190	300	470	750	1170	1440	1800	2220	2730	3360
	3.7	5.0	0	**120**	190	300	480	760	940	1180	1480	1830	2280

สามารถใช้สายเคเบิลสองขนาดที่แตกต่างกันได้

ขึ้นกับการติดตั้ง อาจจะใช้สายเคเบิลเบอร์ไหนก็ได้รวมกัน

ยกตัวอย่างเช่น ในการยกเปลี่ยน / หรือการติดตั้งใหม่ที่ 40 เมตร พร้อมสายเคเบิลขนาด 4 ตารางมิลลิเมตร ระหว่างจุดซ่อง Service ถึงหน้าบ่อ มีการติดตั้งมอเตอร์ 2.2 kW, 230 Volt แบบ Single-phase ลงในบ่อ 50 เมตร ที่มีการทดแทนมอเตอร์ตัวเล็ก คำถามคือ เมื่อมีการติดตั้ง 40 เมตรของสายเคเบิลขนาด 4 ตารางมิลลิเมตร ต้องใช้สายเคเบิลขนาดเท่าไรในการติดตั้งมอเตอร์ 2.2 kW, 230 โวลต์, Single phase ที่ 50 เมตร

จากตารางที่ 6 มอเตอร์ 2.2 kW สามารถใช้สายเคเบิล 4 ตารางมิลลิเมตร ได้สูงถึง 60 เมตร ซึ่งการใช้งานมีการติดตั้งสายขดลวดทองแดงขนาด 4 ตารางมิลลิเมตร ที่ความยาว 40 เมตรไว้

เมื่อใช้สูตรด้านล่าง, 40 เมตร (จริง) หารด้วย 60 เมตร (มากสุดที่ยอมรับได้) จะเท่ากับ 0.666 ความหมายของ 66.6% (0.666 x 100) ของแรงดันตก (Voltage drop) ที่ยอมรับให้เกิดขึ้นในขดลวดนี้ ทำให้ 33.4% (1.00-0.666 = 0.334) เป็นขนาดของ ขดลวดอื่นๆ ที่ใช้ ในการวิ่งสาย "ลงหลุม" ที่เหลืออีก 50 เมตร

ตัวอย่างแรก

ตารางแสดงขดลวดทองแดง 6 ตารางมิลลิเมตร ติดตั้งที่ 100 เมตร ใช้สูตรคำนวณ 50 เมตร (ที่ใช้) หารด้วย 100 ฟุต (ที่ยอมรับ) เท่ากับ 0.5; การเพิ่มสิ่งนี้เข้ากับ 0.666 ที่กำหนดไว้ก่อนหน้า; 0.666 + 0.5 = 1.16 การรวมกันนี้จะมากกว่า 1.00 ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าตก (Voltage drop) จะไม่เป็นไปตามคำแนะนำ ANSZ3000

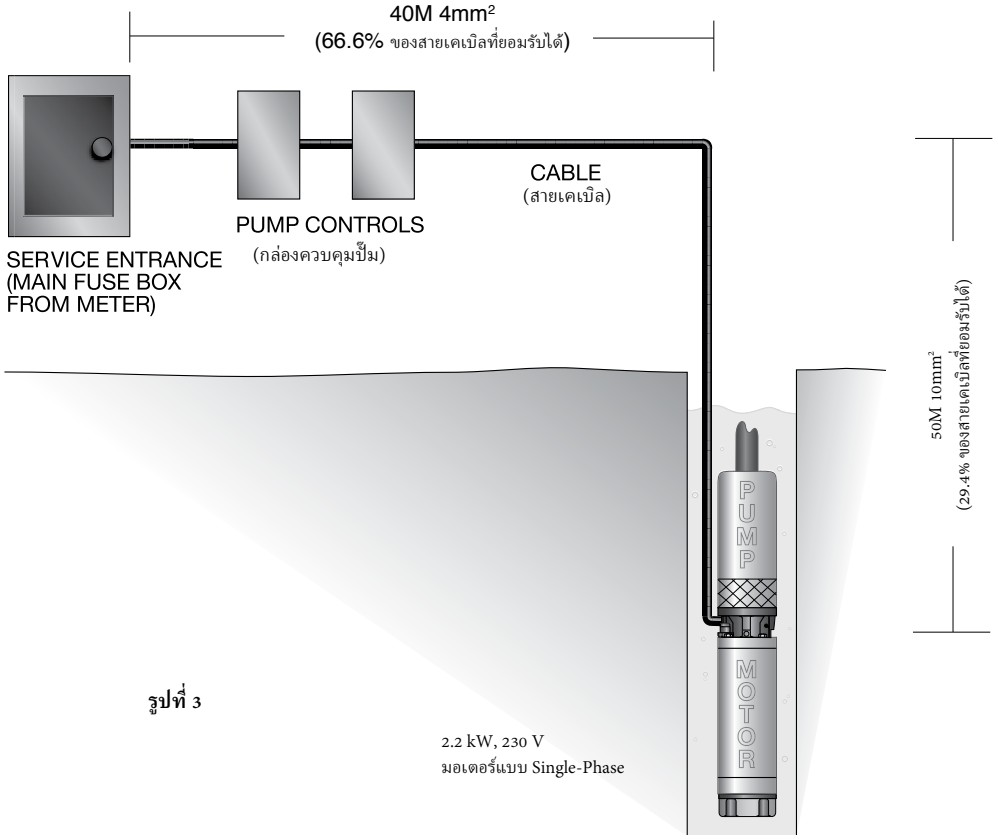
ตัวอย่างที่สอง

ตารางที่ 6 แสดงขดลวดทองแดง 10 ตารางมิลลิเมตรติดตั้งที่ 170 เมตร ใช้สูตรคำนวณ 50 หาร 170 = 0.294 และใช้ตัวเลขเหล่านี้ 0.666 + 0.294 = 0.96 เราพบว่ามันมีค่าน้อยกว่า 1.00 และแรงดันไฟฟ้าตก (Voltage drop) จะเป็นไปตามคำแนะนำ ANSZ3000

วิธีนี้ใช้ได้กับการรวมกันของขดลวดสอง สาม หรือมากกว่า และไม่สำคัญว่าขนาดของขดลวดเท่าใดก่อนการติดตั้ง

สูตรการคำนวณ: $\frac{\text{ความยาวจริง}}{\text{มากที่สุดที่ยอมรับได้}} + \frac{\text{ความยาวจริง}}{\text{มากที่สุดที่ยอมรับได้}} = 1.00$

ตัวอย่าง: 2.2 kW, 230 โวลต์, มอเตอร์ 1 เฟส



รูปที่ 3

มอเตอร์ 1 เฟส

การใช้งานมอเตอร์

ตารางที่ 7 ข้อมูลมอเตอร์ Single-Phase (50 Hz), 2875 รอบต่อนาที, 1.0 Service factor

Type	Motor Model Prefix	Nameplate Rating					Full Load Watts	Line to Line (1) Resistance (Ohms)		Efficiency %			Power Factor %			Locked Rotor Amps	Circuit Breakers or Fuse Amps	
																	Typical Submersible	
		kW	HP	Volts	Line Volts	Amps		Main	Start	F.L.	3/4	1/2	F.L.	3/4	1/2		Nontime Delay (Std.) Fuse or Circuit Breaker	Dual Element Time Delay Fuse
4-Inch 2-Wire	244555	.37	1/2	220	220	4.2	610	6.3 - 7.7	-	62	59	51	73	64	53	25.0	15	5
				230	230	4.3	630	6.3 - 7.7	-	59	55	47	68	60	50	26.1	15	5
	244557	.55	3/4	220	220	6.0	880	3.7 - 4.6	-	63	59	52	70	62	53	30.0	20	7
				230	230	6.5	920	3.7 - 4.6	-	61	56	48	67	59	49	36.6	20	7
	244558	.75	1	220	220	7.3	1180	3.2 - 3.9	-	65	62	55	75	66	54	42.0	20	9
				230	230	7.6	1200	3.2 - 3.9	-	63	59	52	71	63	52	43.9	20	9
	244359	1.1	1 1/2	220	220	10.6	1800	2.2 - 2.7	-	64	61	56	78	70	58	50.6	30	12
				230	230	10.8	1820	2.2 - 2.7	-	63	60	53	73	65	54	52.9	30	12
4-Inch 3-Wire Cap. Start	214555	.37	1/2	220	220	4.2	650	6.4 - 7.8	19.4 - 23.7	57	54	46	72	64	53	15.4	15	4.5
	214557	.55	3/4	220	220	6.0	940	3.8 - 4.6	14.7 - 18.0	59	55	47	69	60	50	23.0	15	7
	214558	.75	1	220	220	7.3	1200	3.2 - 3.9	12.8 - 15.7	62	59	52	73	65	53	29.1	20	9
4-Inch 3-Wire Cap. Start-Cap. Run	224350	1.1	11/2	220	220	10.0	1690	2.4 - 2.9	6.4 - 7.8	67	63	55	79	63	55	40.6	20	12
	224351	1.5	2	220	220	12.1	2160	2.0 - 2.5	8.0 - 9.7	69	67	60	85	77	65	54.3	30	15
	224352	2.2	3	220	220	17.8	3270	1.1 - 1.4	3.7 - 4.5	68	66	63	85	77	65	87.5	50	25
	224353	3.7	5	220	220	26.0	5150	.79 - .97	2.4 - 2.9	73	71	64	93	89	78	118	70	30

(1) Main winding - เหลืองกับดำ
Start winding - เหลืองกับแดง

มอเตอร์ 3 เฟส

การใช้งานมอเตอร์

ตารางที่ 8 สายเคเบิล 3 เส้นและ 6 เส้น,50 Hz จากกล่อง Service ถึงมอเตอร์ - ความยาวมากสุดในหน่วยเมตร

70 °C

Motor Rating			Metric Cable Size, Square Millimeters, Copper Wire - 70 °C Rated Insulation																
Volts	kW	HP	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
220 V 50 Hz 3Ø 3-Lead (230 V may use 110% of Table) (240 V may use 119% of Table)	.37	1/2	300	510	820	1230	2010	3160	4810	6540	8890								
	.55	3/4	200	350	550	830	1370	2150	3280	4460	6060	8060							
	.75	1	160	270	430	650	1070	1680	2550	3470	4710	6250	7970	9510					
	1.1	1 1/2	110	190	300	450	750	1170	1790	2430	3310	4400	5620	6700	7790	8970			
	1.5	2	80	140	230	340	570	900	1380	1880	2570	3430	4410	5290	6180	7150	8470	9670	
	2.2	3	50	90	150	230	380	600	920	1270	1740	2330	3000	3610	4230	4910	5840	6700	7790
	3	4	40	70	110	170	280	440	670	920	1270	1700	2180	2630	3080	3570	4240	4850	5630
	3.7	5	30	50	90	130	220	360	550	750	1030	1390	1790	2150	2520	2930	3480	4000	4640
	4	5 1/2	30	50	80	120	200	320	490	670	920	1240	1590	1910	2240	2590	3070	3520	4070
	5.5	7 1/2	0	30	60	90	150	240	380	520	710	960	1240	1490	1750	2040	2430	2790	3250
	7.5	10	0	0	40	60	110	170	270	370	500	680	870	1050	1230	1420	1690	1930	2230
	11	15	0	0	0	**40**	80	120	190	270	370	500	650	790	930	1080	1290	1490	1740
	15	20	0	0	0	0	60	90	150	200	280	380	500	610	720	840	1010	1170	1370
	18.5	25	0	0	0	0	0	70	110	160	220	300	390	480	570	660	800	920	1090
	22	30	0	0	0	0	0	**60**	100	130	190	260	330	400	480	560	670	780	910
380 V 50 Hz 3Ø 3-Lead (400 V may use 110% of Table) (415 V may use 119% of Table)	.37	1/2	930	1550	2460	3670	6030	9460											
	.55	3/4	630	1050	1670	2500	4100	6440	9790										
	.75	1	490	820	1300	1950	3200	5020	7620										
	1.1	1 1/2	340	570	910	1360	2240	3520	5350	7280	9890								
	1.5	2	260	430	700	1040	1720	2700	4120	5630	7690								
	2.2	3	170	290	460	700	1150	1810	2770	3790	5190	6950	8950						
	3	4	120	210	340	510	840	1330	2030	2770	3790	5070	6530	7840	9190				
	3.7	5	100	170	270	410	680	1080	1650	2260	3090	4140	5340	6420	7540	8750			
	4	5 1/2	90	150	250	370	610	970	1480	2020	2770	3700	4750	5710	6680	7740	9180		
	5.5	7 1/2	70	110	190	280	470	740	1140	1560	2140	2870	3700	4460	5240	6090	7250	8330	9700
	7.5	10	**50**	80	130	200	330	530	810	1110	1510	2030	2610	3130	3670	4250	5040	5770	6680
	11	15	0	60	90	140	240	380	590	810	1120	1510	1950	2350	2770	3230	3860	4450	5200
	15	20	0	0	70	110	180	290	450	620	860	1160	1500	1820	2150	2520	3020	3490	4110
	18.5	25	0	0	0	80	140	230	350	490	680	910	1190	1440	1700	1990	2390	2770	3260
	22	30	0	0	0	0	120	190	300	410	570	770	1000	1210	1440	1680	2010	2330	2740
	30	40	0	0	0	0	0	140	220	310	420	570	740	900	1060	1230	1470	1700	1990
	37	50	0	0	0	0	0	**110**	180	240	340	460	590	710	840	980	1170	1350	1580
	45	60	0	0	0	0	0	0	150	200	280	380	490	600	700	820	980	1130	1330
	55	75	0	0	0	0	0	0	**120**	170	240	330	420	510	610	710	860	990	1170
	75	100	0	0	0	0	0	0	0	0	**180**	240	320	390	460	530	640	740	880
	90	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**190**	240	290	350	400	480	550	650
	110	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	250	290	340	410	470	550
	130	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**180**	220	260	300	360	420	500
	150	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**190**	230	270	320	370	440

6-Lead Wye - Delta

Motor Rating			Metric Cable Size, Square Millimeters, Copper Wire - 70 °C Rated Insulation																
Volts	kW	HP	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
220 V 50 Hz 3Ø 6-Lead (230V = 110%) (240V = 119%)	3.7	5	40	70	130	190	330	540	820	1120	1540	2080	2680	3220	3780	4390	5220	6000	6960
	5.5	7 1/2	30	40	90	130	220	360	570	780	1060	1440	1860	2230	2620	3060	3640	4180	4870
	7.5	10	**10**	30	60	90	160	250	400	550	750	1020	1300	1570	1840	2130	2530	2890	3340
	11	15	0	30	40	60	120	180	280	400	550	750	970	1180	1390	1620	1930	2230	2610
	15	20	0	0	30	40	90	130	220	300	420	570	750	910	1080	1260	1510	1750	2050
	18.5	25	0	0	0	30	60	100	160	240	330	450	580	720	850	990	1200	1380	1630
	22	30	0	0	0	0	60	90	150	190	280	390	490	600	720	840	1000	1170	1360
380 V 50 Hz 3Ø 6-Lead (400 V may use 110% of Table) (415 V may use 119% of Table)	3.7	5	150	250	400	610	1020	1620	2470	3390	4630	6210	8010	9630					
	5.5	7 1/2	100	160	280	420	700	1110	1710	2340	3210	4300	5550	6690	7860	9130			
	7.5	10	70	120	190	300	490	790	1210	1660	2260	3040	3910	4690	5500	6370	7560	8650	
	11	15	40	90	130	210	360	570	880	1210	1680	2260	2920	3520	4150	4840	5790	6670	7800
	15	20	**30**	60	100	160	270	430	670	930	1290	1740	2250	2730	3220	3780	4530	5230	6160
	18.5	25	0	40	70	120	210	340	520	730	1020	1360	1780	2160	2550	2980	3580	4150	4890
	22	30	0	0	70	100	180	280	450	610	850	1150	1500	1810	2160	2520	3010	3490	4110
	30	40	0	0	0	70	130	210	330	460	630	850	1110	1350	1590	1840	2200	2550	2980
	37	50	0	0	0	0	100	160	270	360	510	690	880	1060	1260	1470	1750	2020	2370
	45	60	0	0	0	0	90	130	220	300	420	570	730	900	1050	1230	1470	1690	1990
	55	75	0	0	0	0	0	120	180	250	360	490	630	760	910	1060	1290	1480	1750
	75	100	0	0	0	0	0	**90**	130	190	270	360	480	580	690	790	960	1110	1320
	90	125	0	0	0	0	0	0	**100**	150	210	280	360	430	520	600	720	820	970
	110	150	0	0	0	0	0	0	0	**120**	180	240	310	370	430	510	610	700	820
	130	175	0	0	0	0	0	0	0	0	**150**	210	270	330	390	450	540	630	750
	150	200	0	0	0	0	0	0	0	0	**130**	180	240	280	340	400	480	550	660

1 เมตร = 3.3 ฟุต

ความยาวในตัวหนาจะตรงตาม IEC ampacity เท่านั้น สำหรับสายตัวนำแต่ละเส้นในอากาศปกติหรือน้ำไม่ใช่ในท่อ Ampacity ถูกกำหนดจาก IEC ที่เผยแพร่ 364-5-523 (ฉบับ 1983) สายเคเบิลแบบมีแจ็คเก็ต (Jacketed cable) ขึ้นอยู่กับตาราง 52-B1 วิธีการติดตั้ง C จะใช้คอลัมน์ C ในตาราง 52-C3 (70 ° C) ตัวนำแต่ละตัวจะขึ้นกับตาราง 52-B2 วิธีการติดตั้ง G ใช้คอลัมน์ 6 ในตารางที่ 52-C10 (70 °C).

มอเตอร์ 3 เฟส

การใช้งานมอเตอร์

ตารางที่ 9 สายเคเบิล 3 เส้นและ 6 เส้น, 50Hz จากกล่อง Service ถึงมอเตอร์ - ความยาวมากสุดในหน่วยฟุต 75 °C

Motor Rating			AWG Wire Size, Copper Wire - 75 °C Rated Insulation													MCM	MCM	MCM	MCM
Volts	kW	HP	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400
220 V 50 Hz 3Ø 3-Lead (230 V may use 110% of Table) (240 V may use 119% of Table)	0	1/2	1420	2290	3640	5620	8800												
	.55	3/4	960	1550	2470	3820	5980	9320											
	.75	1	750	1210	1930	2980	4660	7260	8920										
	1.1	1 1/2	520	840	1340	2080	3270	5090	6260	7790	9570								
	1.5	2	390	640	1030	1600	2510	3920	4830	6020	7420	9100							
	2.2	3	260	430	680	1070	1680	2630	3240	4050	5000	6150	7570	9180					
	3	4	190	310	500	780	1230	1920	2370	2960	3650	4490	5520	6690	8090	9280			
	3.7	5	150	250	400	630	1000	1560	1930	2410	2980	3660	4510	5470	6620	7600	8710	9810	
	4	5 1/2	**130**	220	360	570	890	1400	1730	2160	2660	3270	4030	4880	5890	6760	7730	8700	9520
	5.5	7 1/2	**100**	**170**	270	430	680	1080	1330	1660	2060	2530	3120	3790	4590	5270	6050	6820	7480
	7.5	10	0	0	**190**	300	480	760	940	1180	1460	1790	2210	2670	3230	3710	4240	4770	5230
	11	15	0	0	0	**220**	350	560	690	870	1080	1330	1640	1990	2420	2780	3200	3610	3970
	15	20	0	0	0	**170**	**270**	430	530	660	820	1020	1260	1530	1870	2150	2480	2800	3090
	18.5	25	0	0	0	0	**210**	330	410	520	650	800	990	1210	1470	1700	1960	2220	2450
	22	30	0	0	0	0	0	**280**	**350**	440	550	680	840	1020	1250	1440	1650	1870	2060
380 V 50 Hz 3Ø 3-Lead (400 V may use 110% of Table) (415 V may use 119% of Table)	.37	1/2	4280	6880															
	.55	3/4	2900	4670	7140														
	.75	1	2260	3640	5780	8920													
	1.1	1 1/2	1580	2550	4050	6250	9780												
	1.5	2	1210	1940	3090	4790	7510												
	2.2	3	800	1300	2060	3210	5030	7870	9690										
	3	4	580	950	1510	2350	3690	5760	7090	8850									
	3.7	5	470	770	1220	1910	3000	4690	5780	7210	8900								
	4	5 1/2	420	690	1100	1710	2690	4200	5180	6460	7970	9780							
	5.5	7 1/2	320	520	840	1310	2060	3230	3990	4980	6150	7560	9320						
	7.5	10	**230**	370	600	930	1470	2300	2840	3540	4370	5360	6600	7990	9650				
	11	15	**160**	**270**	430	680	1070	1690	2080	2600	3220	3970	4900	5950	7230	8310	9550		
	15	20	0	0	**330**	520	820	1290	1590	1990	2470	3040	3760	4590	5580	6430	7410	8380	9230
	18.5	25	0	0	**260**	410	640	1010	1250	1570	1950	2400	2970	3620	4410	5080	5860	6630	7310
	22	30	0	0	0	**340**	540	860	1060	1330	1650	2030	2510	3060	3730	4290	4950	5590	6160
	30	40	0	0	0	0	**400**	640	790	990	1230	1510	1870	2270	2760	3170	3650	4120	4530
	37	50	0	0	0	0	0	**510**	630	790	980	1200	1490	1810	2200	2530	2910	3290	3610
	45	60	0	0	0	0	0	**420**	**520**	**660**	820	1010	1240	1510	1840	2120	2440	2750	3030
	55	75	0	0	0	0	0	0	**450**	**560**	**700**	860	1060	1300	1580	1820	2100	2380	2620
	75	100	0	0	0	0	0	0	0	0	**520**	**640**	**800**	980	1190	1370	1580	1790	1970
	90	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**620**	**750**	**920**	1050	1210	1360	1500
	110	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**640**	**770**	**890**	1020	1160	1270
	130	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**670**	**780**	**900**	**1020**	1120
	150	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**600**	**690**	**790**	**900**	**990**

6-Lead Wye - Delta

Motor Rating			AWG Wire Size, Copper Wire - 75 °C Rated Insulation													MCM	MCM	MCM	MCM
Volts	kW	HP	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400
220 V 50 Hz 3Ø 6- Lead (230 V = 110%) (240 V = 119%)	3.7	5	220	370	600	940	1500	2340	2890	3610	4470	5490	6760	8200	9930				
	5.5	7 1/2	150	250	400	640	1020	1620	1990	2490	3090	3790	4680	5680	6880	7900	9070		
	7.5	10	**100**	180	280	450	720	1140	1410	1770	2190	2680	3310	4000	4840	5560	6360	7150	7840
	11	15	**70**	**120**	210	330	520	840	1030	1300	1620	1990	2460	2980	3630	4170	4800	5410	5950
	15	20	0	0	**150**	250	400	640	790	990	1230	1530	1890	2290	2800	3220	3720	4200	4630
	18.5	25	0	0	**120**	190	310	490	610	780	970	1200	1480	1810	2200	2550	2940	3330	3670
	22	30	0	0	0	**160**	270	420	520	660	820	1020	1260	1530	1870	2160	2470	2800	3090
380 V 50 Hz 3Ø 6-Lead (400 V may use 110% of Table) (415 V may use 119% of Table)	3.7	5	700	1150	1830	2860	4500	7030	8670										
	5.5	7 1/2	480	780	1260	1960	3090	4840	5980	7470	9220								
	7.5	10	340	550	900	1390	2200	3450	4260	5310	6550	8040	9900						
	11	15	240	400	640	1020	1600	2530	3120	3900	4830	5950	7350	8920					
	15	20	**180**	300	490	780	1230	1930	2380	2980	3700	4560	5640	6880	8370	9640			
	18.5	25	**150**	**240**	390	610	960	1510	1870	2350	2920	3600	4450	5430	6610	7620	8790	9940	
	22	30	0	**190**	330	510	810	1290	1590	1990	2470	3040	3760	4590	5590	6430	7420	8380	9240
	30	40	0	0	**240**	370	600	960	1180	1480	1840	2260	2800	3400	4140	4750	5470	6180	6790
	37	50	0	0	0	**300**	480	760	940	1180	1470	1800	2230	2710	3300	3790	4360	4930	5410
	45	60	0	0	0	**250**	**400**	630	780	990	1230	1510	1860	2260	2760	3180	3660	4120	4540
	55	75	0	0	0	0	**340**	540	670	840	1050	1290	1590	1950	2370	2730	3150	3570	3930
	75	100	0	0	0	0	0	**400**	**490**	630	780	960	1200	1470	1780	2050	2370	2680	2950
	90	125	0	0	0	0	0	0	**390**	**490**	**610**	750	930	1120	1380	1570	1810	2040	2250
	110	150	0	0	0	0	0	0	0	**400**	**510**	**630**	780	960	1150	1330	1530	1740	1900
	130	175	0	0	0	0	0	0	0	0	**430**	**540**	**670**	820	1000	1170	1350	1530	1680
	150	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**480**	**600**	**730**	900	1030	1180	1350	1480

1 เมตร = 3.3 ฟุต

ความยาวที่เป็นตัวหนา จะตรงกับ IEC ampacity เท่านั้นสำหรับ Individual conductor cable
ในอากาศบริสุทธิ์หรือในน้ำ ไม่ใช่ในท่อน้ำ Ampacities ถูกกำหนดจากมอเตอร์ Full load current
ตาราง 430-150 ในรหัสไฟฟ้าแห่งชาติ (National Electrical Code)

มอเตอร์ 3 เฟส

การใช้งานมอเตอร์

ตารางที่ 10 ข้อมูลมอเตอร์ 3 เฟส (50 Hz), 2875 รอบต่อนาที, 1.0 Service Factor

Type	Motor Model Prefix	Nameplate Rating				Full Load Watts	Line to Line (1) Resistance (Ohms)	Efficiency %	Power Factor %	Locked Rotor Amps	Circuit Breakers or Fuse Amps	
											Typical Submersible	
		kW	HP	Volts	Amps			F.L.	F.L.		Nontime Delay (Std.) Fuse or Circuit Breaker	Dual Element Time Delay Fuse
4-Inch	234551	.37	1/2	220	1.8	560	18.3 - 22.4	66	82	7.3	15	2.5
	234561			380	1.1	560	56.8 - 69.4	66	82	4.3	15	1.2
	234552	.55	3/4	220	2.6	810	12.3 - 15.0	69	83	10	15	3
	234562			380	1.6	810	38.6 - 47.2	69	86	5.9	15	1.8
	234553	0.75	1	220	3.5	1055	8.4 - 10.3	71	83	15	15	4
	234563			380	2.1	1055	26.1 - 31.9	71	83	9.0	15	2.5
	234554	1.1	1 1/2	220	5.2	1465	4.3 - 5.2	76	83	24	15	6
	234524			380	3.0	1465	13.2 - 16.2	76	83	14	15	3
	234355	1.5	2	220	6.9	1970	3.0 - 3.7	76	84	35	15	8
	234325			380	4.0	1970	9.4 - 11.5	76	84	20	15	4.5
	234356	2.2	3	220	10.4	2930	2.1 - 2.7	76	86	46	25	12
	234326			380	6.0	2930	6.7 - 8.2	76	86	26	15	7
				400	6.0	2920		77	82	27		
				415	6.2	2925		77	77	28		
	234394	3	4	220	12.6	3940	1.5 - 1.8	76	87	64	35	15
	234395			380	7.3	3940	4.9 - 6.0	76	87	36	20	9
				400	7.3	3910		76	84	38		
				415	7.6	3920		76	81	39		
	234357	3.7	5	220	15.5	4860	1.1 - 1.4	77	84	80	40	20
	234327			380	9.0	4860	3.6 - 4.4	77	84	46	25	10
				400	9.1	4875		77	79	48		
				415	9.5	4910		76	74	49		
	234396	4	5 1/2	220	18.0	5275	1.0 - 1.3	78	86	89	45	20
	234397			380	10.1	5275	3.2 - 3.9	78	86	51	25	12
				400	10.4	5210		79	82	53		
				415	10.6	5240		78	79	55		
	234358	5.5	7 1/2	220	22.8	7175	.75 - .92	78	85	120	60	30
	234328			380	13.0	7175	2.3 - 2.8	78	85	69	35	15
				400	13.1	7155		78	80	73		
				415	13.5	7205		78	76	76		
	234595	7.5	10	380	18.7	9580	1.7 - 2.1	78	86	99	50	25
				400	18.8	9550		78	81	102		

ประสิทธิภาพเป็นไปตามปกติ, ไม่การันตี, ที่ตามแรงดันไฟฟ้าตามที่ระบุ
ประสิทธิภาพของรุ่น 1984 และรุ่นที่เก่ากว่า ไม่ได้อยู่ในรายการนี้
จะคล้ายกัน แต่ก็ไม่เหมือนกัน

มอเตอร์ 3 เฟส

การใช้งานมอเตอร์

ตารางที่ 11 ข้อมูลมอเตอร์ 3 เฟส (50 Hz), 2875 รอบต่อนาที, 1.0 Service factor

Type	Motor Model Prefix	Nameplate Rating					Full Load Watts	Line to Line (1) Resistance (Ohms)	Efficiency %			Power Factor %			Locked Rotor Amps	Circuit Breakers or Fuse Amps	
																Typical Submersible	
		kW	HP	Volts	Line Volts	Amps			F.L.	3/4	1/2	F.L.	3/4	1/2		Nontime Delay (Std.) Fuse or Circuit Breaker	Dual Element Time Delay Fuse
6-Inch	236680	3.7	5	220	220	15.4	4850	1.3 - 1.6	77	76	73	84	78	66	68	40	20
	236610			380	380	8.9	4850	3.9 - 4.8	77	76	73	84	78	66	39	25	10
					400	8.8	4900		77	71	59	79	71	59	42	25	10
					415	9.3	4950		75	73	67	74	64	52	43	25	10
	236681	5.5	7 1/2	220	220	21.9	7175	.79 - .97	78	79	77	85	80	70	105	60	25
	236611			380	380	12.7	7175	2.4 - 2.9	78	79	77	85	80	70	61	35	15
					400	12.5	7100		79	78	74	82	75	63	64	35	15
					415	12.8	7175		78	77	74	78	70	57	66	35	15
	236682	7.5	10	220	220	28.5	9450	.63 - .77	79	80	77	87	83	74	143	75	35
	236612			380	380	16.5	9450	1.9 - 2.4	79	80	77	87	83	74	83	45	20
					400	16.0	9450		79	79	75	86	80	70	83	45	20
					415	16.2	9450		79	78	75	81	74	62	91	45	20
	236683	11	15	220	220	41.8	13750	.38 - .47	81	82	80	87	82	62	218	110	50
	236613			380	380	24.2	13750	1.1 - 1.4	81	82	80	87	82	72	126	60	30
					400	23.0	13750		81	80	78	84	80	64	125	60	30
					415	24.1	13750		81	80	77	82	75	63	133	60	30
	236684	15	20	220	220	55.3	18200	.26 - .33	82	83	81	87	84	75	283	150	60
	236614			380	380	32.0	18200	.83 - 1.0	82	83	81	87	84	75	164	80	35
					400	31.3	18500		81	81	79	85	80	69	170	80	35
					415	31.0	18500		81	81	77	83	77	65	174	80	35
	236685	18.5	25	220	220	69.1	23000	.20 - .25	81	83	82	89	85	76	340	175	80
	236615			380	380	40.0	23000	.62 - .77	81	83	82	89	85	76	197	100	45
					400	38.5	22700		82	83	81	85	79	68	206	100	45
					415	38.5	22700		82	82	80	82	75	62	215	100	45
	236686	22	30	220	220	82.9	27250	.16 - .21	82	83	82	88	86	78	440	225	90
	236616			380	380	47.0	27250	.52 - .64	82	83	82	88	86	78	255	125	55
					400	45.3	27000		83	83	81	86	81	71	268	125	55
					415	45.5	27000		83	82	80	84	78	66	278	125	55
	236617	30	40	380	380	64.1	36000	.34 - .42	83	84	83	87	82	72	362	175	75
					400	63.5	36000		83	84	82	83	76	64	382	175	75
					415	64.6	36000		83	82	80	79	71	58	397	175	75
	236618	37	50	380	380	80.1	45000	.25 - .32	83	84	83	87	84	76	395	200	90
					400	77.9	45000		83	84	82	85	79	69	417	200	90
					415	77.9	45000		83	83	81	82	76	64	434	200	90
	276618	37	50	380	380	95.5	45000	.25 - .32	83	84	83	87	84	76	395	200	90
					400	93.9	45000		83	84	82	85	79	69	417	200	90
					415	93.2	45000		83	83	81	82	76	64	434	200	90
	236619	45	50/60	380	380	95.5	54000	.22 - .27	83	84	84	87	84	75	478	250	110
					400	93.9	54000		83	84	83	84	79	69	506	250	110
					415	93.2	54000		83	84	81	82	75	64	526	250	110
	276619	45	50/60	380	380	96.8	54000	.22 - .27	83	84	84	87	84	75	478	250	110
					400	95.2	54000		83	84	83	84	79	69	506	250	110
					415	94.5	54000		83	84	81	82	75	64	526	250	110
8-Inch	239600	30	40	380	380	61.0	34700	.247 - .303	86	86	85	88	84	75	397	175	70
					400	61.0	34700		86	86	83	84	78	68	418	175	70
					415	62.0	34700		86	85	82	80	73	62	433	175	70
	239601	37	50	380	380	75.0	43000	.185 - .226	87	87	85	89	85	78	507	200	90
					400	74.0	43000		87	87	84	86	81	71	534	200	90
					415	74.0	43000		87	86	83	83	76	66	654	200	90
	239602	45	60	380	380	89.0	51500	.142 - .174	87	87	86	89	85	77	612	250	100
					400	89.0	51500		87	87	85	85	81	71	645	250	100
					415	89.0	51500		87	86	84	82	76	65	669	250	100
	239603	55	75	380	380	111.0	64000	.106 - .130	88	88	86	89	86	79	819	300	125
					400	108.0	64000		88	87	85	87	82	72	862	300	125
					415	108.0	64000		88	87	84	84	78	66	895	300	125
	239604	75	100	380	380	148.0	85000	.073 - .089	88	88	86	89	86	79	1099	400	175
					400	145.0	86000		87	87	85	87	82	72	1157	400	175
					415	145.0	86000		87	87	84	84	78	67	1200	400	175
	239105	90	125	380	380	194.0	107000	.055 - .067	87	87	85	86	83	75	1265	500	225
					400	190.0	107000		87	86	84	83	78	68	1332	500	225
					415	191.0	107000		87	86	83	80	74	63	1382	500	225
	239106	110	150	380	380	226.0	127000	.042 - .051	88	88	86	87	84	77	1517	600	300
					400	222.0	127000		88	87	85	84	80	70	1597	600	300
					415	223.0	127000		88	87	84	81	75	64	1657	600	300
	239107	130	175	380	380	260.0	150000	.042 - .052	87	87	86	89	87	83	1651	700	300
					400	252.0	148000		88	87	86	87	84	79	1733	700	300
					415	247.0	148000		88	87	85	86	81	74	1803	700	300
	239108	150	200	380	380	294.0	170000	.036 - .044	88	88	86	90	88	83	1765	800	350
					400	284.0	170000		88	88	86	88	86	79	1858	800	350
					415	277.0	170000		88	88	86	87	83	75	1928	800	350

ประสิทธิภาพเป็นไปตามปกติ, ไม่การันตี, ตามแรงดันไฟฟ้าที่ระบุ
Locked rotor amps สำหรับการสตาร์ท Wye มอเตอร์สายไฟ 6 เส้นคือ 33% ของค่าที่แสดง ประสิทธิภาพยังใช้กับรุ่นสายไฟ 6 เส้นที่ไม่ได้แสดงไว้ ความต้านทานของสาย 6 เส้นแต่ละเฟส จะเท่ากับ ตาราง x 1.5

มอเตอร์ 3 เฟส

การใช้งานมอเตอร์

ตารางที่ 12 ข้อมูลมอเตอร์ที่ใช้กับอุณหภูมิสูง 90°C, 3 เฟส, 50 Hz, 2875 รอบต่อนาที, 1.0 Service Factor

Type	Motor Model Prefix	Nameplate Rating					Full Load Watts	Line to Line (1) Resistance (Ohms)	Efficiency %			Power Factor %			Locked Rotor Amps
		kW	HP	Volts	Line Volts	Amps			F.L.	3/4	1/2	F.L.	3/4	1/2	
6" HI-Temp 90 °C	276 610	3.7	5	380-415	380	8.8	5000	2.79 - 3.41	74	72	66	88	85	78	49.9
					400	8.5	5000		75	72	66	86	82	74	52.5
					415	8.4	5000		75	72	65	84	79	70	54.5
	276 611	5.5	7.5	380-415	380	12.7	7300	1.66 - 2.03	77	75	70	88	85	77	78.6
					400	12.3	7200		77	75	70	86	81	72	83.0
					415	12.3	7200		77	75	69	84	77	67	86.0
	276 612	7.5	10	380-415	380	24.4	9400	1.18 - 1.44	80	78	74	88	84	76	105
					400	24.2	9300		81	79	74	85	79	69	110
					415	24.4	9400		80	77	71	83	76	65	114
	276 613	11	15	380-415	380	33.3	13900	.78 - .96	80	79	75	85	83	74	152
					400	33.0	13800		80	79	74	82	77	67	160
					415	33.3	14000		79	78	73	79	73	61	166
	276 614	15	20	380-415	380	40.7	18700	.58 - .72	80	79	76	87	82	73	195
					400	40.5	18700		80	79	75	83	77	65	205
					415	41.4	18700		80	78	74	80	72	60	213
	276 615	18.5	25	380-415	380	49.2	22600	.41 - .51	82	82	79	86	80	70	253
					400	48.0	22500		83	82	78	82	74	62	266
					415	47.9	22700		82	80	76	78	69	57	276
	276 616	22	30	380-415	380	65.0	27800	.34 -.42	80	79	76	88	83	76	289
					400	64.5	27700		81	79	75	85	80	70	304
					415	65.6	27800		80	79	74	82	76	65	316
	276 617	30	40	380-415	380	65.5	35900	.23 -.29	83	82	80	86	80	70	419
					400	64.5	35800		83	82	79	82	75	63	441
					415	65.6	36000		83	81	77	78	70	58	458
8" HI-Temp 75 °C	279 100	30	40	380-415	380	66.8	37000	.16 - .19	80	78	72	0.86	0.82	0.76	474
					400	65.5	37000		80	78	72	0.83	0.78	0.7	499
					415	65.8	37000		80	77	71	0.8	0.74	0.65	518
	279 101	37	50	380-415	380	80.7	45000	.11 - .14	83	80	75	0.87	0.83	0.76	654
					400	79.6	45000		82	80	74	0.84	0.79	0.7	692
					415	80.1	46000		82	79	73	0.81	0.75	0.65	720
	279 102	45	60	380-415	380	94.3	53000	.09 - .11	85	83	78	0.87	0.82	0.75	835
					400	93.1	53000		84	82	77	0.84	1.78	0.69	884
					415	93	53000		84	82	76	0.81	0.74	0.64	920
	279 103	55	75	380-415	380	118	67000	.07 - .09	84	82	78	0.87	0.84	0.77	876
					400	115	66000		84	82	78	0.85	0.81	0.72	927
					415	113	66000		84	82	77	0.83	0.78	0.69	965
	279 104	75	100	380-415	380	155	87000	.05 - .07	85	84	81	0.87	0.83	0.76	1185
					400	151	87000		86	84	80	0.85	0.8	0.71	1254
					415	150	87000		85	84	80	0.82	0.78	0.66	1306
	279 105	93	125	380-415	380	191	109000	.04 - .06	86	85	81	0.88	0.85	0.78	1404
					400	186	109000		86	84	81	0.86	0.8	0.73	1482
					415	184	109000		86	84	80	0.84	0.76	0.69	1544
	279 106	110	150	380-415	380	231	131000	.03 - .05	85	84	81	0.88	0.84	0.77	1596
					400	224	130000		86	84	81	0.85	0.81	0.72	1690
					415	222	130000		86	84	80	0.83	0.77	0.68	1760

ประสิทธิภาพเป็นไปตามปกติ, ไม่การันตี, ตามแรงดันไฟฟ้าที่ระบุ
Locked rotor amps สำหรับการสตาร์ท Wye มอเตอร์สายไฟ 6 เส้นคือ 33% ของค่าที่แสดง ประสิทธิภาพยังใช้กับรุ่นสายไฟ 6 เส้นที่ไม่ได้แสดงไว้ ความต้านทานของสาย 6 เส้นแต่ละเฟสจะเท่ากับ ตาราง x 1.5

อ้างอิงถึงตารางที่ 17 สำหรับคำแนะนำการปรับขนาดฟิวส์ที่ค่า kW เท่ากัน

การป้องกันโอเวอร์โหลด (Overload) ของมอเตอร์ซับเมอร์ส 3 เฟส

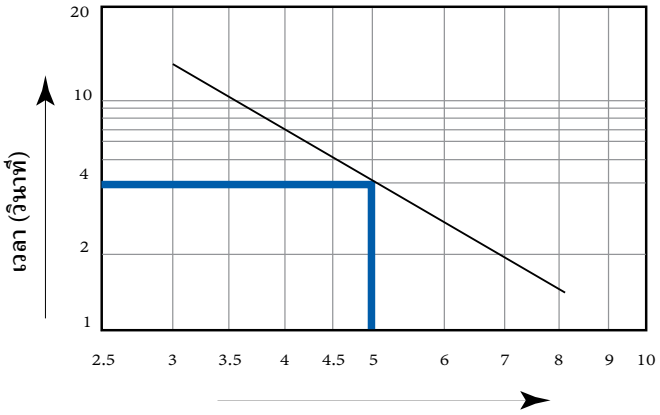
การป้องกันมอเตอร์, การเลือกของรีเลย์ Thermal Overload

คุณลักษณะของมอเตอร์ซับเมอร์สแตกต่างจากมอเตอร์มาตรฐานทั่วไป และต้องการการป้องกัน Overload เพื่อให้การป้องกัน Overload และล็อคโรเตอร์ของมอเตอร์ รีเลย์จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ต้องสอดคล้องตามมาตรฐานยุโรป เช่น VDE ให้การทริปเวลาน้อยกว่า 10 วินาที ที่ 500% I_N (name-plate current) ขึ้นกับโลหะ Bi-cold
- การป้องกันเพื่อ Single-Phase
- ต้องทริปที่ 120% I_N (name-plate current)
- ชดเชยอุณหภูมิเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนการทริป

ข้อมูลเฉพาะสามารถรับได้โดยตรงจากแคตตาล็อกของผู้ผลิต ซึ่งจะมีกราฟ Current/Time ที่แสดงทางด้านขวา

เพื่อการป้องกันที่ดีที่สุด แนะนำ FE Subtrol, SubMonitor หรือตัว Overload ที่ปรับได้



รูปภาพที่ 4

การเซ็ท Overload, การสตาร์ท DOL และ YΔ

สำหรับ DOL, กระแสสูงสุด I_N แสดงบนเนมเพลท

สำหรับ YΔ รีเลย์จะต้องร่วมอยู่ในวงจรเดลต้าสำหรับการป้องกันที่เพียงพอบนการสตาร์ท Y และเซ็ทไว้ที่ I_N x 0.58

การตั้งค่า Setting ที่แนะนำสำหรับทุกการใช้งานคือ การวัดค่ากระแส (Current) ที่จุดใช้งาน (Duty point)

การ Setting > I_N จะไม่ยอมรับ

การปกป้อง 3 เฟสด้วย SubMonitor

การใช้งาน

SubMonitor จะถูกออกแบบมาเพื่อปกป้องทั้งปั๊มและมอเตอร์ 3 เฟส ด้วย Service factor amp (SFA) จาก 5 ถึง 350 A (ประมาณ 2.2 ถึง 150 kW) กระแส (Current), แรงดันไฟฟ้า (Voltage) และอุณหภูมิมอเตอร์จะถูกตรวจวิเคราะห์โดยใช้ทั้งสามขาและช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าการใช้งาน SubMonitor ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย

การป้องกัน

- Under/Overload
- Under/Overvoltage
- Current Unbalance
- Overheated Motor
  (หากติดตั้งกับ Subtrol Heat Sensor)
- False Start
- Phase Reversal

การตรวจค่า Power Factor

ในบางการติดตั้ง การจำกัดของแหล่งจ่ายไฟเป็นสิ่งที่จำเป็น หรือเป็นการเพิ่ม Power factor ให้กับมอเตอร์ซับเมอร์ส ตารางแสดง kVAR capacitive เพื่อต้องการเพิ่ม Power factor ของมอเตอร์แฟรงคลินซับเมอร์ส 3 เฟส ให้เป็นค่าโดยประมาณที่ input loading มากที่สุด

ตัวเก็บประจุ (Capacitors) จะต้องถูกเชื่อมต่อบนรีเลย์ Overload หรือตัวปกป้อง Overload จะหายไป

ตารางที่ 13 ความต้องการ kVAR ที่ 50 Hz

มอเตอร์		kVAR สำหรับ Power factor ที่		
kW	HP	0.90	0.95	1.00
3.7	5	.8	1.5	3.1
5.5	7 1/2	1.0	2.1	4.5
7.5	10	.8	2.2	5.3
11	15	1.1	3.3	7.8
15	20	1.8	4.3	9.6
18.5	25	3	6.5	14
22	30	3	7.5	17
30	40	5	10	22
37	50	5	12	27
45	60	5	13	30
55	75	5	15	37
75	100	4	18	46
90	125	18	35	72
110	150	18	38	82
130	175	13	37	88
150	200	10	37	95

ค่าที่ระบุเป็นผลรวมที่ต้องการ (ไม่ใช่ต่อเฟส)

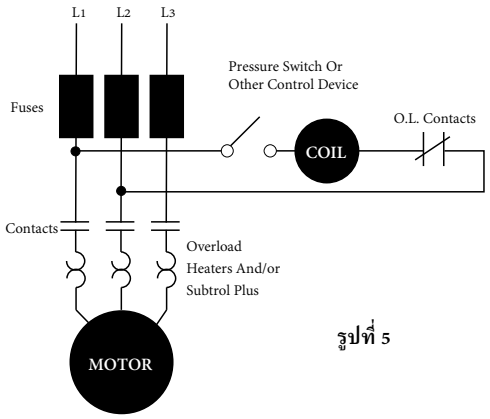
ไดอะแกรมการสตาร์ท 3 เฟส

การรวมกันของ Starter magnetic แบบสามเฟสมีวงจรที่แตกต่างกัน 2 แบบ: วงจรกำลัง (Power circuit) และวงจรควบคุม (Control circuit)

วงจรกำลังจะ ประกอบด้วย Circuit breaker หรือ Fused line switch, contacts, และ Overload heaters ที่เชื่อมต่อกับสายไฟขาเข้า L1, L2, L3, และมอเตอร์สามเฟส

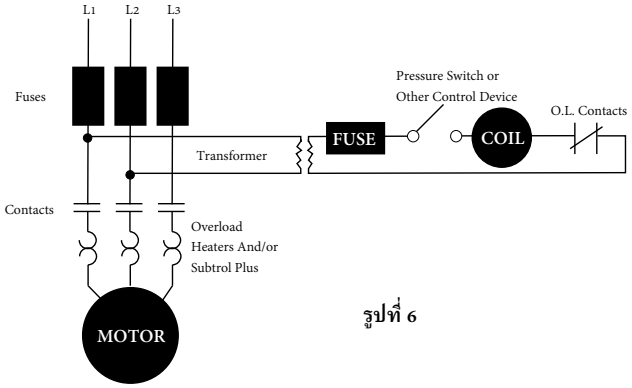
วงจรควบคุม จะประกอบด้วยขดลวดแม่เหล็ก (megnetic coil), Overload contacts, และอุปกรณ์ควบคุม เช่น Pressure switch เมื่อปิดหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ควบคุม, กระแสจะไหลผ่านขดลวด Magnetic contactor, หน้าสัมผัสปิด และพลังงานถูกนำไปใช้กับมอเตอร์ สวิตช์แบบ Hand-Off-Auto, จับเวลาการสตาร์ท, ควบคุมระดับ, และอุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ อาจอยู่ในชุดของวงจรควบคุม

สายควบคุมแรงดันไฟฟ้า
นี้เป็นประเภทการควบคุมที่พบบ่อยที่สุด เนื่องจากขดลวดเชื่อมต่อโดยตรงกับสายไฟ L1 และ L2 ขดลวดจึงต้องตรงกับแรงดันไฟฟ้าของสาย



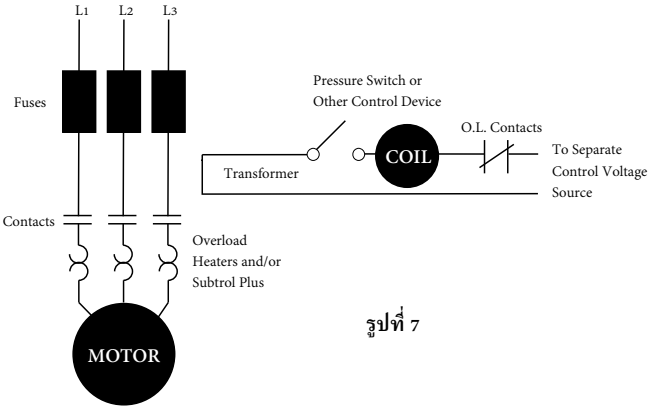
รูปที่ 5

การควบคุมหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าต่ำ
การควบคุมนี้ใช้เมื่อต้องการใช้งานปุ่ม กดหรืออุปกรณ์ควบคุมอื่นๆที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้ามอเตอร์ หม้อแปลงหลักจะต้องตรงกับแรงดันไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของขดลวดจะต้องตรงกับแรงดันไฟฟ้าที่สอง



รูปที่ 6

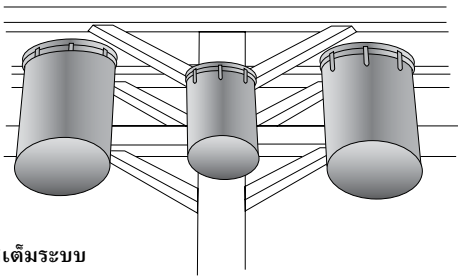
การควบคุมแรงดันไฟฟ้าภายนอก
การควบคุมวงจรกำลัง (Power circuit) โดยแรงดันไฟฟ้าวงจรต่ำกว่าสามารถทำได้โดยเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าควบคุมแยกต่างหาก พิกัดคอยล์จะต้องตรงกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าควบคุม เช่น 115 หรือ 24 โวลต์



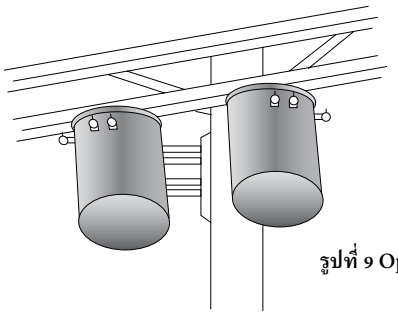
รูปที่ 7

ความไม่สมดุลของไฟฟ้าสามเฟส

แนะนำให้ใช้แหล่งจ่ายไฟสามเฟสแบบเต็มสำหรับมอเตอร์สามเฟส ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลงสามตัวหรือหม้อแปลงสามเฟสหนึ่งตัว การเชื่อมต่อที่เรียกว่า "OPEN" delta หรือการเชื่อมต่อ Wye จะใช้หม้อแปลงเพียงสองตัวเท่านั้น แต่มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดปัญหา เช่นประสิทธิภาพที่ไม่ดี การทริปโอเวอร์โหลด มอเตอร์ทำงานผิดปกติ เนื่องจากกระแสไม่สมดุล (Unbalance) พิกัดของหม้อแปลงไม่ควรเล็กกว่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 2 สำหรับการจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 8 สามเฟสเต็มระบบ



รูปที่ 9 Open Delta

การตรวจสอบ และการแก้ไขการหมุน (Correcting Rotation) และความไม่สมดุลของกระแส (Current Unbalance)

1. ทำให้การหมุนมอเตอร์ถูกต้อง โดยวิ่งทั้งสองทิศทาง เปลี่ยนการหมุนโดยการสลับสาย Lead ของสองในสามเส้น การหมุนของมอเตอร์ที่ให้การไหลของน้ำมากที่สุด คือ การหมุนที่ถูกต้องเสมอ
2. หลังจากที่ทำให้การหมุนถูกต้องแล้ว ให้ทำการตรวจสอบกระแสในสาย Lead แต่ละเส้นของมอเตอร์สามเส้น และคำนวณกระแสที่ไม่สมดุล (Current unbalance) ตามการอธิบายไว้หัวข้อที่ 3 ด้านล่าง หากความไม่สมดุลของกระแสน้อยกว่า 2% หรือน้อยกว่า, จะปล่อยให้สาย Lead เชื่อมต่อได้ หากความไม่สมดุลของกระแสมากกว่า 2% การอ่านค่ากระแสดควรตรวจสอบที่ขาแต่ละข้าง โดยใช้ Hook-ups สามตัว การพันสายมอเตอร์ไปตามตัวสตาร์ทเตอร์ในทิศทางเดียวกัน จะเป็นการป้องกันไม่ให้มอเตอร์กลับด้าน
3. การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของความไม่สมดุลของกระแส:
   - A. เพิ่มค่าแอมป์สามเส้นเข้าด้วยกัน
   - B. หารผลรวมด้วยสาม, ผลลัพธ์เฉลี่ยของกระแส
   - C. เลือกค่าแอมป์ที่อยู่ห่างที่สุดจากกระแสเฉลี่ย (ทั้งสูงหรือต่ำ)
   - D. กำหนดความแตกต่างระหว่างค่าแอมป์นี้ (ห่างที่สุดจากค่าเฉลี่ย) และค่าเฉลี่ย
   - E. หารด้วยความแตกต่างตามค่าเฉลี่ย คูณผลด้วย 100 เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของความไม่สมดุล
4. ความไม่สมดุลของกระแส (Current unbalance) ไม่ควรเกิน 5% ที่โหลดเต็มที่ ถ้าความไม่สมดุลไม่สามารถทำให้ถูกต้องได้โดยการพันสาย, แหล่งที่มาของความไม่สมดุลจะต้องกำหนดที่ตั้งและแก้ไขให้ถูกต้อง ถ้าหาก Hookups สามตัวที่เป็นไปได้, ขาที่ใกลสุดจากค่าเฉลี่ยบนสายไฟเดียวกัน, ส่วนใหญ่ความไม่สมดุลจะมาจากแหล่งจ่ายไฟ อย่างไรก็ตาม หากการอ่านไกลที่สุด จากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กับสาย Lead เดียวกัน, แหล่งที่มาหลักของความไม่สมดุลอยู่ที่ "ด้านมอเตอร์" ของตัวสตาร์ทเตอร์ ในกรณีนี้ ให้พิจารณาสายเคเบิลที่ชำรุด, รอยต่อรอยรั่ว, การเชื่อมต่อที่ไม่ดี, หรือการหมุนของมอเตอร์ที่ผิดปกติ

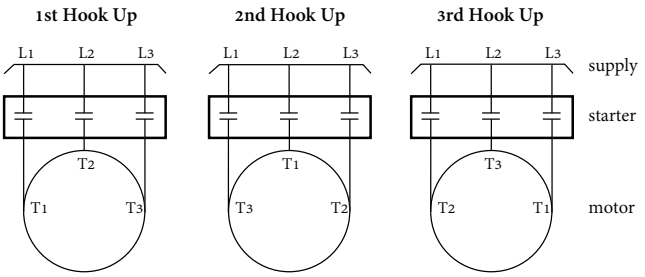
การออกแบบเฟสของสาย Lead สำหรับการหมุน CCW ที่มองจากด้านปลายเพลา (Shaft end):

Phase 1 หรือ “A”- Black, T1, หรือ U1

Phase 2 หรือ “B”- Yellow, T2, หรือ V1

Phase 3 หรือ “C”- Red, T3, หรือ W1

ข้อสังเกต: Phase 1, 2, and 3 อาจไม่ใช่ L1, L2, and L3.



ยกตัวอย่าง:

T1 = 51 amps	T3 = 50 amps	T2 = 50 amps
T2 = 46 amps	T1 = 49 amps	T3 = 48 amps
+ T3 = 53 amps	+ T2 = 51 amps	+ T1 = 52 amps
Total = 150 amps	Total = 150 amps	Total = 150 amps
$\frac{150}{3}$ = 50 amps	$\frac{150}{3}$ = 50 amps	$\frac{150}{3}$ = 50 amps
50 - 46 = 4 amps	50 - 49 = 1 amp	50 - 48 = 2 amps
$\frac{4}{50}$ = .08 or 8%	$\frac{1}{50}$ = .02 or 2%	$\frac{2}{50}$ = .04 or 4%

ฟอร์ม 3656

รายการการตรวจสอบการติดตั้งปั๊มซับเมอร์ส

C¶ การตรวจสอบมอเตอร์

- ☐ A. ตรวจสอบว่า รุ่น, แรงม้า (hp) หรือ kW, แรงดันไฟฟ้า (Voltage), เฟส (Phase) และเฮิรทซ์ (Hertz) บนเนมเพลทมอเตอร์ ต้องตรงความต้องการในการติดตั้ง
- ☐ B. ตรวจสอบว่าการประกอบสาย Lead ของมอเตอร์ ต้องไม่เสียหาย
- ☐ C. วัดความต้านทานของฉนวนโดยใช้ Megohmmeter แรงดันไฟฟ้า 500 หรือ 1,000 โวลต์ DC จากสาย Lead แต่ละเส้นถึง Frame ของมอเตอร์ ซึ่งความต้านทานของฉนวนควรมีอย่างน้อย 200 megohms โดยปราศจาก drop cable
- ☐ D. เก็บบันทึกหมายเลขรุ่นของมอเตอร์, แรงม้า (hp) หรือ kW, แรงดันไฟฟ้า และหมายเลขซีเรียล

D¶ การตรวจสอบปั๊ม

- ☐ A. ตรวจสอบว่า Rating ของปั๊มตรงกับมอเตอร์
- ☐ B. ตรวจสอบความเสียหายของปั๊ม และตรวจสอบว่าเพลาปั๊มหมุนได้อย่างอิสระ

D¶ การประกอบปั๊ม และมอเตอร์

- ☐ A. หากยังไม่ประกอบ ให้ตรวจสอบว่าปั๊มและมอเตอร์ นั้นปราศจากจากฝุ น และความหนาที่ไม่สม่ำเสมอของสี
- ☐ B. ควรประกอบปั๊มและมอเตอร์ที่มีขนาดเกิน 5 แรงม้าในแนวตั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเครียด (Stress) ให้กับตัวยึดปั๊มและเพลา การประกอบปั๊มและมอเตอร์เข้าด้วยกันต้องขันน็อตให้แน่นตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
- ☐ C. ตรวจสอบว่าเพลาของปั๊มสามารถหมุนได้อย่างอิสระ
- ☐ D. ประกอบตัวป้องกันสาย lead ของปั๊มเหนือสาย lead มอเตอร์ อย่าตัดหรือหนีบขดลวดสาย lead ระหว่างที่ประกอบหรือติดตั้ง

D¶ แหล่งจ่ายไฟและตู้ควบคุม

- ☐ A. ตรวจสอบว่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ, เฮิรทซ์ (Hertz) และ kVA capacity ให้ตรงกับความต้องการของมอเตอร์
- ☐ B. ตรวจสอบกล่องควบคุม hp และแรงดันไฟฟ้าให้ตรงกับมอเตอร์ (3 สายเท่านั้น)
- ☐ C. ตรวจสอบว่าการติดตั้งระบบไฟและตู้ควบคุมจะเป็นไปตามข้อบังคับความปลอดภัยและสอดคล้องกับข้อกำหนดมอเตอร์ รวมไปถึงฟิวส์และขนาดของเบรคเกอร์ และการป้องกันมอเตอร์ Overload การเชื่อมต่อท่อโลหะและอุปกรณ์ทางไฟฟ้าทั้งหมดเข้ากับแหล่งจ่ายไฟที่ลงกราวน์เป็นการป้องกันอันตรายจากการช็อต โดยปฏิบัติตาม National และ Local code.

5. การป้องกันฟ้าผ่าและไฟกระชาก

- ☐ A. ใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก ฟ้าผ่าบนปั๊มซับเมอร์สทุกตัว อย่างเหมาะสม สำหรับมอเตอร์ 5 hp และเล็กกว่า จะมีเครื่องหมายภายในอุปกรณ์ว่า "ได้ติดตั้งอุปกรณ์ ป้องกันไฟกระชาก"
- ☐ B. อุปกรณ์ที่ต่อกราวน์ ทั้งหมดบนพื้นกับขดลวดทองแดงที่ต่อตรงไปยังมอเตอร์ หรือไปยังท่อหย่อนโลหะ ซึ่งจะอยู่ต่ำกว่าระดับการสูบน้ำในบ่อ การเชื่อมต่อท่อนกราวน์ ไม่ได้เป็นการป้องกันไฟกระชากที่ดี

6. สายเคเบิลที่หย่อนลง

- ☐ A. ใช้สายเคเบิลซับเมอร์สที่มีขนาดตามบังคับและตารางสายเคเบิล ดูจากหน้า 11 และ 16-21
- ☐ B. รวมสายกราวด์ ถึงกับมอเตอร์ และตัวป้องกันไฟกระชากที่ถูกเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหากจำเป็นด้วย Code ต่ อสายกราวด์ กับปั๊มที่ทำงานนอกบ่อหลุมเจาะเสมอ

7. การหล่อเย็นมอเตอร์

- ☐ A. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการติดตั้งมีการระบายความร้อนของมอเตอร์อย่างเพียงพอ ดูหน้า 6 สำหรับรายละเอียด

เลขที่ฟอร์ม 3656 04/2013 © 2013 Franklin Electric Co., Inc.
เนื้อหานี้อาจทำซ้ำทั้งหมดเพื่อวัตถุประสงค์ส่วนบุคคลและเพื่อการศึกษารวมถึงการทำซ้ำในข้อกำหนดทางเทคนิคและคู่มือ โดยไม่ได้รับอนุญาตล่วงหน้า ซึ่งมีเงื่อนไขว่าประกาศเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ข้างต้นนั้นรวมอยู่ในสำเนาทั้งหมดหรือบางส่วนที่สำคัญของเนื้อหา สงวนลิขสิทธิ์อื่น ๆ

ฟอร์ม 3656

รายการการตรวจสอบการติดตั้งปั๊มซับเมอร์ส

8. การติดตั้งปั๊มและมอเตอร์

☐ A. สาย Motor lead ประสานกับสาย Supply cable โดยใช้ตัวประสานเกรดที่ใช้กับอุปกรณ์ทางไฟฟ้า หรือตัวประสานแบบบีบอัด และพันด้วยเทปที่กันน้ำหรือกาวหุ้มด้วยท่อหด ตามที่แสดงในมอเตอร์หรือข้อมูลการติดตั้งปั๊ม

☐ B. ซัพพอร์ทสายเคเบิลจนถึงท่อส่งในทุกๆ 10 ฟุต (3 เมตร) ด้วย Strap หรือสายรัดหรือเทปที่แข็งแรงพอที่จะป้องกันไม่ให้เกิดการหย่อน ใช้การ Padding ระหว่างสายเคเบิลและสายรัดโลหะ

☐ C. แนะนำให้ใช้เช็ควาล์วในด้านของท่อส่งน้ำ อาจจะต้องใช้เช็ควาล์วมากกว่าหนึ่งตัว ขึ้นอยู่กับ Rating ของวาล์วและ Setting ของปั๊ม ดูรายละเอียดในหน้าที่ 5

☐ D. ประกอบข้อต่อท่อทั้งหมดให้แน่น เพื่อป้องกันการคลายเกลียวจากแรงบิดของมอเตอร์ แรงบิดควรมีอย่างน้อย 10 ปอนด์ฟุตต่อแรงม้า (2 เมตร - กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์)

☐ E. ตั้งปั๊มให้ต่ำกว่าระดับการสูบน้ำที่ต่ำที่สุด เพื่อให้มั่นใจว่าทางเข้าของปั๊มจะมีค่า NPSH (หรือ Net Positive Suction Head) อย่างน้อยตามที่ผู้ผลิตปั๊มได้ระบุไว้

☐ F. ตรวจสอบความต้านทานของฉนวน (Insulation resistance) เนื่องจากชุดประกอบปั๊มและมอเตอร์จะลดลงเมื่อหย่อนลงในบ่อ ปั๊มควรอยู่ห่างจากก้นบ่ออย่างน้อย 10 ฟุต (3 เมตร) เพื่อห่างจากตะกอนก้นบ่อที่เกิดขึ้น ความต้านทานอาจจะลดลงทีละน้อยเมื่อสายเคเบิลหย่อนลงน้ำ แต่ความเป็นไปได้ในการหย่อนเคเบิล หรือความเสียหายของสายมอเตอร์ Lead ดูรายละเอียดหน้า 45

9. ภายหลังการติดตั้ง

☐ A. ตรวจสอบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและท่อข้อต่อทั้งหมด และชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนการสตาร์ทปั๊ม

☐ B. สตาร์ทปั๊มและเช็คแอมป์ของมอเตอร์และการสูบส่งของปั๊ม ถ้าปกติให้ปั๊มทำงานต่อไปจนกว่าการสูบส่งจะทำงานปกติ ถ้าหากปั๊ม 3 เฟสสูบส่งน้ำได้น้อย อาจจะเป็นที่การรันแบบย้อนกลับ (Backward) ซึ่งการหมุนอาจจะหมุนย้อนกลับทิศ (เมื่อปิดเครื่อง) โดยการสลับการเชื่อมต่อของสาย Lead มอเตอร์สองเส้นกับแหล่งจ่ายไป

☐ C. ตรวจสอบมอเตอร์ 3 เฟสสำหรับ Current balance ภายใน 5% ของค่าเฉลี่ย โดยใช้คำแนะนำของผู้ผลิตมอเตอร์ หากไม่ balance มากกว่า 5% จะทำให้อุณหภูมิของมอเตอร์สูงขึ้น และอาจทำให้เกิดการทริป Overload, การสั่น และอายุการใช้งานที่ลดลง

☐ D. ตรวจสอบว่าการสตาร์ท การรัน และการหยุดไม่ทำให้เกิดการสั่นหรือการช็อตของระบบไฮดรอลิคอย่างมีนัยสำคัญ

☐ E. หลังจากใช้เวลาอย่างน้อย 15 นาทีในการรัน ให้ตรวจสอบเอาต์พุตของปั๊ม, อินพุตไฟฟ้า, ระดับของการสูบน้ำ และลักษณะอื่นๆ จะต้องมีความเสถียรตามที่มีการระบุไว้

วันที่ _____ เขียนโดย _____

หมายเหตุ _____

_____

_____

_____

_____

_____

เลขที่ฟอร์ม 3656 04/2013 © 2013 Franklin Electric Co., Inc.
เนื้อหานี้อาจทำซ้ำทั้งหมดเพื่อวัตถุประสงค์ส่วนบุคคลและเพื่อการศึกษารวมถึงการทำซ้ำในข้อกำหนดทางเทคนิคและคู่มือ โดยไม่ได้รับอนุญาตล่วงหน้า ซึ่งมีเงื่อนไขว่าประกาศเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ข้างต้นนั้นรวมอยู่ในสำเนาทั้งหมดหรือบางส่วนที่สำคัญของเนื้อหา สงวนลิขสิทธิ์อื่น ๆ

ฟอร์ม 2207

บันทึกการติดตั้งมอเตอร์ซับเมอร์ส

RMA NO. _____

ชื่อผู้ติดตั้ง _____ ชื่อเจ้าของ _____

ที่อยู่ _____ ที่อยู่ _____

เมือง _____ รัฐ _____ รหัสไปรษณีย์_____ เมือง _____ รัฐ_____ รหัสไปรณีย์_____

เบอร์โทรศัพท์ (____) _____ แฟลกซ์ (____) _____ โทรศัพท์ (____) _____แฟลกซ์ (____)_____

ชื่อติดต่อ _____ ชื่อติดต่อ _____

ชื่อของบ่อ/ID _____ วันที่ทำการติดตั้ง _____ วันที่มีอาการเสีย _____

อุณหภูมิของน้ำ _____°C

มอเตอร์:

เลขมอเตอร์: _____ รหัสการผลิต _____ kW _____ Voltage _____ Phase _____

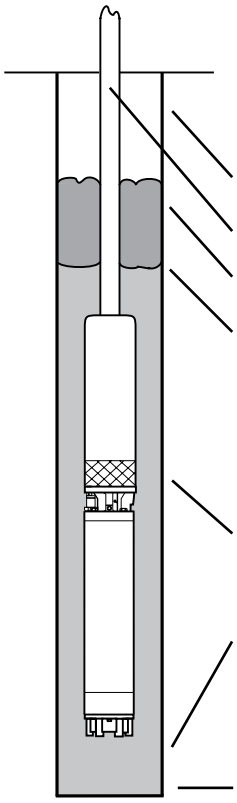
เครื่องสูบน้ำ:

ผู้ผลิต _____ เลขรุ่น _____ เลขกราฟ _____ อัตรา: _____ ลิตรต่อนาที@ _____เมตร TDH

NPSHr _____ เมตร NPSHa _____ เมตร สูบส่งได้จริง _____ลิตรต่อนาที @ _____ psi

รอบในการทำงาน _____เปิด (นาที/ชั่วโมง) _____ปิด (นาที/ชั่วโมง)

ชื่อของคุณ _____ วันที่ _____/_____/____



ข้อมูลบ่อ:

Total Dynamic Head _____เมตร

เส้นผ่าศูนย์กลางของเคส_____ มม.

เส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่หย่อน _____มม.

ระดับ Static Water _____เมตร

ระดับ Drawdown (pumping) Water ____เมตร

Checkvalves ที่ _____&_____&

_____&_____เมตร

❑ Solid ❑ Drilled

ระดับช่องทางเข้าปั๊ม _____เมตร

ปลอกช่วยการไหล: ____ไม่____ใช่, ขนาด. _____มล.

ความลึกเคส_____เมตร

❑ Well Screen ❑ Perforated Casing

จาก_____ถึง____ฟุต. & _____ถึง_____เมตร

ความลึกบ่อ_____เมตร

กรุณาวาดระบบประปาหลังหย่อนลงบ่อ (เช็ควาล์ว, วาล์วปีกผีเสื้อ, ถังควบคุมแรงดัน อื่นๆ) และระบุการติดตั้งของแต่อุปกรณ์

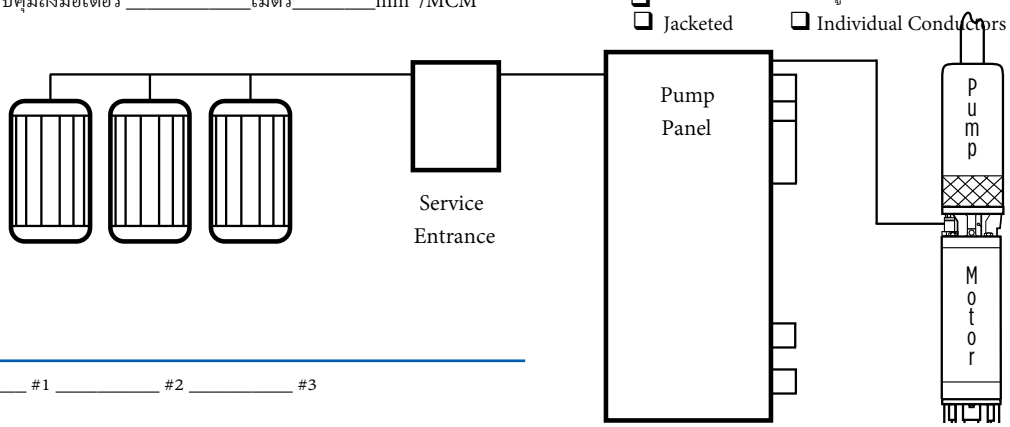
ฟอร์ม 2207

บันทึกการติดตั้งมอเตอร์ซับเมอร์ส

Power Supply:

เคเบิล: ทางเข้าช่อง Service ถึงกล่องควบคุม _____เมตร _____ mm^2/MCM ❑ ทองแดง ❑ อลูมิเนียม
❑ Jacketed ❑ Individual Conductors

เคเบิล: กล่องควบคุมถึงมอเตอร์ _____เมตร_____mm^2/MCM ❑ ทองแดง ❑ อลูมิเนียม
❑ Jacketed ❑ Individual Conductors



หม้อแปลง:

kVA _____ #1 _____ #2 _____ #3

Initial Megs
(motor & lead) T1_____T2_____T3_____

Final Megs
(motor, lead & cable) T1_____T2_____T3_____

แรงดันไฟฟ้าที่เข้ามา (Incoming Voltage):

No Load L1-L2_____ L2-L3_____L1-L3_____
Full Load L1-L2_____ L2-L3_____L1-L3_____

Running Amps:

HOOKUP 1: Full Load L1_____L2_____L3_____ %
Unbalance_____

HOOKUP 2: Full Load L1_____L2_____L3_____ %
Unbalance_____

HOOKUP 3: Full Load L1_____L2_____L3_____ %
Unbalance_____

ขนาดของสายกราวน์ _____mm^2/MCM
การป้องกันไฟกระชากมอเตอร์ (Motor Surge Protection) ❑ Yes ❑ No

ตู้ควบคุม (Control Panel):

ผู้ผลิตตู้ Panel _____
Short Circuit Device
❑ Circuit Breaker Rating_____Setting_____
❑ Fuses Rating_____ ประเภท _____
❑ Standard ❑ Delay

ผู้ผลิต Starter _____ _
ไซต์ของ Starter _____
ประเภทของStarter ❑ Full Voltage ❑ Autotransformer
❑Other:_____Full Voltage in _____sec

ผู้ผลิต Heater _____ _
Number_____Adjustable Set at _____amps

Subtrol-Plus ❑ไม่ ❑ใช่ เลขลงทะเบียน _____
ถ้าใช่, Overload Set? ❑ไม่ ❑ใช่ Set ที่ _____amps
Underload Set?❑ไม่ ❑ใช่ Set ที่ _____amps

Controls ลูกลงกราวน์ถึง:
❑ Well Head ❑ Motor ❑ Rod ❑ Power Supply

Variable Frequency Drives:

ชื่อผู้ผลิต_____ รุ่น _____ Output Frequency: _____ Hz Min _____ Hz Max Cooling

Flow at Min. Freq. _____ Cooling Flow at Max. Freq._____

Approved Overload: ❑ Built-in _____ ❑ External Model: (per above) ❑ Cables: (per above) Set Amps _____

Start Time _____sec Stop Mode ❑ Coast _____sec ❑ Ramp _____ sec

❑ Output filter _____ ❑ Reactor _____% Make _____ Model _____ ❑ None

โหลดแอมป์สูงสุด:

Drive Meter Input Amps Line 1 _____ Line 2 _____ Line 3 _____

Drive Meter Output Amps Line 1 _____ Line 2 _____ Line 3 _____

Test Ammeter Output Amps Line 1 _____ Line 2 _____ Line 3 _____

Test Ammeter Make _____ Model _____

ฟอร์ม 2207

บันทึกการติดตั้งมอเตอร์ซับเมอร์ส

การบันทึกการติดตั้งมอเตอร์ซับเมอร์ส

วันที่ _____ /_____/ _____ เขียนโดย _____ RMA No. _____

การติดตั้ง

เจ้าของ/ผู้ใช้งาน _____ เบอร์โทรศัพท์ (_____) _____

ที่อยู่ _____ เมือง _____

รัฐ _____ รหัสไปรษณีย์ _____ ประเทศ_____

ไซต์ที่ติดตั้ง _____

ชื่อติดต่อ _____ เบอร์ติดต่อ (_____) _____

ระบบการใช้งาน_____

_____

ผู้ผลิตระบบโดย _____ รุ่น _____ Serial No. _____

Supplied โดย_____ เมือง _____

รัฐ _____ รหัสไปรษณีย์ _____ ประเทศ _____

มอเตอร์

เลขมอเตอร์ _____ Serial No. _____ Date Code _____

แรงม้า/กิโลวัตต์_____ Voltage _____ ❑ Single-Phase ❑ Three-Phase

ความสูงของไดอะแฟรมมอเตอร์_____ ❑ in ❑ mm ความสูงเพลามอเตอร์ _____ ❑ นิ้ว ❑ มม.

Slinger เอาออกหรือไม่? ❑ใช่ ❑ไม่ Check Valve Plug เอาออกหรือไม่? ❑ใช่ ❑ไม่ เส้นผ่าศูนย์กลางมอเตอร์ _____ นิ้ว

มอเตอร์มีการเติมสารละลายกำจัดไอออน: ❑ใช่ ❑ไม่

ปั๊ม

ผู้ผลิต _____ Model _____ Serial No. _____

จำนวนชั้น _____ เส้นผ่าศูนย์กลาง _____ อัตราการไหล _____ GPM ที่ _____ TDH

เส้นผ่าศูนย์กลางภายในเคส Booster _____ Material Construction _____

อุปกรณ์ควบคุมและการป้องกัน

Subtrol? ❑ใช่ ❑ไม่ ถ้าใช่ , เลขการลงทะเบียนการรับประกัน _____

ถ้าใช่, ชุด Overload ❑ ใช่ ❑ ไม่_____ ชุด ที่ _____

ชุด Underload? ❑ ใช่ ❑ ไม่ _____ ชุด ที่ _____

Reduced Voltage Starter? ❑ ใช่ ❑ไม่ ถ้าใช่ , ประเภท _____

Mfr._____ Starting_____% Full Voltage Ramp up to Full Voltage In _____ วินาที

Variable Frequency Drive? ❑ ใช่ ❑ไม่ ถ้าใช่ Mfr. _____ รุ่น _____

Accel. Time 0 to 30 Hz:_____ Sec. Max Freq._____Volt/Hz

Decel. Time 30 to 0 Hz:_____ Sec. Min Freq._____Volt/Hz

Volt/Hz Profile: _____

Magnetic Starter/Contactor Mfr. _____ รุ่น _____Size_____

Overload Mfr. _____ Ambient Compensated ❑ใช่ ❑ไม่

Overload Class 10 Rated ❑ใช่ ❑ไม่ Htr No._____ ถ้าปรับ Overload เ ซ็ทไว้ที่ _____

Circuit Protection ❑Fuse ❑Breaker Mfr._____ Size_____ ประเภท_____

Lightning/Surge Arrestor Mfr. _____ รุ่น _____

Controls Are Grounded to _____ with No. _____ Wire

ฟอร์ม 3655

บันทึกการติดตั้งมอเตอร์ซับเมอร์ส

ต้องการ Inlet Feed Water Temp Control Mfr._____ รุ่น _____

เซ็ทไว้ที่ _____ ❑ °F ❑ °C Delay_____ วินาที

Inlet Pressure Control Required Ea. Mtr.	Mfr._____	รุ่น _____	Set_____ PSI	Delay_____	วินาที
Outlet Flow Control Required Ea. Mtr.	Mfr_____	รุ่น _____	Set_____ GPM	Delay_____	วินาที
Outlet Pressure Control Required Ea. Mtr.	Mfr._____	รุ่น _____	Set_____ PSI	Delay_____	วินาที
Inlet Flow Control (ตัวเลือก) ถ้าใช่,	Mfr._____	รุ่น _____	Set_____ GPM	Delay_____	วินาที

Flushing

เป็น flushing cycle หรือไม่? ❑ ใช่ ❑ ไม่

ถ้าใช่, Flushing เกิดขึ้น:

Pre-Operation ❑ใช่ ❑ ไม่ ถ้าใช่, _____ Duration in Min _____ gpm or _____ psi

Post-Operation ❑ใช่ ❑ ไม่ ถ้าใช่, _____ Duration in Min _____ gpm or _____ psi

Chemicals ❑ ใช่ ❑ไม่ ถ้าใช่, list _____Motor Duty Cycle:

Starts ต่อ 24 ชั่วโมง _____Time Between Shutdown & Start-up _____

ตรวจสอบความเป็นฉนวน (Insulation check)

Initial Megs: Motor & Motor Lead Only	T1_____	T2_____	T3_____
Installed Megs: Motor, Motor Lead, & Cable	T1_____	T2_____	T3_____
Motor Phase ถึง Phase Resistance	T1-T2 _____	T1-T3 _____	T2-T3_____

Voltage To Motor

Non-Operating:	T1-T2_____	T1-T2_____	T2-T3_____
Operating At Rated Flow _____ gpm	T1-T2_____	T1-T2_____	T2-T3_____
Operating At Open Flow _____ gpm	T1-T2_____	T1-T2_____	T2-T3_____

Amps To Motor

Operating At Rated Flow _____ gpm	T1 _____	T2 _____	T3 _____
Operating At Open Flow _____ gpm	T1 _____	T2 _____	T3 _____

การอ่าน Current System

Inlet Pressure _____psi Outlet Pressure _____ psi Water Temperature _____ ❑ °F ❑ °C

การรับประกันมอเตอร์ 3 เฟส จะเป็นโมฆะ เว้นแต่มีการใช้ Subtrol หรืออุปกรณ์การป้องกันการทริปที่เหมาะสมสำหรับมอเตอร์ 3 เส้น

ถ้าคุณมีคำถามหรือปัญหา สามารถโทรหาได้ฟรีที่ Franklin Electric Hot Line: 1-800-348-2420

ความคิดเห็น:_____

_____

_____

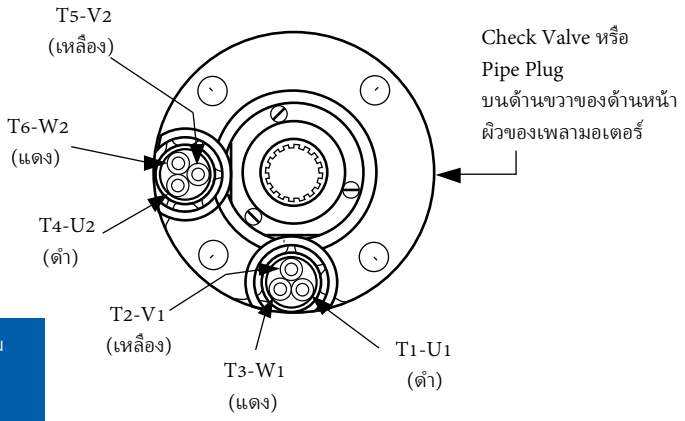
_____

_____

โปรดแนบภาพร่างของระบบ

การพิจารณาสาย Lead มอเตอร์ 3-เฟส

90° Lead Spacing

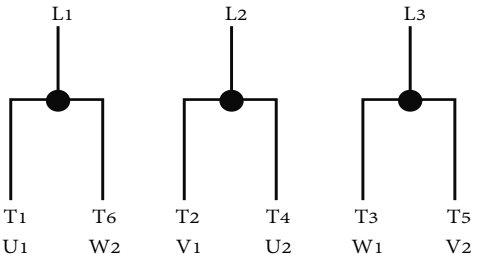


คำเตือน: เมื่อติดตั้งมอเตอร์ 6-lead ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ที่มั่นใจว่ามีการระบุรายละเอียดของสาย Lead ที่ผิว สาย lead จะถูกทำเครื่องหมายไว้และถูกเชื่อมต่อกับแต่ละไดอะแกรมสาย Lead มอเตอร์จะไม่เชื่อมต่อสีแดงกับสีแดง, สีเหลืองกับสีเหลือง เป็นต้น

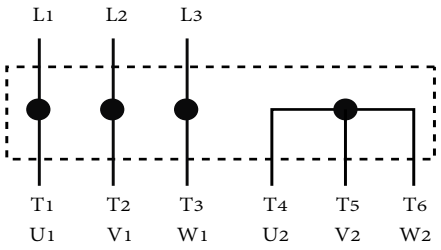
รูปที่ 10

ไลน์การเชื่อมต่อ (Line Connections) — มอเตอร์ 6-Lead

การเชื่อมต่อสำหรับไลน์การสตาร์ท, การรัน และการสตาร์ทที่แรงดันไฟฟ้าลดลงใดๆ ยกเว้นสตาร์เตอร์ประเภท Wye-Delta



Wye-DELTA starters เชื่อมต่อกับมอเตอร์ดังที่แสดงด้านล่างในระหว่างที่กำลังสตาร์ท จากนั้นเปลี่ยนเป็นการเชื่อมต่อที่กำลังรันอยู่ทางด้านซ้าย



สาย Lead มอเตอร์แต่ละเส้น คือถูกทำตัวเลขไว้ กับสองเครื่องหมาย หนึ่งอันใกล้กับปลายของแต่ละด้าน การหมุนแบบย้อนกลับให้ทำการสลับการเชื่อมต่อของไลน์ทั้งสองเส้น

ตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้า (Reduced Voltage Starters)

มอเตอร์ซับเมอร์สแบบ 3 เฟสของแฟรงคลินเหมาะสำหรับการสตาร์ทแบบ Full-Voltage ภายใต้เงื่อนไขนี้ความเร็วมอเตอร์จะเริ่มจากศูนย์ถึงความเร็วสูงสุดภายในครึ่งวินาที หรือน้อยกว่า กระแสของมอเตอร์จะเริ่มจากศูนย์ถึงแอมป์ที่โรเตอร์ล็อคไว้ หลังจากนั้นจะลดลงถึงแอมป์ที่รันนิ่งที่ความเร็วสูงสุด นี้อาจจะทำให้ไฟตก ทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงชั่วขณะที่อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ และหม้อแปลงจ่ายกำลังไฟเกิดการช็อต

ในบางกรณี บริษัทที่ผลิตพลังงานอาจจะต้องการตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้า เพื่อจำกัดแรงดันไฟฟ้าตก นอกจากนี้ยังมีบางครั้งที่ตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้าอาจเป็นที่ต้องการเพื่อลดแรงบิดการสตาร์ทของมอเตอร์ (motor starting torque) จึงเป็นการลดความเครียด (stress) ของเพลา, คัปปิ้ง (Couplings), และท่อทางออก ตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้ายังชะลอความเร็วของน้ำอย่างรวดเร็วเมื่อสตาร์ทอัพที่ช่วยควบคุม Upthrust และ Water hammer

ตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้าอาจจะไม่จำเป็นต้องใช้ถ้าหากใช้ความยาวสายเคเบิลสูงสุดตามที่แนะนำ ด้วยความยาวสายเคเบิลสูงสุดที่แนะนำ มีแรงดันไฟฟ้าตกในสายเคเบิล 5% ที่แอมป์ที่กำลังรัน เป็นผลให้เกิดการลดลง 20% ในกระแสในการสตาร์ทและลดลง 36% ในแรงบิดในการสตาร์ท เมื่อเทียบกับแรงดันไฟฟ้าที่มอเตอร์กำหนด นี่อาจเป็นการลดลงที่เพียงพอในกระแสของการสตาร์ท ดังนั้นตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้าจึงไม่จำเป็น

มอเตอร์แบบสาย lead 3 เส้น: Autotransformer หรือ Solid-state ตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้าอาจจะนำมาใช้สำหรับ Soft-starting มอเตอร์ 3 เฟส

เมื่อมีการใช้ตัว Autotransformer starters ควรให้มอเตอร์มีแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อย 55% เพื่อให้แน่ใจว่ามีแรงบิดในการสตาร์ทเพียงพอ ตัว Autotransformer starters จะมี 65% และ 80% Taps การตั้งค่า Taps ใน Starters เหล่านี้ขึ้นอยู่กับ % ของความยาวสายเคเบิลสูงสุดที่ยอมรับได้ที่ใช้ในระบบ ถ้าความยาวของสายเคเบิลน้อยกว่า 50% ของค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ ทั้ง 65% และ 80% Taps อาจจะถูกใช้งาน, เมื่อความยาวสายเคเบิลที่มากกว่า 50% ที่ยอมรับได้ 80% Taps ควรจะถูกใช้งาน

มอเตอร์สาย Lead 6 เส้น: Starters แบบ Wye-Delta ใช้กับมอเตอร์สาย Lead 6 เส้น แบบ Wye-Delta มอเตอร์ทั้งหมด 6 และ 8 นิ้ว 3 เฟสของแฟรงคลินเป็นสาย Lead 6 เส้นแบบ Wye-Delta สอบถามรายละเอียดได้จากแฟรงคลิน ส่วน Winding starters จะไม่สามารถทำงานร่วมกันกับมอเตอร์ซับเมอร์สของแฟรงคลินได้และไม่ควรใช้งานด้วย

ไม่แนะนำให้ใช้ตัว Wye-Delta Starters ประเภท Open-transition ซึ่งจะรบกวน power ชั่วขณะในระหว่างรอบการสตาร์ท ประเภท Closed-transition จะไม่มีการรบกวนของ power ระหว่างรอบการสตาร์ทและสามารถใช้งานได้ ผลเป็นที่น่าพอใจ

ตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้า มีการตั้งค่าปรับค่าได้ สำหรับการเร่งความเร็วของเวลาโดยปกติจะตั้งค่าไว้ที่ 30 วินาที พวกเขาจะต้องปรับเพื่อให้มอเตอร์อยู่ที่แรงดันไฟฟ้าเต็มพิกัดภายในสามวินาทีสูงสุด เพื่อป้องกันการสึกหรอของ Radial และ Thrust bearing ที่มากเกินไป

ถ้าใช้ Subtrol-Plus หรือ SubMonitor เป็นการเร่งเวลา ต้องเซ็ทเป็นสองวินาทีสูงสุด เนื่องจากเวลาการตอบสนองของ Subtrol-Plus หรือ Submonitor เป็น 3 วินาที

Solid-state starters AKA soft starts อาจจะทำงานร่วมกันไม่ได้กับ Subtrol-plus/SubMonitor อย่างไรก็ตามอาจจะมีใช้ในบางกรณีให้ปรึกษาเพิ่มเติมกับทางโรงงาน

ช่วงปิดการใช้งาน คำแนะนำของทางแฟรงคลิน คือการนำปิดพาวเวอร์และให้และมอเตอร์หมุนลงอย่างช้าๆ การหยุดมอเตอร์โดยลดแรงดันไฟฟ้าลงสามารถทำได้ แต่ควรจำกัดไว้ไม่เกินสูงสุดที่สาม (3) วินาที

ระบบปั๊มบูสเตอร์แบบ Inline

1. มอเตอร์บูสเตอร์ (Booster motors) นั้นออกแบบมาเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานบูสเตอร์ เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการใช้งานระบบ Reverse Osmosis มอเตอร์เหล่านี้เป็นผลมาจากการพัฒนาถึงสองปีและนำมูลค่าเพิ่มและความทนทานมาสู่ระบบโมดูลบูสเตอร์ มอเตอร์เหล่านี้ใช้ได้เฉพาะกับ OEM หรือผู้จัดจำหน่ายที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการออกแบบระบบโมดูลบูสเตอร์และเป็นไปตามข้อกำหนดในคู่มือการใช้งานของแฟรงคลิน

2. มอเตอร์ Hi-Temp มีคุณสมบัติการออกแบบภายในมากมายสำหรับมอเตอร์บูสเตอร์ ความยาวที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้การควบคุมอุณหภูมิสูงขึ้นทำได้ดีขึ้น และระบบการ Sealing ของ Sand Fighter ให้ความต้านทานการเสียดสี (Abrasion resistance) ที่ดีขึ้น เงื่อนไขเหล่านี้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองนี้มักเกิดขึ้นในการใช้งานในบรรยากาศเปิด เช่น ทะเลสาบ, บ่อ เป็นต้น

3. มอเตอร์แนวตั้งมาตรฐานในการใช้งานในบ่อน้ำ (30-93 kW) สามารถปรับให้ทำงานเข้ากับงานที่ไม่ใช่แนวตั้ง เมื่อใช้งานตามแนวทางด้านล่าง อย่างไรก็ตาม จะมีความอ่อนไหวกับการใช้งานเมื่อเทียบกับการออกแบบสองข้างต้น

มอเตอร์ทั้งหมดที่กล่าวไว้ด้านบนจะต้องใช้ตามแนวทางที่ระบุไว้ด้านล่าง นอกจากนี้สำหรับทุกๆ การใช้งานที่ใช้มอเตอร์ในระบบที่ถูกซีล (Sealed system) ฟอร์ม การติดตั้งมอเตอร์ซับเมอร์สบูสเตอร์ (ฟอร์ม 3655) หรือเทียบเท่าต้องดำเนินการให้เรียบร้อยเมื่อเริ่มต้นและรับโดยแฟรงคลิน อิเล็กทริก ภายใน 60 วัน Sealed system เป็นหนึ่งที่มอเตอร์และปั๊มจะถูกต่อเข้า กับปลอกและน้ำที่สูงเข้าสู่ปั๊มจะไม่เปิดสู่ชั้นบรรยากาศ

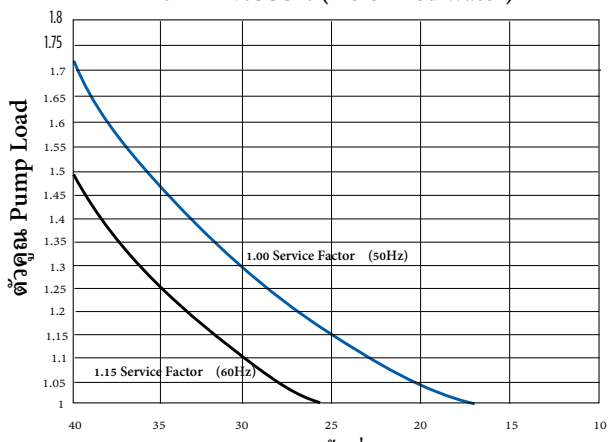
ระบบปั๊มบูสเตอร์แบบ inline (ต่อ)

ข้อกำหนดด้านการออกแบบและการดำเนินการ

1. **การทำงานที่ไม่ใช่แนวตั้ง:** การทำงานของเพลาแนวตั้ง (0°) ถึงแนวนอน (90°) เป็นที่ยอมรับตราบใดที่ปั๊มส่ง "แรงขับลง (down-thrust)" ลงไปที่มอเตอร์ภายในสามวินาทีหลังจากการสตาร์ทและต่อเนื่องระหว่างการใช้งาน อย่างไรก็ตามเป็นแนวปฏิบัติที่ดีที่จะให้ความชันทางในบวกเมื่อใดก็ตามที่เป็นไปได้ แม้ว่าจะไม่กี่องศาก็ตาม
2. **มอเตอร์, ปลอก, และระบบซับพอร์ทปั๊ม:** ปลอกบูสเตอร์ ID จะต้องมีขนาดตามการระบายความร้อนของมอเตอร์และข้อกำหนด NPSHr ของปั๊ม ระบบการซับพอร์ทจะต้องรับรองน้ำหนักของมอเตอร์, ป้องกันการหมุนของมอเตอร์และทำให้มอเตอร์และปั๊มอยู่ในแนวระดับเดียวกัน ระบบการซับพอร์ทจะต้องยอมให้มีการขยายตัวทางความร้อนในแนวแกนของมอเตอร์ โดยปราศจากการสร้างแรงยึดติด (Binding forces)
3. **จุดการซับพอร์ทมอเตอร์:** ต้องการจุดการซับพอร์ทอย่างน้อยสองจุดบนมอเตอร์ หนึ่งคือในบริเวณหน้าแปลนการเชื่อมต่อของปั๊มและมอเตอร์ และหนึ่งคือในบริเวณด้านท้ายของมอเตอร์ การหล่อมอเตอร์ไม่ใช่ที่บริเวณปลอก (shell area) จะถูกแนะนำให้เป็นจุดซับพอร์ท ถ้าหากการซับพอร์ท คือการรองรับ full length และ/หรือมี bands ในพื้นที่บริเวณปลอก จะต้องไม่ยับยั้งการถ่ายเทความร้อนและการเปลี่ยนรูปของ shell
4. **วัสดุซับพอร์ทมอเตอร์และการออกแบบ:** ระบบซับพอร์ทจะต้องไม่สร้างการเกิด Cavitation หรือลดการไหลลงน้อยกว่าอัตราขั้นต่ำที่กำหนดไว้ในคู่มือนี้ ควรมีการออกแบบให้ลดความปั่นป่วน (turbulence) และการสั่นสะเทือน (Vibration) และมีตั้งแนว (Alignment) ที่มั่นคง วัสดุซับพอร์ทและที่ตั้งจะต้องไม่ขัดขวางการถ่ายเทความร้อนออกจากมอเตอร์
5. **การตั้งแนวมอเตอร์และปั๊ม:** การตั้งแนวที่ไม่ถูกต้องสูงสุดที่ยอมรับได้ระหว่างมอเตอร์, ปั๊ม, และทางด้านส่งของปั๊ม คือ 2 มิลลิเมตร ต่อความยาว 1000 มิลลิเมตร (0.025 นิ้วต่อ 12 นิ้ว) ต้องวัดทั้งสองทิศทางตามการประกอบโดยใช้จุดเชื่อมหน้าแปลนมอเตอร์/ปั๊มเป็นจุดเริ่มต้น ปลอกบูสเตอร์และระบบซับพอร์ทต้องแข็งแรงพอที่จะรักษาการตั้งแนวในระหว่างการประกอบ การขนส่ง การดำเนินการและการซ่อมบำรุง
6. การหล่อลื่นมอเตอร์และการทนความร้อนที่ดีที่สุดนั้นคือมีการเติมสารละลายโพรพิลีนไกลคอลมาจากโรงงาน เฉพาะเมื่อการใช้งานต้องมีน้ำที่กำจัดไอออน (Deionized; DI) โรงงานควรจะเปลี่ยนสายละลายมาให้ เมื่อต้องการน้ำที่ปราศจากไอออน มอเตอร์จะต้องถูกลดกำลังลงเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผนภูมิด้านล่าง การแลกเปลี่ยนสารละลายในมอเตอร์ที่เติมเป็นน้ำ DI ต้องทำโดยเจ้าหน้าที่ของแฟรงคลินหรือตัวแทนที่ผ่านการอนุมัติ โดยใช้ระบบการเติมแบบสูญญากาศตามคำแนะนำของคู่มือสำหรับมอเตอร์แฟรงคลิน ผิวมอเตอร์นั้นจะต้องแสตมป์อย่างถาวรด้วย D ใกล้หลังหมายเลขซีเรียล

   ความดันสูงสุดที่สามารถนำไปใช้กับส่วนประกอบภายในของมอเตอร์ในระหว่างการนำสารละลายที่เติมจากโรงงานออกคือ 7 psi (0.5 bar)

Factor การลดพิกัด (Derating) สำหรับมอเตอร์ 8"Encapsulated ที่โรงงานจะต้องเติมน้ำปราศจากไอออน (Deionized water)



รูปที่ 11

ลำดับที่ 1: กำหนดอุณหภูมิน้ำที่ feed สูงสุดที่จะพบได้ในการใช้งานนี้ ถ้าหาก feed น้ำเกินอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดของมอเตอร์ ทั้งน้ำ DI และการใช้น้ำร้อนจะต้องได้รับการประยุกต์ใช้งาน

ลำดับที่ 2: ตรวจสอบตัวคูณโหลดปั๊มจากเส้นกราฟ Service factor ที่เหมาะสม (โดยทั่วไป 1.15 Service factor สำหรับ 60 Hz และ 1.00 Service factor สำหรับ 50 Hz)

ลำดับที่ 3: คูณด้วยตัวคูณของ Pump load ที่ระบุตัวเลขไว้บนแกนแนวตั้งเพื่อกำหนด Rate ขั้นต่ำของมอเตอร์บนเนมเพลท

ลำดับที่ 4: เลือกมอเตอร์กับเนมเพลทที่เท่ากับหรือสูงกว่าค่าที่คำนวณข้างต้น

7. **การปรับเปลี่ยนมอเตอร์ - Sand slinger และ Check Valve Plug:** ในมอเตอร์ขนาด 6" และ 8" ต้องถอดยาง Sand Slinger ที่อยู่บนเพลาออก หากปลั๊กท่อปิดวาล์วกำลังครอบคลุมตัว Check valve จะต้องนำออก มอเตอร์บูสเตอร์มีการดัดแปลงแบบนี้อยู่แล้ว
8. **ความถี่ของการสตาร์ท:** แนะนำให้สตาร์ทน้อยกว่า 10 ครั้งต่อระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้เวลาอย่างน้อย 20 นาที ระหว่างการปิดและการสตาร์ทมอเตอร์

ระบบปั๊มบูสเตอร์แบบ inline (ต่อ)

9. **Controls-Soft Starters และ VFDs:** ตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้า (Reduced voltage starters) และ Variable speed drives (VFD หรือ inverter drives) อาจใช้กับมอเตอร์ซับเมอร์ส แฟรงคลินแบบ 3 เฟส เพื่อลดกระแสในการสตาร์ท, upthrust, และความ เครียดเชิงกล (mechanical stress) ในระหว่างการสตาร์ท คำแนะนำสำหรับ การใช้งานกับมอเตอร์ซับเมอร์สนั้นแตกต่างจากการใช้งานมอเตอร์ปกติที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ อ้างอิงถึงคู่มือการใช้งานการติดตั้งและการบำรุงรักษา (AIM) ของ Franklin Electric ส่วนของตัวสตาร์ทเตอร์ลดแรงดันไฟฟ้า หรือการทำงานของปั๊มซับเมอร์สที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ และส่วนของอินเวอร์เตอร์ไดรฟ์สำหรับรายละเอียดเฉพาะ

10. **การป้องกันโอเวอร์โหลดมอเตอร์:** มอเตอร์แบบซับเมอร์สต้องการตัดการทำงานอย่างรวดเร็ว (Quick-trip overloads) ใน Class 10 ตามคู่มือ AIM ของแฟรงคลิน เพื่อเป็นการปกป้องมอเตอร์ สำหรับ Class 20 หรือโอเวอร์โหลดที่สูงกว่าจะไม่ยอมรับได้ ตัว Submonitor ของแฟรงคลินจะแนะนำให้ใช้งานอย่างมากสำหรับมอเตอร์ซับเมอร์สไซต์ใหญ่ๆ เนื่องจากจะสามารถตรวจจับความร้อนของมอเตอร์ได้โดยไม่ต้องเดินสายเพิ่มเติมใดๆ กับมอเตอร์ การใช้งานที่ใช้ซอฟต์สตาร์ทเตอร์กับ SubMonitor จำเป็นต้องใช้การ Start-up bypass ซึ่งต้องปรึกษารายละเอียดกับทางโรงงาน ตัว SubMonitor จะไม่สามารถใช้งานได้กับการใช้งานที่ใช้ VFD

11. **การป้องกันไฟกระชากมอเตอร์:** ไซด์ที่เหมาะสม, ต่อกราวน์และอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากจะต้องติดตั้งในไลน์ของชุดของบูสเตอร์ที่ใกล้กับมอเตอร์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งนี้คือความจำเป็นสำหรับทุกระบบรวมไปถึงระบบที่ใช้ซอฟต์สตาร์ทเตอร์ และไดรฟ์ที่ปรับความเร็วรอบได้ (หรือ Inverter drives)

12. **การเดินสายไฟ:** การประกอบสาย Lead ของแฟรงคลินจะมีแบบเดียวสำหรับการทำงานแบบจุ่มใต้น้ำถึงอุณหภูมิโดยรอบสูงสุดของมอเตอร์ และอาจทำให้เกิด Overheat และเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสียหายของอุปกรณ์ ถ้าทำงานในอากาศ การเดินสายใดๆ ที่ไม่ได้จมอยู่ใต้น้ำต้องเป็นไปตามรหัสสายไฟในประเทศและท้องถิ่น และแผนภูมิเคเบิลแฟรงคลิน ตาราง 8-9 (หมายเหตุ: ขนาดสายไฟ, ระดับ Rating ของสายไฟและระดับอุณหภูมิความเป็นฉนวน (Insulation temperature rating) จะต้องทราบ เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้งานในอากาศหรือท่อ โดยทั่วไปจะให้ความสำคัญกับขนาดและ Rating ของสายไฟ อย่างไรก็ตาม ถ้าระดับอุณหภูมิความเป็นฉนวนสูงขึ้น ความสามารถในการทำงานในอากาศและท่อก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

13. **เช็ควาล์ว (Checkvalve):** ต้องใช้เช็ควาล์วแบบสปริงโหลดในการสตาร์ทเพื่อลดมอเตอร์ Upthrusting, Water hammer, หรือในการใช้งานบูสเตอร์หลายๆ ตัวที่ต่อกันในแนวขนาน เพื่อป้องกันการไหลของน้ำที่ย้อนกลับ

14. **วาล์วระบายความดัน (Pressure Relief Valves):** ต้องใช้วาล์วระบายแรงดันและต้องเลือกเพื่อให้มั่นใจว่า เมื่อปั๊มเข้าสู่ระบบปิด มันจะไม่ถึงจุดที่มอเตอร์จะไม่มีการระบายความร้อนที่เพียงพอ

15. **ระบบการกำจัด (System Purge)(สามารถ Flooding):** ต้องติดตั้งวาล์วระบายอากาศที่ปลอกบูสเตอร์ เพื่อให้การ Flooding ได้สำเร็จก่อนสตาร์ทบูสเตอร์ เมื่อ Flooding เสร็จสิ้นเรียบร้อยบูสเตอร์ก็ควรจะเริ่มสตาร์ทและนำไปสู่การเกิดแรงดันในการทำงาน (Operating pressure) โดยเร็วที่สุดเพื่อลดระยะเวลาสภาวะของ Upthrust ไม่ควรปล่อยให้อากาศมารวมตัวในปลอกบูสเตอร์ เพราะจะไปป้องกันการระบายความร้อนที่เหมาะสมของมอเตอร์และทำความเสียหายอย่างถาวรกับมอเตอร์

16. **ระบบล้าง (System Flush) - ต้องไม่หมุนปั๊ม:** การใช้งานอาจใช้เป็นการ Flushing ที่การไหลต่ำๆ ไหลผ่านปลอกบูสเตอร์ต้องไม่หมุนใบพัดของตัวปั๊มและเพลามอเตอร์ หากการหมุนเกิดขึ้น ระบบของแบริ่งจะเสียหายอย่างถาวรและอายุการใช้งานของมอเตอร์จะสั้นลง ปรึกษาผู้ผลิตบูสเตอร์สำหรับอัตราการไหลที่สูงสุดผ่านปั๊ม เมื่อมอเตอร์ไม่ทำงาน

ตารางที่ 14 ตารางเคเบิลของแฟรงคลิน (ดูหน้า 12 สำหรับสายไฟ)

อุณหภูมิเคเบิล Rating (°C)	Motor Nameplate Rated Amps Full Load	6mm²		10mm²		16mm²		25mm²		35mm²	
		#10 AWG		#8 AWG		#6 AWG		#4 AWG		#2 AWG	
		In Air	In Conduit	In Air	In Conduit	In Air	In Conduit	In Air	In Conduit	In Air	In Conduit
75	3-LEAD (DOL)	40A	28A	56A	40A	76A	52A	100A	68A	136A	92A
	6-LEAD (Y-Δ)	69A	48A	97A	69A	132A	90A	173A	118A	236A	159A
90	3-LEAD (DOL)	44A	32A	64A	44A	84A	60A	112A	76A	152A	104A
	6-LEAD (Y-Δ)	76A	55A	111A	76A	145A	104A	194A	132A	263A	180A
125	3-LEAD (DOL)	66A	46A	77A	53A	109A	75A	153A	105A	195A	134A
	6-LEAD (Y-Δ)	114A	80A	133A	91A	188A	130A	265A	181A	337A	232A

ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมสูงสุด 30 °C กับความยาวสายเคเบิล 100 ฟุต หรือน้อยกว่า

ระบบปั๊มบูสเตอร์แบบ inline (ต่อ)

17. ระบบปั๊มบูสเตอร์แบบเปิด (Open Atmosphere Booster Pump Systems):

เมื่อติดตั้งบูสเตอร์ในทะเลสาบ, ถัง เป็นต้น ที่เปิดต่อความดันบรรยากาศ ระดับน้ำต้องมีเพียงพอกับเฮดความดัน (head pressure) ที่ยอมให้ปั๊มทำงานเหนือกว่า NPSHR ตลอดเวลาและตลอดช่วงฤดูกาล โดยต้องมีแรงดันขาเข้าที่เพียงพอก่อนที่จะเริ่มสตาร์ทบูสเตอร์

ข้อกำหนดของระบบการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง 4 ข้อสำหรับระบบซีลบูสเตอร์

1. **อุณหภูมิของน้ำ:** Feed น้ำผ่านบูสเตอร์แต่ละตัวจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องและจะไม่อนุญาตให้อุณหภูมิล้อมรอบสูงสุดเกินตามเนมเพลทที่ระบุบนมอเตอร์ตลอดเวลา หากอุณหภูมิในปากทางเข้าเกินกว่าอุณหภูมิล้อมรอบมอเตอร์ที่ระบุไว้บนเนมเพลท ระบบจะต้องตัดการทำงานทันที เพื่อป้องกันความเสียหายอย่างถาวรของมอเตอร์ หากคาดว่าอุณหภูมิของน้ำที่ป้อนเข้ามาสูงกว่าอุณหภูมิที่อนุญาติให้ใช้ มอเตอร์จะต้องถูกลดกำลังลง สามารถดูคู่มือ AIM ของแฟรงคลินได้ในหัวข้อของการใช้งานน้ำร้อนสำหรับการลดกำลังลง (การ feed น้ำที่มีอุณหภูมิสูง ยังมีเพิ่มเติมคือการแลกเปลี่ยนน้ำ DI ซึ่งโรงงานมอเตอร์จะต้องเปลี่ยนสารละลายเป็นน้ำ DI ด้วย)

2. **ความดันด้านขาเข้า:** ความดันด้านทางเข้าของแต่ละโมดูลบูสเตอร์จะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมันจะเป็นค่าบวกและสูงกว่า NPSHR (Net Positive Suction Head Requirement) ของตัวปั๊ม ต้องการอย่างน้อย 20 PSIG (1.38 บาร์) ตลอดเวลา ยกเว้น 10 วินาทีหรือน้อยกว่าเมื่อมอเตอร์สตาร์ทและเริ่มสร้างความดันให้เกิดขึ้นในระบบ แม้ในระหว่างช่วงเวลา 10 วินาที ความดันจะต้องคงอยู่ในระดับบวกและสูงกว่าค่า NPSHR (Net Positive Suction Head Requirement) ของตัวปั๊มเสมอ

   PSIG เป็นค่าจริงที่ปรากฏบนเกจวัดแรงดันในระบบท่อ PSIG คือความดันเหนือสภาวะบรรยากาศ หากไม่พบความต้องการความดันเหล่านี้ จะต้องยกเลิกการใช้งานมอเตอร์ทันทีเพื่อป้องกันความเสียหายถาวรกับมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์ได้รับความเสียหายก็มักจะไม่สังเกตเห็นได้ทันที แต่จะดำเนินต่อไปและส่งผลให้เกิดความเสียหายของมอเตอร์ก่อนกำหนด สัปดาห์หรือเดือนนึงหลังจากที่ได้รับความเสียหาย มอเตอร์ที่จะต้องเผชิญกับแรงดันที่เกิน 500 psi (34.47 บาร์) จะต้องผ่านการทดสอบแรงดันสูงเป็นพิเศษ ปรึกษาโรงงานได้สำหรับรายละเอียดและความพร้อมในการให้บริการ

3. **การไหลด้านทางออก:** อัตราการไหลสำหรับแต่ละปั๊มจะต้องไม่ลดลงต่ำกว่าความต้องการขั้นต่ำในการหล่อเย็นของมอเตอร์ หากความต้องการขั้นต่ำของการระบายความร้อนมอเตอร์มากกว่า 10 วินาที ระบบการทำงานจะต้องหยุดทันทีเพื่อป้องกันความเสียหายถาวรของมอเตอร์

4. **ความดันด้านทางออก:** ต้องตรวจสอบความดันทางด้านทางออกเพื่อให้แน่ใจว่า Downthrust load ที่ผลต่อมอเตอร์ภายใน 3 วินาทีหลังจากการสตาร์ทและต่อเนื่องระหว่างการทำงาน หากความดันด้านทางออกของมอเตอร์ มีไม่เพียงพอกับความต้องการได้ ระบบจะทำการตัดการทำงานทันที เพื่อป้องกับความเสียหายถาวรกับมอเตอร์

การทำงานของปั๊มซับเมอร์สที่สามารถปรับลดความเร็วได้, ไดร์ทอินเวอร์เตอร์ (Inverter Drives)

มอเตอร์แบบซับเมอร์สสามเฟสของแฟรงคลินสามารถทำงานได้จากไดร์ฟอินเวอร์เตอร์ที่ปรับรอบความถี่ได้เมื่อใช้งานภายใต้คำแนะนำด้านล่าง คำแนะนำเหล่านี้ขึ้นอยู่กับข้อมูล ณ. ปัจจุบันของแฟรงคลินสำหรับไดรฟ์อินเวอร์เตอร์, การทดสอบในห้องปฏิบัติการ, และการติดตั้งจริง , และจะต้องปฏิบัติตามการรับประกันเพื่อนำไปใช้กับการติดตั้งของไดรฟ์อินเวอร์เตอร์ การทำงานแบบปรับความเร็วรอบได้นั้นจะไม่แนะนำให้ใช้กับมอเตอร์ซับเมอร์ส two-wire และ three-wire ที่เป็นแบบ Single-phase

ความสามารถในการโหลด: โหลดของปั๊มไม่ควรเกิน Service factor amps บนเนมเพลทของมอเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่กำหนด

คำเตือน: อาจเกิดอันตรายจากการช็อตที่หน้าสัมผัสกับสายเคเบิลหุ้มฉนวนจากไดร์ฟ PWM ไปยังมอเตอร์ ซึ่งอันตรายนี้เกิดจากแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงของเอาต์พุตไดรฟ์ PWM

ช่วงความถี่: ต่อเนื่องระหว่าง 30 Hz และความถี่ที่กำหนด (50 หรือ 60 Hz) การดำเนินการความถี่ที่นอกเหนือจากนี้ ต้องปรึกษาโรงงานสำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม

โวลต์/เฮิร์ตซ์: ใช้โวลต์ที่ระบุบนเนมเพลทมอเตอร์และความถี่สำหรับการตั้งค่าพื้นฐานของไดรฟ์ ไดร์ฟหลายตัวมีวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ (Efficiency) ที่ความเร็วรอบที่ลดลงโดยลดแรงดันมอเตอร์ นี้คือโหมดปฏิบัติการที่ต้องการ

แรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นและเวลา หรือ dv/dt: จำกัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุดให้มอเตอร์ที่ 1,000 V และรักษาเวลาการเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 µsec, Stated ทางเลือก: รักษา dv/dt < 500 V/µsec ดูเพิ่มเติมที่ Filters หรือ Reactors

ข้อจำกัดของกระแสมอเตอร์: Load ไม่สูงกว่า Service factor amps บนเนมเพลทของมอเตอร์ สำหรับ 50 Hz แอมป์ที่สูงสุดบนเนมเพลทคือแอมป์ที่กำหนด ดูการป้องกันโอเวอร์โหลดเพิ่มเติมด้านล่าง

การป้องกันการโอเวอร์โหลดมอเตอร์: การป้องกันในไดร์ฟ (หรือติดตั้งแยก) จะต้องตั้งค่าการทริปภายใน 10 วินาทีที่ 5 เท่าของแอมป์สูงสุดของมอเตอร์บนเนมเพลทในสาย Line ใดๆ และการทริปภายใน 115% ของแอมป์สูงสุดบนเนมเพลทในสาย Line ใดๆ

Subtrol-Plus: ระบบการป้องกัน Subtrol-Plus ของแฟรงคลินไม่สามารถใช้งานบนการติดตั้ง VFD

สตาร์ทและหยุด:
หนึ่งวินาทีสูงสุดในการสตาร์ทขึ้นและเวลาที่ลดลงระหว่างการหยุดใช้งาน และ 30 Hz แนะนำการหยุดใช้งานด้วย Coast-down

การสตาร์ทต่อเนื่อง: ให้รอ 60 วินาทีก่อนการสตาร์ทใหม่

ตัว Filters หรือ Reactors: จำเป็นหากตรงตามเงื่อนไขทั้งสามข้อต่อไปนี้ คือ 1. แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 380 หรือสูงกว่า และ 2. ไดร์ฟใช้สวิตช์ IGBT หรือ BJT (เวลาเพิ่มขึ้น < 2 µsec) และ 3. สายเคเบิลจากไดร์ฟสู่มอเตอร์ มากกว่า 15.2 เมตร ตัว Filter ที่ผ่านได้น้อยจะดีกว่า ควรเลือก Filter หรือ Reactors ร่วมกับผู้ผลิตไดรฟ์และต้องได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการใช้งาน VFD

ความยาวของสายเคเบิล: ตามตารางสายไฟของแฟรงคลิน ยกเว้นแต่จะมีการใช้ Reactor ถ้าใช้สายเคเบิลยาวกับตัว Reactor จะเกิดแรงดันไฟฟ้าตกระหว่าง VFD และมอเตอร์ เพื่อชดเชยให้ตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าขาออก VFD ให้สูงกว่าระดับมอเตอร์ในสัดส่วนของ Impedance Reactor (แรงดันไฟฟ้า 102% สำหรับ Impedance 2% เป็นต้น)

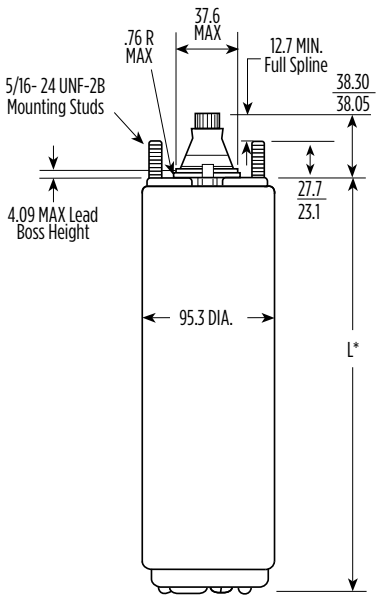
การหล่อเย็นมอเตอร์: สำหรับการติดตั้งที่มีการปรับการไหล, ปรับความดัน, อัตราการไหลต่ำสุดที่ต้องคงไว้ที่ความถี่บนเนมเพลท ในการปรับการไหล, การติดตั้งแรงดันที่คงที่, อัตราการไหลขั้นต่ำต้องคงไว้ที่สภาวะการไหลต่ำที่สุด ข้อกำหนดการไหลขั้นต่ำของแฟรงคลินสำหรับมอเตอร์ 4": 7.26 cm/sec. และ 6" และ 8": 15.24 cm/sec.

ความถี่ของผู้ให้บริการ: ใช้ได้กับไดร์ฟ PWM เท่านั้น ไดร์ฟเหล่านี้มักอนุญาตการเลือกของความถี่ผู้ให้บริการ ใช้ความถี่ของผู้ให้บริการที่ต่ำสุดของช่วงที่มีให้บริการ

เน็ตเลิ็ด: มอเตอร์ 3 เฟสของแฟรงคลินไม่ได้ประกาศว่าเป็นมอเตอร์ "Inverter duty" ตามมาตรฐาน NEMA MG1, Part 31 Standards อย่างไรก็ตามมอเตอร์ซับเมอร์สของแฟรงคลินสามารถใช้กับ VFD ได้โดยไม่มีปัญหาและ/หรือข้อกังวลเกี่ยวกับการรับประกันที่มีแนะนำบอกไว้

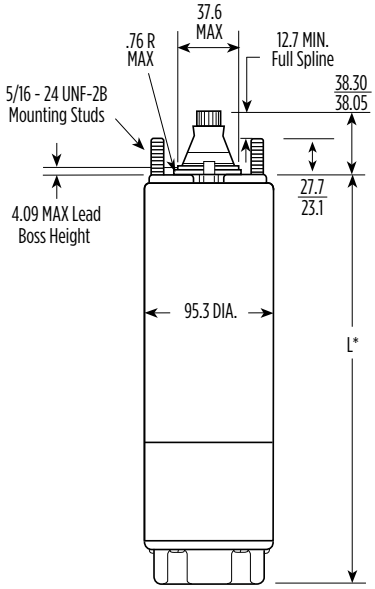
ขนาดมอเตอร์ 4" Super Stainless

(Standard Water Well)



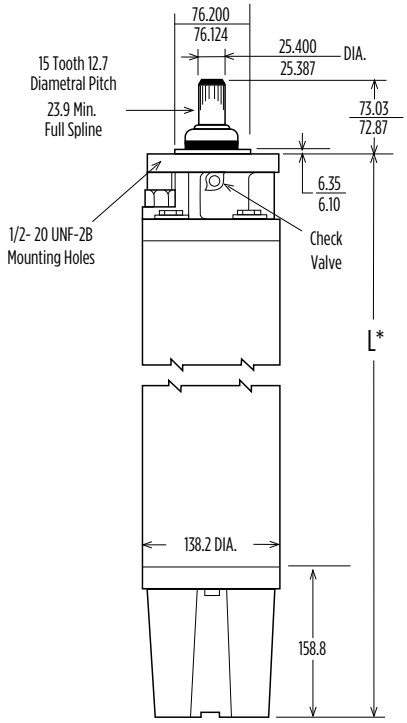
ขนาดมอเตอร์ 4" High Thrust

(Standard Water Well)



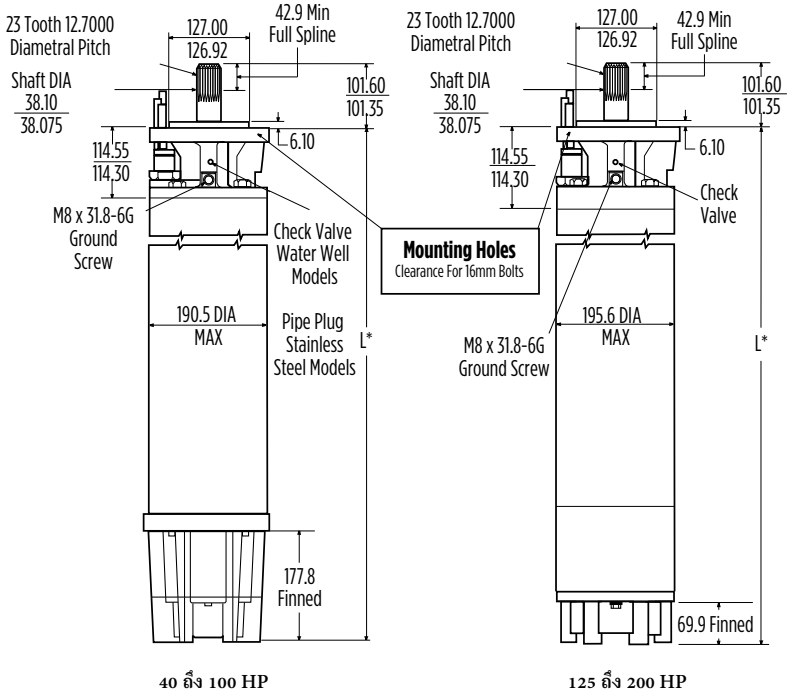
ขนาดมอเตอร์ 6"

(Standard Water Well)



ขนาดมอเตอร์ 8"

(Standard Water Well)



ขนาดเป็น มม. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

*** ความยาวของมอเตอร์และน้ำหนักการขนส่งมีอยู่ในหน้าเว็บไซต์ของ Franklin Electric (www.franklin-electric.com) หรือโทรสายด่วนของ Franklin ที่เบอร์ (800-348-2420)**

สำหรับทุกๆ มอเตอร์

การติดตั้ง

การเชื่อมต่อสายมอเตอร์ให้แน่นกับหัวน็อตหกเหลี่ยมแบบบาง (Jam Nut)

มอเตอร์ 4" กับหัวน็อตหกเหลี่ยมแบบบาง :
20 to 27 Nm (15 to 20 ft-lb)

มอเตอร์ 4" กับ 2 Screw Clamp Plate: 4.0 to 5.1 Nm (35 to 45 in-lb)

มอเตอร์ 6":
54 to 68 Nm (40 to 50 ft-lb)

มอเตอร์ 8" กับ 1-3/16" to 1-5/8" Jam Nut:
68 to 81 Nm (50 to 60 ft-lb)

มอเตอร์ 8" กับ 4 Screw Clamp Plate:

ใช้แรงบิดเพิ่มขึ้นกับสกูรเท่าๆ กันในรูปแบบกากบาดจนถึง 9.0 ถึง 10.2 Nm (80 ถึง 90 in-lb)

แรงบิดขันน็อตหกเหลี่ยมแบบบางที่แนะนำสำหรับการประกอบ เซ็ทการอัดตัวยางภายใน สองสามชั่วโมงแรกหลังจากการประกอบอาจจะลดแรงบิดของการขันน็อต นี้เป็นสภาวะปกติ ซึ่งไม่ได้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของซีลที่ลดลงและไม่จำเป็นต้องทำการขันน็อตให้แน่นซ้ำ แต่สามารถทำได้ในกรณีถ้าแรงบิดเดิมมีปัญหา

ไม่ควรนำการประกอบชุดสาย Lead นำกลับมาใช้ใหม่ ควรใช้การประกอบชุดสาย Lead ใหม่เท่านั้น เมื่อใดก็ตามที่สายถูกถอดออกจากมอเตอร์ เพราะว่าชุดยางและความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการถอด อาจจะขัดขวางการซีลใหม่ (Resealing) ของสาย Lead ตัวเก่า

มอเตอร์ทุกตัวที่ส่งคืนเพื่อประกอบการพิจารณาการรับประกัน จะต้องมีสาย Lead คืนกลับมาพร้อมมอเตอร์ด้วย

ปั๊มต่อมอเตอร์คัปปิ้ง (Pump to Motor Coupling)

ประกอบคัปปิ้งด้วยจารบีกันน้ำปลอดสารพิษรับรองด้วย FDA เช่น Mobile FM102, Texaco CYGNUS2661, หรือเทียบเท่า

การประกอบปั๊มกับมอเตอร์ (Pump to Motor Assembly)

หลังการประกอบมอเตอร์กับปั๊ม, แรงบิดในการขันประกอบจะเป็นไปตามดังนี้:

4" Pump and Motor: 14 Nm (10 lb-ft)

6" Pump and Motor: 68 Nm (50 lb-ft)

8" Pump and Motor: 163 Nm (120 lb-ft)

ความสูงของเพลาและ Free End Play (Shaft Height and Free End Play)

ตารางที่ 15

มอเตอร์	ความสูงเพลาปกติ		ขนาดความสูงของเพลา		Free End Play	
					Min.	Max.
4"	1 1/2"	38.1 mm	1.508" / 1.498"	38.30 / 38.05 mm	0.010" 0.25 mm	0.045" 1.14 mm
6"	2 7/8"	73.0 mm	2.875" / 2.869"	73.02 / 72.88 mm	0.030" 0.76 mm	0.050" 1.27 mm
8" TYPE 1	4"	101.6 mm	4.000" / 3.990"	101.60 / 101.35 mm	0.008" 0.20 mm	0.032" 0.81 mm
8" TYPE 2.1	4"	101.6 mm	4.000" / 3.990"	101.60 / 101.35 mm	0.030" 0.76 mm	0.080" 2.03 mm

ถ้าความสูงวัดจากพื้นของปั๊มที่ประกอบกับมอเตอร์คือต่ำ และ/หรือ เกินกว่า End play ที่กำหนด ส่วนของ Thrust Bearing ของมอเตอร์อาจจะเสียหายและควรเปลี่ยนใหม่

สาย Lead และเคเบิลของซับเมอร์ส (Submersible Leads and Cables)

คำถามที่พบบ่อยๆ คือ ทำไมสาย Lead มอเตอร์ถึงเล็กว่าที่ระบุไว้ในตารางสายเคเบิลของแฟรงคลิน (Franklin's cable charts)

สายไฟถือว่าเป็นส่วนนึงของมอเตอร์และเป็นการเชื่อมต่อระหว่างแหล่งจ่ายสายไฟขนาดใหญ่และสายไฟของมอเตอร์ ซึ่งสาย Lead มอเตอร์จะสั้นและจะไม่มีแรงดันไฟฟ้าตกคล่อมระหว่างสาย Lead

นอกจากนี้ชุดประกอบสาย Lead ยังทำงานใต้น้ำในขณะที่อย่างน้อยส่วนนึงของสายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟจะต้องทำงานในอากาศ ส่วนชุดสาย Lead ที่ทำงานใต้น้ำจะทำด้วยการหล่อเย็น

ข้อควรระวัง: ชุดประกอบสาย Lead บนมอเตอร์ซับเมอร์สนั้นเหมาะสำหรับใช้งานในน้ำเท่านั้นและอาจทำให้เกิดความร้อนที่สูงเกินไปและส่งผลให้เกิดความเสียหายหากทำงานในอากาศ

การต่อสายเคเบิลซับเมอร์ส (Splicing Submersible Cables)

เมื่อสายเคเบิลต้องต่อสายหรือเชื่อมกับสาย Lead มันจำเป็นที่การต่อสายนี้กันน้ำเข้า รอยต่อนี้สามารถทำด้วยวิธี Potting, ชุดสายไฟแบบท่อหด (Heat shrink splicing kits) หรือโดยเทปพันรอยต่อ

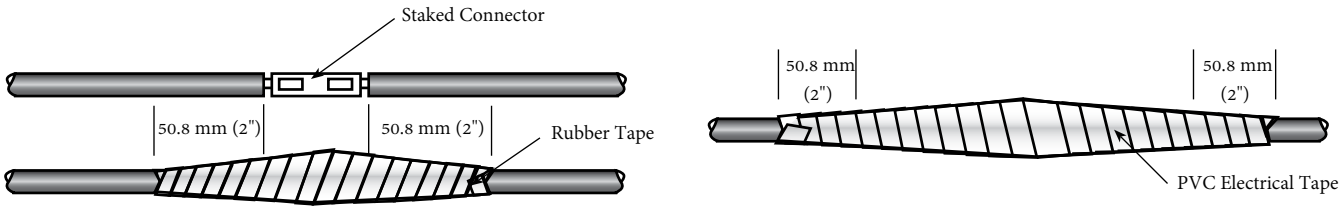
การใช้เทปพันที่รอยต่อสามารถทำได้ดังนี้

A) ดึงตัวฉนวนแต่ละอันออกเท่าที่จำเป็นเพื่อให้มีพื้นที่สำหรับเทปเชื่อมต่อ แนะนำให้ใช้ตัวเชื่อมต่อแบบท่อ (หรือ Staked type) ถ้าตรงที่ตัวเชื่อม เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (Outside diameter; OD) ไม่ใหญ่เท่ากับฉนวนสายไฟ ให้พันทับสร้างพื้นที่นี้ด้วยเทปพันสายไฟยาง (Rubber tape)

B) ตรงเทปเชื่อมกับเทปยางจะใช้เป็นสองชั้น ด้วยเลเยอร์แรกยาว 50.8 มิลลิเมตร (หรือประมาณ 2 นิ้ว) นับปลายแต่ละด้านของปลายฉนวนและชั้นสองจะขยายไปอีก 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) เกินจากปลายเลเยอร์แรก ห่อให้แน่นและกำจัดช่องว่างให้อากาศเข้าให้มากที่สุด

C) พันเทปบนเทปยางด้วยเทปยี่ห้อ Scotch #33 Scotch electrical tape, (3M) หรือเทียบเท่า ใช้สองเลเยอร์ในขั้นตอน "B" และทำให้แต่ละชั้น ซ้อนทับกับชั้นก่อนหน้าอย่างน้อย 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

ในกรณีของสายเคเบิลที่มีตัวนำสามเส้นหุ้มอยู่ในเส้นออกหุ้มอยู่เส้นเดียว เทปจะพันตามที่ได้อธิบาย โดยความหนารวมของเทปที่พันต้องไม่น้อยกว่าความหนาของฉนวนตัวนำ



รูปที่ 12

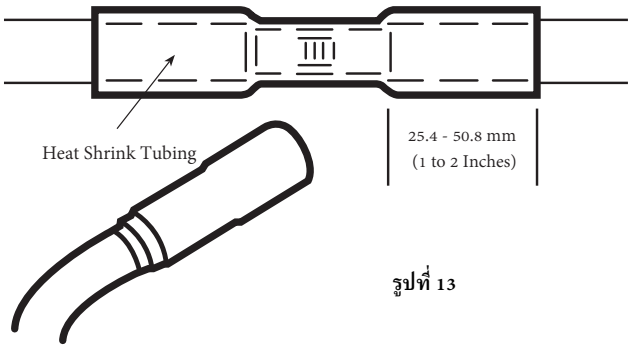
ชุดสายไฟแบบท่อหด หรือ Heat Shrink Splicing

เบื้องต้นวางท่อหดด้วยความร้อนไว้บนสาย Lead โดยใช้ตัวเชื่อมแบบ Stake ในเชื่อมต่อกัน เมื่อการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์ สไลด์ท่อหดบนพื้นที่รอยต่อออกไปจากตรงกลางระหว่าง 1 และ 2 นิ้ว เกินขอบของปลอกหุ้มฉนวนของสาย Lead

ใช้ปืนความร้อนหรือไฟโพรเพนเพื่อกระจายความร้อนอย่างสม่ำเสมอกับท่อหดตัว เริ่มใช้ความร้อนไปที่ตรงกลางของท่อหดและค่อยๆออกไปด้านข้าง เพื่อหลีกเลี่ยงฟองอากาศภายในท่อหด หมุนสายเคเบิลในขณะให้ความร้อนกับทุกจุดการหดตัวของท่อ หลีกเลี่ยงการให้ความร้อนที่มากเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้ท่อเปราะได้ ทำกระบวนการเดียวกันนี้ให้เสร็จสิ้นสำหรับสาย Lead ที่เหลือ

ในกรณีที่สาย Lead มีปลอกหุ้มเป็นคู่ (double jacketed lead) ให้ทำการ heat shrink ของสาย Lead แต่ละสาย หลังจากนั้นจะทำการใส่ท่อหดอีกครั้งด้วยกระบวนการเดิมบนปลอกหุ้มคู่อีกรอบ

หมายเหตุ: ใช้เฉพาะท่อหดด้วยความร้อนกับสารที่ผลึกอยู่ด้านในเท่านั้น ซึ่งเมื่อถูกความร้อน จะหลอมและไหลออกมาทางปลายของหลอด



รูปที่ 13

การแก้ไขปัญหาระบบ (System Troubleshooting)

มอเตอร์ไม่สตาร์ท

สาเหตุที่เป็นไปได้	ขั้นตอนการตรวจสอบ	การดำเนินการแก้ไข
A. ไม่มีพลังงาน หรือแรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้อง	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วสาย แรงดันไฟฟ้าต้อง ±10% ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	ติดต่อบริษัทพลังงาน หากแรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้อง
B. ฟิวส์ขาดหรือเบรกเกอร์วงจรตัด	ตรวจสอบฟิวส์สำหรับขนาดที่แนะนำและตรวจสอบการเชื่อมต่อว่าหลวมหรือไม่ สกปรกหรือไม่ หรือสึกหรอที่เต้ารับฟิวส์หรือไม่ ตรวจสอบการทริปของเบรกเกอร์วงจร	เปลี่ยนฟิวส์ที่เหมาะสมหรือรีเซ็ทวงจรเบรกเกอร์
C. Pressure switch เสียหาย	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่จุดหน้าสัมผัส หน้าสัมผัสของสวิตซ์ที่ไม่ถูกต้องเป็นสาเหตุทำให้แรงดันไฟฟ้า น้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าที่สาย (line voltage) สำหรับขั้นตอนอย่างละเอียด ดูหน้า 34-35	เปลี่ยน Pressure switch หรือทำความสะอาดจุดสัมผัส
D. กล่องควบคุมทำงานผิดปกติ		ซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่
E. สายไฟชำรุด	ตรวจสอบว่าต่อหลวมหรือไม่ สึกหรอหรือไม่ หรือสายไฟชำรุดหรือไม่	แก้ไขการเดินสายหรือการเชื่อมต่อที่ผิดพลาด
F. ปั๊มสั่น	ตรวจสอบการตั้งระดับระหว่างปั๊มและมอเตอร์ การอ่านแอมป์พบว่าจะสูงกว่าปกติ 3 ถึง 6 เท่าจนกระทั่งจะทริปโอเวอร์โหลด	ดึงปั๊มขึ้นมาและแก้ไขปัญหา รันการติดตั้งปั๊มใหม่จนกว่าน้ำจะสะอาด
G. สายเคเบิลเสียหายหรือมอเตอร์	สำหรับขั้นตอนอย่างละเอียด ดูหน้า 34-35	ซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่

มอเตอร์สตาร์ทบ่อยเกินไป

สาเหตุที่เป็นไปได้	ขั้นตอนการตรวจสอบ	การดำเนินการแก้ไข
A. Pressure switch	ตรวจสอบการตั้งค่าของ Pressure switch และตรวจวิเคราะห์ข้อบกพร่อง	รีเซ็ทขีดจำกัด หรือเปลี่ยนสวิตซ์ใหม่
B. Check valve - เปิดค้าง	เช็ควาล์วที่เสียหายหรือชำรุดจะไม่สามารถรับแรงดันได้	เปลี่ยนใหม่ หากมีการชำรุด
C. มีอากาศอยู่ในถัง (หรือ Waterlogged tank)	ตรวจสอบส่วนของ Air charge	ซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่
D. มีรั่วไหลในระบบ	ตรวจสอบระบบในจุดที่รั่วไหล	เปลี่ยนท่อที่ชำรุดหรือซ่อมตรงบริเวณรอยรั่ว

การแก้ไขปัญหาระบบ (System Troubleshooting)

มอเตอร์ทำงานอย่างต่อเนื่อง

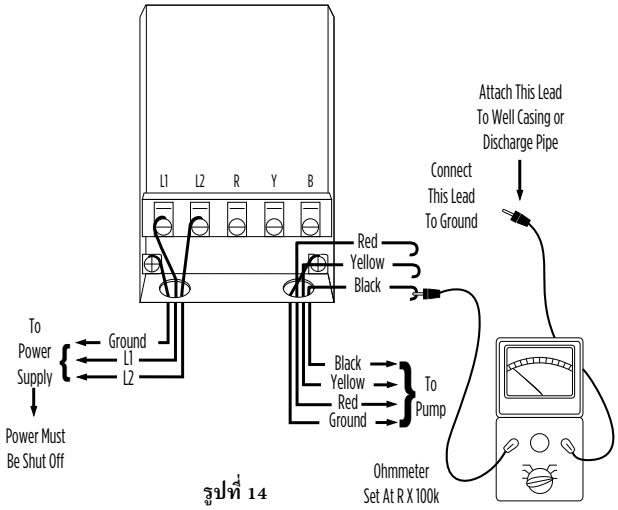
สาเหตุที่เป็นไปได้	ขั้นตอนการตรวจสอบ	การดำเนินการแก้ไข
A. Pressure switch.	ตรวจสอบตัวสวิตซ์สำหรับหน้าสัมผัสที่มีรอยเชื่อม ตรวจสอบการปรับจูนของตัวสวิตซ์	ทำความสะอาดหน้าสัมผัส, เปลี่ยนสวิตซ์ หรือปรับการตั้งค่าใหม่
B. ในบ่อสูบ ระดับน้ำต่ำเกินไป	ปั๊มอาจทำงานเกินปริมาณน้ำในบ่อ ปิดการทำงานของปั๊ม รอการเติมเต็มน้ำในบ่อใหม่ ตรวจสอบระดับ Static และ Drawdown จากปากบ่อ	ตรวจสอบด้านทางออกของปั๊ม หรือรีเซ็ทปั๊มที่ระดับที่ต่ำกว่า อย่าลดถ้าจะมีทรายไปอุดตันปั๊ม
C. มีการรั่วไหลในระบบ	ตรวจสอบระบบในจุดที่มีการรั่วไหล	เปลี่ยนท่อที่ชำรุดหรือซ่อมรอยรั่ว
D. ปั๊มเสื่อมสภาพ	อาการของปั๊มที่เสื่อมสภาพจะคล้ายกับท่อที่หย่อนรั่วหรือระดับน้ำในบ่อต่ำ ให้ปรับการตั้ง Pressure switch ลง	ดึงปั๊มขึ้นและเปลี่ยนส่วนที่เสื่อมสภาพ
E. ข้อต่อหลวมหรือเพลามอเตอร์ขาด	ตรวจสอบคัปปิ้งอาจจะหลวมหรือเพลาเกิดความเสียหาย	เปลี่ยนส่วนที่เสื่อมสภาพหรือส่วนที่เสียหาย
F. หน้าสกรีนของปั๊มถูกบล็อค	ตรวจสอบการอุดตันที่หน้าสกรีนด้านทางเข้า	ทำความสะอาดหน้าสกรีนและรีเซ็ทความลึกของปั๊ม
G. Check valve เปิดค้าง	ตรวจสอบการทำงานของ Check valve	เปลี่ยนใหม่หากมีการชำรุด
H. กล่องควบคุมทำงานผิดปกติ	ดูรายละเอียดเพิ่มเติมหน้า 36-37 สำหรับ Single phase	ซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่

มอเตอร์ทำงาน แต่ตัวป้องกันการโอเวอร์โหลดทำการทริป

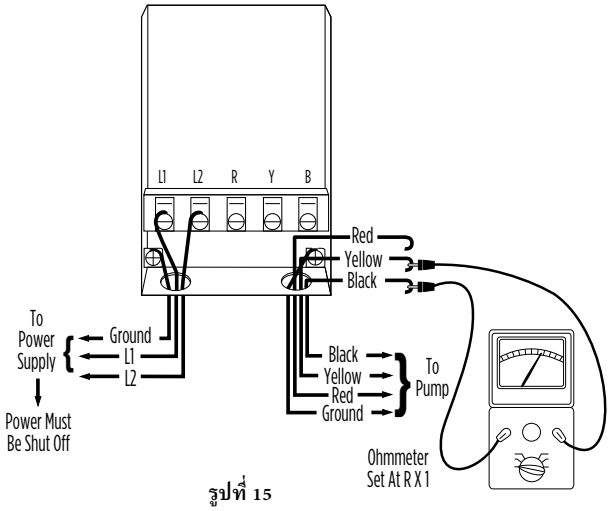
สาเหตุที่เป็นไปได้	ขั้นตอนการตรวจสอบ	การดำเนินการแก้ไข
A. แรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้อง	ใช้โวลต์มิเตอร์ตรวจสอบขั้วสาย แรงดันไฟฟ้าจะต้องไม่เกิน ± 10% ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	ติดต่อบริษัทพลังงาน หากแรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้อง
B. ตัวป้องกัน ร้อนเกินไป	แสงแดดโดยตรงหรือแหล่งความร้อนอื่นๆ สามารถเพิ่มอุณหภูมิของกล่องควบคุม ทำให้ตัวป้องกันเกิดการทริป โดยกล่องจะต้องไม่ร้อนเมื่อสัมผัส	ไว้ในที่ร่ม, มีการเพิ่มการระบายอากาศ หรือย้ายกล่องให้ห่างจากแหล่งความร้อน
C. กล่องควบคุมเสียหาย	สำหรับขั้นตอนอย่างละเอียด ดูหน้า 36-37	ซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่
D. มอเตอร์และเคเบิลเสียหาย	สำหรับขั้นตอนอย่างละเอียด ดูหน้า 36-37	ซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่
E. ปั๊มและมอเตอร์เสื่อมสภาพ	เช็คกระแสที่กำลังทำงาน, ดูหน้า 13 และ 16 -18	เปลี่ยนปั๊ม และ/หรือมอเตอร์ใหม่

ตารางที่ 16 การทดสอบเบื้องต้น (Preliminary Tests)ทุกขนาด สำหรับ Single- และ Three-Phase

"การทดสอบ"	ขั้นตอน	ความหมาย
ความต้านทานความเป็นฉนวน (Insulation Resistance)	1. เปิดเบรกเกอร์หลักและถอดสาย Lead ออกทั้งหมดจากกล่องควบคุมหรือ Pressure switch (QD type control, นำ Lid ออก) เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟฟ้าช็อตและความเสียหายต่อมิเตอร์ 2. ตั้งสเกลเป็น R x 100K และตั้งค่าโอห์มมิเตอร์เป็นศูนย์ 3. ต่อสายโอห์มมิเตอร์เส้นนึงกับสายมอเตอร์ และสายโอห์มมิเตอร์อีกเส้นต่อกับ Metal drop pipe ถ้า Drop pipe เป็นพลาสติก ให้ต่อสายโอห์มมิเตอร์กับกราวด์	1. หากค่าโอห์มเป็นปกติ (ตารางที่ 17), มอเตอร์ไม่ลงกราวด์และฉนวนสายเคเบิลไม่เสียหาย 2. หากค่าโอห์มต่ำกว่าปกติ, ถ้าไม่ขดลวดลงกราวน์ หรือฉนวนสายเคเบิลเกิดความเสียหาย ให้ตรวจสอบสายเคเบิลที่บ่อในจุดที่มีการซีล เนื่องจากฉนวนของสายไฟอาจจะเสียหายจากการบีบรัด
ความต้านทานของขดลวด Winding Resistance	1. เปิดเบรกเกอร์หลักและถอดสาย Lead ออกทั้งหมดจากกล่องควบคุมหรือ Pressure switch (QD type control, นำ Lid ออก) เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟฟ้าช็อตและความเสียหายต่อมิเตอร์ 2. ตั้งสเกลเป็น Rx1 สำหรับค่าที่ต่ำกว่า 10 โอห์ม สำหรับค่าที่มากกว่า 10 โอห์ม, ให้ตั้งค่าสเกลเป็น Rx10 "อ่านค่าโอห์มได้ Zero" ที่โอห์มมิเตอร์ 3. บนมอเตอร์สายไฟ 3 เส้น ให้วัดความต้านทานของเส้นสีเหลืองกับสีดำ (เป็นเส้นหลัก) แล้วอ่านค่า และเส้นสีเหลืองกับสีแดง (เป็นเส้นสตาร์ท) แล้วอ่านค่า บนมอเตอร์สายไฟ 2 เส้น ให้วัดความต้านทานจากเส้นถึงเส้น แล้วอ่านค่า มอเตอร์สามเฟสให้วัดความต้านทานจากเส้นถึงเส้นสำหรับทั้งหมดสามเฟส	1. หากค่าโอห์มทั้งหมดเป็นปกติ (ตาราง 7 และ 10-12) ขดลวดมอเตอร์จะไม่ช็อตและไม่ Open และสีของเคเบิลถูกต้อง 2. หากค่าใดค่าหนึ่งน้อยกว่าปกติ มอเตอร์จะช็อต 3. หากค่าใดของโอห์มสูงกว่าปกติ ขดลวดหรือเคเบิลคือเปิดอยู่ หรือมีการต่อสารเคเบิลหรือการเชื่อมต่อที่ไม่ดี 4. หากค่าโอห์มบางค่าสูงกว่าปกติและมีบางส่วนน้อยกว่าบนมอเตอร์แบบ Single-phase, สาย Leads ปนกัน ให้ดูหน้าที่ 36 ถึงการตรวจสอบสีของสายเคเบิล



รูปที่ 14



รูปที่ 15

การอ่านค่าความต้านทานของฉนวน

ตารางที่ 17 ค่าโอห์มปกติ (Normal Ohm) และค่าเมกโอห์ม (Megohm) ระหว่างสาย Lead ทั้งหมดและกราวน์

เงื่อนไขของมอเตอร์และสาย Lead	ค่าโอห์ม (Ohms Value)	ค่าเมกโอห์ม (Megohms Value)
มอเตอร์ใหม่ (ไม่รวมสายเคเบิลที่หย่อนลงไป).	200,000,000 (หรือมากกว่า)	200 (หรือมากกว่า)
มอเตอร์ที่ใช้งานแล้วซึ่งสามารถติดตั้งใหม่ได้ในบ่อ	10,000,000 (หรือมากกว่า)	10 (หรือมากกว่า)
มอเตอร์ในบ่อ การอ่านสำหรับสายเคเบิลที่หย่อนลงไปรวมทั้งมอเตอร์		
มอเตอร์ใหม่	2,000,000 (หรือมากกว่า)	2.0 (หรือมากกว่า)
มอเตอร์อยู่ในสภาวะที่ใช้งานได้ดี	500,000 - 2,000,000	0.5 - 2.0
ฉนวนเสียหาย, ซ่อมแซม	น้อยกว่า 500,000	น้อยกว่า .5

มอเตอร์ทุกแรงม้า (hp), แรงดันไฟฟ้า และเฟส จะมีค่าความต้านทานของฉนวนที่ใกล้เคียงกัน
ตารางที่ 33 ขึ้นกับการอ่านด้วยเครื่อง Megohmmeter พร้อมกับ 500 VDC output การอ่านอาจใช้โอห์มมิเตอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ; ปรึกษาแฟรงคลิน อิเล็กทริค หากมีปัญหาในการอ่าน

ความต้านทานของ Drop Cable (Ohms)

ค่าด้านล่างนี้สำหรับตัวนำทองแดง (Copper conductors) หากใช้สายตัวนำเป็นอลูมิเนียมเป็นสายเคเบิลที่หย่อนลงบ่อ ความต้านทานจะสูงขึ้น ในการพิจารณาความต้านทานของสายเคเบิลอลูมิเนียมที่หย่อนลงบ่อ ให้หารการอ่านค่าโอห์มจากตารางนี้ด้วย 0.61 โดยตารางนี้จะแสดงความต้านทานทั้งหมดของสายเคเบิลจากตู้ควบคุมถึงมอเตอร์

ความต้านทานของขดลวดที่วัดที่มอเตอร์ควรอยู่ในค่าในตารางที่ 7 และ 10-12 เมื่อวัดผ่านสายเคเบิลที่หย่อนลง, ความต้านทานของสายเคเบิลที่หย่อนลงจะต้องถูกหักออกจากค่าที่อ่านได้จากโอห์มมิเตอร์ เพื่อให้ได้ความต้านทานของขดลวดของมอเตอร์ ดูตารางด้านล่าง

การวัดความต้านทานของขดลวด

ความต้านทานของสายเคเบิลที่หย่อน
ตารางที่ 18 ความต้านทาน DC ในโอห์มต่อสายไฟ 100 ฟุต (ตัวนำสองตัว) @ 10 °C

AWG or MCM Wire Size (Copper)	14	12	10	8	6	4	3	2
Ohms	0.544	0.338	0.214	0.135	0.082	0.052	0.041	0.032

1	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500	600	700
0.026	0.021	0.017	0.013	0.010	0.0088	0.0073	0.0063	0.0056	0.0044	0.0037	0.0032

ความต้านทานของสายเคเบิลที่หย่อน
ตารางที่ 18A ความต้านทาน DC ในโอห์มต่อสายไฟ 100 เมตร (ตัวนำสองตัว) @ 10 °C

Square millimeter (Copper)	1.5	2.5	4	6	10	16
Ohms	2.630	1.576	0.977	0.651	0.374	0.238

25	35	50	70	95	120	150	185	240
0.153	0.108	0.075	0.053	0.040	0.031	0.025	0.021	0.016

การระบุสายเคเบิลเมื่อไม่ทราบรหัสสี (Single-Phase 3-Wire Units)

หากไม่พบสีบนสายเคเบิลที่หย่อน ให้วัดด้วยโอห์มมิเตอร์

สายเคเบิล 1 ถึงสายเคเบิล 2
สายเคเบิล 2 ถึงสายเคเบิล 3
สายเคเบิล 3 ถึงสายเคเบิล 1

ค้นหาการอ่านค่าความต้านทานสูงสุด

สาย Lead ที่ไม่ได้ใช้ในการอ่านค่าสูงสุด คือสาย Lead สีเหลือง

ใช้สาย Lead สีเหลืองและสายอื่นแต่ละอันอีกสองสาย เพื่อได้การอ่านสองค่า

สูงสุดคือสาย Lead สีแดง
ต่ำสุดคือสาย Lead สีดำ

ยกตัวอย่าง:
การอ่านค่าโอห์มมิเตอร์:

สายเคเบิล 1 ถึงสายเคเบิล 2 — 6 โอห์ม
สายเคเบิล 2 ถึงสายเคเบิล 3 — 2 โอห์ม
สายเคเบิล 3 ถึงสายเคเบิล 1 — 4 โอห์ม

สาย Lead ที่ไม่ใช้ในการอ่านค่าสูงสุด (6 โอห์ม) คือ

สายเคเบิล 3 — สีเหลือง

จากสายสีเหลือง, การอ่านค่าที่สูงที่สุด (4 โอห์ม) คือ

ถึงสายเคเบิล 1 — สีแดง

จากสายสีเหลือง, การอ่านค่าที่ต่ำที่สุด (2 โอห์ม) คือ

ถึงสายเคเบิล 2 — สีดำ

กล่องควบคุม Single-phase

ขั้นตอนการตรวจเช็คและซ่อมแซม (เปิดเครื่อง)

คำเตือน: ต้องเปิดเครื่องสำหรับการทดสอบ อย่าสัมผัสกับส่วนที่ทำงานอยู่

A. การวัดแรงดันไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 1. ปิดมอเตอร์

1. วัดแรงดันที่ L1 และ L2 ของ Pressure switch หรือ Line contactor
2. การอ่านแรงดันไฟฟ้า: ควรเป็น ±10% ของพิกัดมอเตอร์.

ขั้นตอนที่ 2. การทำงานมอเตอร์

1. วัดแรงดันไฟฟ้าที่ด้านโหลดของ Pressure switch หรือ Line contactor กับปั๊มที่ทำงานอยู่
2. การอ่านแรงดันไฟฟ้า: ควรจะยังคงเหมือนเดิมยกเว้นจะตกลงเล็กน้อยเมื่อสตาร์ท แรงดันไฟฟ้าที่ตกลงมากเกินไปอาจเกิดจากการเชื่อมต่อที่หลวม, หน้าสัมผัสไม่ดี, บกพร่องของกราวด์ หรือแหล่งจ่ายไฟไมเพียงพอ
3. รีเลย์เกิดการสั่น (Relay chatter) เกิดจากแรงดันไฟฟ้าต่ำหรือความผิดพลาดของกราวด์

B. การวัดกระแส (แอมป์ ; AMP)

1. วัดกระแสของสาย Lead ทุกเส้นของมอเตอร์
2. การอ่านแอมป์: กระแสของสาย Lead สีแดงควรสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นจะตกลงภายในหนึ่งวินาที จนถึงค่าที่แสดงในหน้าที่ 13 สิ่งนี้จะเป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ กระแสในสาย Lead สีดำและสีเหลืองจะไม่เกินค่าบนหน้าที่ 13
3. ความเสียหายของรีเลย์จะทำให้กระแสของสาย Lead สีแดงสูงตลอดและทริปโอเวอร์โหลด (Overload tripping)
4. ตัวเก็บประจุที่ทำงานเปิด จะทำให้แอมป์สูงเกินกว่าปกติในสาย Lead มอเตอร์สีดำและเหลือง และต่ำกว่าปกติในสายสีแดง
5. ปั๊มที่ล็อคเป็นผลให้ Rotor ภายในปั๊มล็อค เกิดการทริปแอมป์และโอเวอร์โหลด
6. แอมป์ต่ำ อาจเกิดจากปั๊มหยุดการทำงาน, ปั๊มมีการสึกหรอหรือหลุดออกของเพลา (หรือ Stripped splines)
7. ตัวเก็บประจุการสตาร์ทเกิดการทำงานผิดพลาดหรือรีเลย์ "OPEN" จะถ้ากระแสของสาย Lead สีแดง ไม่สูงในช่วงการสตาร์ท

ข้อควรระวัง: การทดสอบในคู่มือนี้สำหรับส่วนประกอบต่างๆ เช่น ตัวเก็บประจุ และรีเลย์ ควรถือเป็นข้อบ่งชี้และไม่เป็นข้อสรุป ยกตัวอย่างเช่น ตัวเก็บประจุอาจทดสอบได้ผลดี (Not open) (ไม่ช็อต) แต่อาจจะมีการสูญเสียความจุบางส่วนและอาจไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไป

ในการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ที่เหมาะสม โปรดดูขั้นตอนการทดสอบการปฏิบัติงานที่อธิบายไว้ข้างต้นในส่วนของ B-2

ทดสอบด้วยโอห์มมิเตอร์

กล่องควบคุม QD (ปิดพาวเวอร์)

A. ตัวเก็บประจุของตัวสตาร์ท (START CAPACITOR)

1. ตั้งค่ามิเตอร์: R x 1,000
2. การเชื่อมต่อ: Capacitor terminals
3. การอ่านค่ามิเตอร์ที่ถูกต้อง: เข็มควรตีไปที่ศูนย์ (Zero) แล้วตีกลับไปที่ Infinity

B. รีเลย์ POTENTIAL (VOLTAGE)

ขั้นตอน 1. ทดสอบ Coil

1. ตั้งค่ามิเตอร์: R x 1,000
2. การเชื่อมต่อ: #2 และ #5
3. การอ่านค่ามิเตอร์ที่ถูกต้อง:
   สำหรับ 220-240 โวลต์ กล่อง 4.5-7.0 (4,500 to 7,000 โอห์ม).

ขั้นตอนที่ 2. ทดสอบหน้าสัมผัส (Contact)

1. ตั้งค่ามิเตอร์: R x 1
2. การเชื่อมต่อ: #1 และ #2.
3. การอ่านค่ามิเตอร์ที่ถูกต้อง: เป็นศูนย์ (Zero) สำหรับทุกรุ่น

ทดสอบด้วยโอห์มมิเตอร์

กล่องควบคุมแรงม้า (ปิดพาวเวอร์)

A. โอเวอร์โหลด (กดปุ่มรีเซ็ท เพื่อให้แน่ใจว่าหน้าสัมผัสปิดแล้ว)

1. ตั้งค่ามิเตอร์: R x 1
2. การเชื่อมต่อ: เทอร์มินัลโอเวอร์โหลด
3. การอ่านค่ามิเตอร์ที่ถูกต้อง: น้อยกว่า 0.5 โอห์ม

B. ตัวเก็บประจุ (ถอดสาย Lead จากด้านนึงของแต่ละ Capacitor ก่อนการตรวจสอบ)

1. ตั้งค่ามิเตอร์: R x 1,000
2. การเชื่อมต่อ: Capacitor terminals
3. การอ่านค่ามิเตอร์ที่ถูกต้อง: ตัวเข็มควรแกว่งไปที่ศูนย์แล้วกลับไปที่อินฟินิตี้ ยกเว้นตัวเก็บประจุที่มีตัวต้านทานซึ่งจะตีกลับไปที่ 15,000 โอห์ม

C. RELAY COIL (ถอดสาย Lead ออกจากเทอร์มินัล #5)

1. ตั้งค่ามิเตอร์: R x 1,000
2. การเชื่อมต่อ: #2 และ #5.
3. การอ่านมิเตอร์ที่ถูกต้อง: 4.5-7.0 (4,500 to 7,000 โอห์ม) สำหรับทุกรุ่น

D. RELAY CONTACT (ถอดสาย Lead จากเทอร์มินัล #1)

1. Meter Setting: R x 1
2. การเชื่อมต่อ: #1 & #2.
3. การอ่านมิเตอร์ที่ถูกต้อง: "Zero" โอห์ม สำหรับทุกรุ่น

ข้อควรระวัง: การทดสอบในคู่มือนี้สำหรับส่วนประกอบต่างๆ เช่น ตัวเก็บประจุ และรีเลย์ ควรถือเป็นข้อบ่งชี้และไม่เป็นข้อสรุป ยกตัวอย่างเช่น ตัวเก็บประจุอาจทดสอบได้ผลดี (Not open) (ไม่ช็อต) แต่อาจจะมีการสูญเสียความจุบางส่วนและอาจไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไป

ในการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ที่เหมาะสม โปรดดูขั้นตอนการทดสอบการปฏิบัติงานที่อธิบายไว้ข้างต้นในส่วนของ B-2

รายการชิ้นส่วนกล่องควบคุม QD

ตารางที่ 19 ส่วนประกอบของกล่องควบคุม QD 50 Hz

Model	kW	HP	Volts	Relay	Capacitor	Capacitor Rating	Capacitor-Overload Asm.	Overload
2803530115	0.25	1/3	220	155031112	275461123	43-53 Mfd. 220v	151033957	155250101
2803550115	0.37	1/2	220	155031112	275461123	43-53 Mfd. 220v	151033957	155250101
2803570115	0.55	3/4	220	155031112	275461108	59-71 Mfd. 220v	151033906	155250102
2803580115	0.75	1	220	155031112	275461106	86-103 Mfd. 220v	151033918	155250103

ชิ้นส่วนเดียวกันกับที่ใช้บนกล่องควบคุม Suffix 101

ชุดอุปกรณ์ซ่อมเปลี่ยนสำหรับรีเลย์ 155031112 คือ 305213912

ตารางที่ 19A ชุดอุปกรณ์ซ่อมเปลี่ยนสำหรับ Capacitor

Capacitor	Kit
275461106	305205906
275461108	305205908
275461123	305205923

ตารางที่ 19B ชุดอุปกรณ์ซ่อมเปลี่ยนชุดประกอบ Cap/Overload

Assembly	Kit
151033906	305218906
151033918	305218918
151033957	305218957

รายการส่วนประกอบกล่องควบคุม แรงม้า (HP)

ตารางที่ 20 ส่วนประกอบกล่องควบคุม, ขนาด 1.1 kW, 50 Hz.

Model	kW	HP	Volts	Relay (1)	Start	Run	Overloads
2823508110	1.1	1 1/2	220	155031112	One 275464113 105-126 Mfd. 220 V	One 155328102 10 Mfd. 370 V	275411114
2823518110	1.5	2	220	155031112	One 275468115 189-227 Mfd. 220 V	One 155328103 20 Mfd. 370 V	275411102 run, 275411106 start
2823528110	2.2	3	220	155031112	One 275468119 270-324 Mfd. 220 V	One 155327102 35 Mfd. 370 V	275406107 run, 275411117 start
2822539010	3.7	5	220	155031112	Two 275468115 189-227 Mfd. 220 V	One 155327101 30 Mfd. 220 V One 155327109 45 Mfd. 220 V	275406102 run, 275411102 start

(1) ชุดอุปกรณ์ซ่อมเปลี่ยนรีเลย์ 305213912

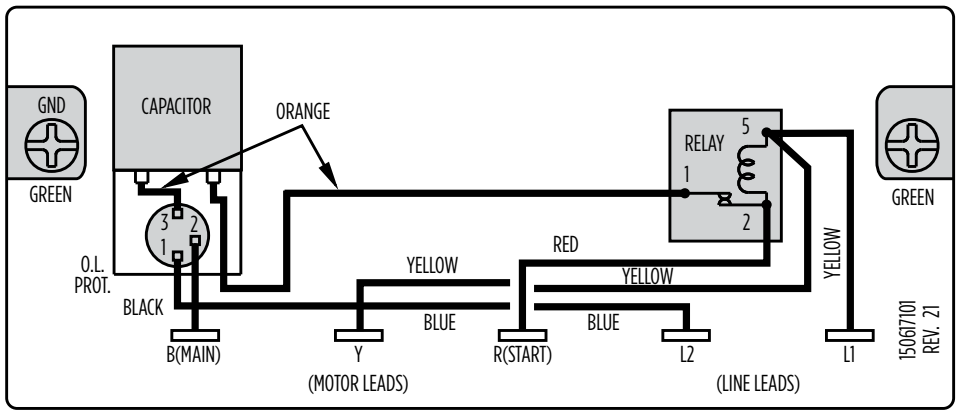
20A ชุดอุปกรณ์ซ่อมเปลี่ยน Capacitor

Capacitor	Kit
155327101	305203901
155327102	305203902
155327109	305203909
155328102	305204902
275464113	305207913
275468115	305208915
275468119	305208919

20B ชุดอุปกรณ์ซ่อมเปลี่ยน Overload

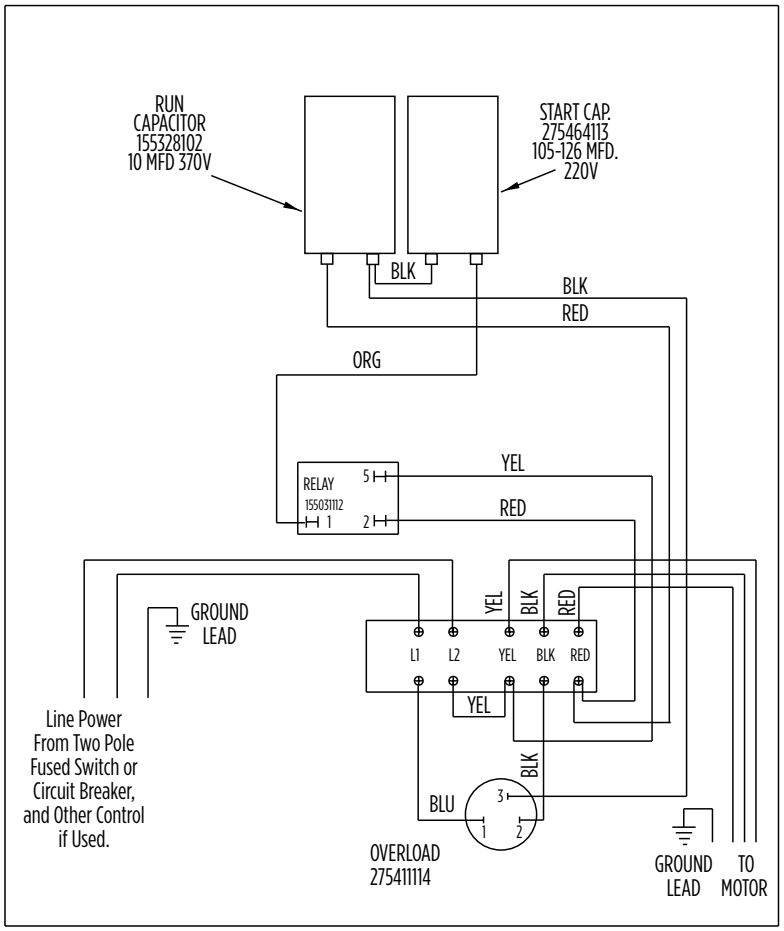
Capacitor	Kit
275406102	305214902
275406107	305214907
275411102	305215902
275411106	305215906
275411117	305215917
275411114	305215914

Wiring Diagrams ของกล่องควบคุม



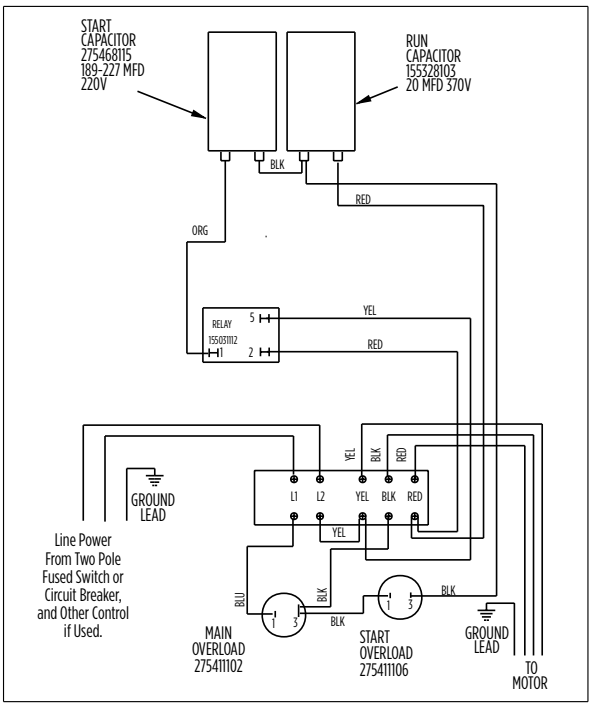
1/3 - 1 HP 4"

280 35 0115



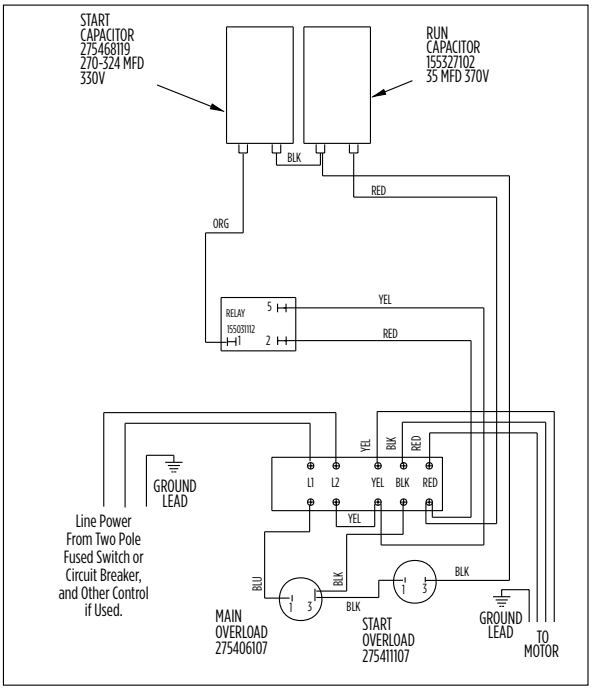
1- 1/2 HP

282 350 8110



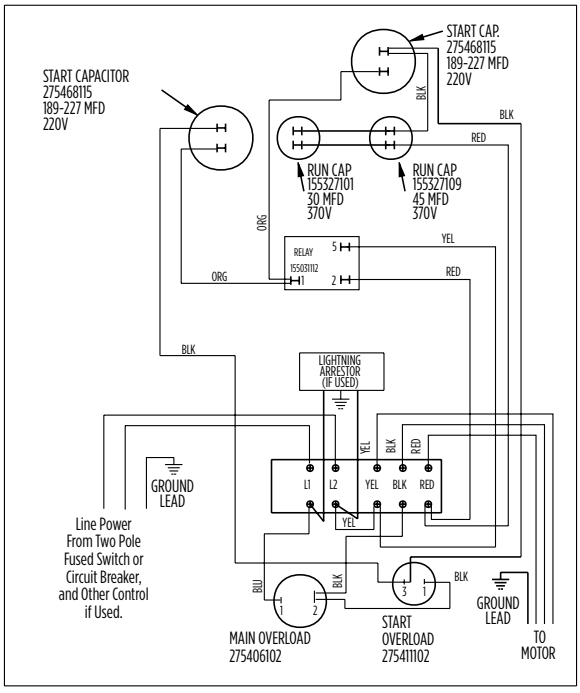
2 hp

282 351 8110



3 hp

282 352 8110



5 hp

282 353 9010

Pumptec

Pumptec เป็นอุปกรณ์ตรวจจับโหลด (Load sensing) ที่ตรวจสอบโหลดบนปั๊ม/มอเตอร์แบบซับเมอร์ส หากโหลดลดลงต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้อย่างน้อย 4 วินาที Pumptec จะทำการปิดการทำงานของมอเตอร์ลง

Pumptec ออกแบบมาเพื่อใช้กับมอเตอร์แฟรงคลิน 2- และ 3-wire (1/3 ถึง 1 1/2 hp) 220 V; Pumptec จะไม่ได้ออกแบบมาสำหรับปั๊มเจ็ท

ลักษณะอาการ	ตรวจสอบหรือแก้ไข
การทริปของ Pumptec ในเวลาประมาณ 4 วินาที ด้วยการส่งน้ำ	A. แรงดันไฟฟ้ามากกว่า 90% ของพิกัดบนเนมเพลทหรือไม่? B. ปั๊มและมอเตอร์ตรงกันถูกต้องหรือไม่? C. สายไฟ Pumptec เดินถูกต้องหรือไม่? ตรวจสอบแผนการเดินสายและตรวจสอบตำแหน่งการเดินสายไฟอย่างละเอียดอีกครั้ง
Pumptec ทริปภายใน 4 วินาที ไม่มีสูบส่งน้ำ	A. เครื่องสูบน้ำอาจจะมีการล็อคอากาศ (Airlocked) หากมีเช็ควาล์วอยู่ด้านบนของปั๊ม, ให้ใส่อีกส่วนนึงของท่อระหว่างตัวปั๊มและเช็ควาล์ว B. ปั๊มอาจจะไม่มีน้ำ C. ตรวจสอบการตั้งค่าของวาล์ว ปั๊มอาจจะไม่ทำงาน D. ปั๊มและเพลาของมอเตอร์อาจจะเสียหาย E. มอเตอร์โอเวอร์โหลดอาจจะทริปได้ ให้ตรวจสอบกระแสของมอเตอร์ (แอมแปร์)
Pumptec จะไม่ หยุดพักและรีเซ็ท	A. ตรวจสอบสวิตซ์ที่ตำแหน่งด้านข้างของแผงวงจรใน Pumptec ตรวจสอบให้แน่ใจว่าสวิตซ์ไม่ได้เซ็ทอะไรไว้ใน ระหว่างการตั้งค่า B. หากสวิตซ์ Reset time เป็นการตั้งรีเซ็ทแบบ manual (ตำแหน่ง 0) Pumptec จะไม่มีรีเซ็ท (ปิดเครื่องไว้เป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นเปิดใหม่เพื่อรีเซ็ท)
ปั๊มและมอเตอร์ จะไม่ทำงาน	A. เช็คกระแสไฟฟ้า B. เช็คสายไฟ C. Bypass ตัว Pumptec โดยเชื่อม L2 และสาย Lead ของมอเตอร์ด้วยตัวจัมเปอร์ หากมอเตอร์ไม่ทำงาน ปัญหาจะไม่ใช่ที่ Pumptec D. ตรวจสอบว่า Pumptec ติดตั้งอยู่ระหว่างสวิตซ์ควบคุมและมอเตอร์
Pumptec ไม่ทริปเมื่อปั๊ม หยุดการทำงาน	A. แน่ใจว่ามีมอเตอร์ของแฟรงคลิน B. ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ สาย Power Lead เชื่อมต่อกับขั้วเทอร์มินอลถูกต้องหรือไม่? สาย Motor Lead เชื่อมต่อกับขั้วเทอร์มินอลที่ถูกต้องหรือไม่? C. ตรวจสอบความผิดปกติของกราวน์ในมอเตอร์และแรงเสียดทาน (หรือ Friction) ในตัวปั๊มว่ามีมากเกินไปหรือไม่ D. บ่อน้ำอาจ "สูบน้ำ" มากพอที่จะช่วยป้องกัน Pumptec จากการทริป อาจจำเป็นต้องปรับ Pumptec สำหรับการทำงานที่หนักเหล่านี้ ติดต่อสายด่วนแฟรงคลินได้ที่หมายเลข 800-348-2420 E. กล่องควบคุมมี Run capacitor หรือไม่? ถ้ามี ตัว Pumptec จะไม่ทริป (ยกเว้นมอเตอร์แฟรงคลิน 1 - 1/2 แรงม้า)
ตัว Pumptec เกิดเสียงดัง เมื่อเปิดใช้งาน	A. ตรวจสอบสำหรับแรงดันไฟฟ้าต่ำ B. ตรวจสอบถังเก็บน้ำ การหมุนปั่นอย่างรวดเร็วไม่ว่าด้วยเหตุผลใดก็ตาม อาจจะทำให้รีเลย์ Pumptec ส่งเสียงดัง C. ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ติดตั้งสายไฟ L2 และสายมอเตอร์อย่างถูกต้อง หากติดสลับกัน อาจจะทำให้เครื่องเกิดเสียงดัง

Pumptec-Plus

Pumptec-Plus เป็นอุปกรณ์ป้องกันปั๊ม/มอเตอร์ที่ออกแบบเพื่อทำงานกับมอเตอร์ Single-phase 220 โวลต์ (PSC, CSCR, CSIR และ Split-phase) ขนาดในช่วง 1/2 ถึง 5 แรงม้า Pumptec-plus ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (Micro-computer) ตรวจสอบกำลัง (Power) และแรงดันไฟฟ้าของสายมอเตอร์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้การป้องกันบ่อน้ำแห้ง, ถังน้ำท่วมขัง (Waterlogged tank), แรงดันน้ำสูงและต่ำ หรือการอุดตันของโคลนหรือทราย

Pumptec-Plus - ปัญหาระหว่างการติดตั้ง

ลักษณะอาการ	สาเหตุที่เป็นไปได้	ทางออกแก้ไขปัญหา
อุปกรณ์ใช้งานไม่ได้ (ไม่มีไฟแสดง)	ไม่มีการจ่ายไฟเข้า	ตรวจสอบสายไฟ แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟควรต่อเข้ากับ Terminals L1 และ L2 ของ Pumptec-plus บางการติดตั้ง Pressure switch หรืออุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ จะเชื่อมต่อกับอินพุต (Input) ของ Pumptec-plus ตรวจสอบให้แน่ใจว่าสวิตช์นี้ปิด
ไฟเหลืองกระพริบ	เครื่องจะต้องทำการสอบเทียบ (Calibrated)	Pumptec-Plus ได้รับการสอบเทียบ (Calibrated) จากโรงงานซึ่งจะทำให้ระบบปั๊มส่วนใหญ่เกิดการโอเวอร์โหลดได้ เมื่ออุปกรณ์มีการติดตั้งครั้งแรก เงื่อนไขของการโอเวอร์โหลดนี้เป็นสิ่งที่เตือนว่า Pumptec-Plus ต้องทำการสอบเทียบก่อนใช้ งาน ดูขั้นตอนที่ 7 ของคำแนะนำในการติดตั้ง
	สอบเทียบผิด (Miscalibrated)	Pumptec-Plus ควรทำการสอบเทียบในบ่อกับอัตราการไหลของน้ำสูงสุด ไม่แนะนำให้ใช้ชุดควบคุมการไหล
ไฟสีเหลืองกระพริบ ระหว่างการสอบเทียบ	มอเตอร์ 2 สาย	ขั้นตอน C ของคำแนะนำในการสอบเทียบระบุว่าสถานะของแสงสีเขียวจะปรากฏ 2 ถึง 3 วินาที หลังจากที่มอเตอร์โหลดชั่วขณะ สำหรับมอเตอร์ 2 สายบางรุ่นไฟสีเหลืองจะกระพริบแทนแสงสีเขียว กดและปล่อยปุ่มรีเซ็ท สีเขียวควรเริ่มกระพริบ
ไฟสีแดงและไฟสีเหลืองกระพริบ	ปั๊มหยุดชะงัก	ในระหว่างการติดตั้ง Pumptec-Plus อาจจะเปิดและปิดหลายครั้ง ถ้าพลังงานถูกหมุนเวียนมากกว่าสี่ครั้งภายในหนึ่งนาที Pumptec-Plus จะทริปบนรอบอย่างรวดเร็ว กดและปล่อยปุ่มรีเซ็ทเพื่อรีสตาร์ทเครื่อง
	สวิตช์ลูกลอย	สวิตช์ลูกลอยอาจเป็นเหตุที่ทำให้เครื่องตรวจจับสภาวะการทำงานอย่างรวดเร็วของมอเตอร์หรือสภาวะการโอเวอร์โหลดบนมอเตอร์ 2 สาย พยายามลดการกระเด็น (Splashing) หรือใช้สวิตช์อื่น
ไฟสีแดงกระพริบ	สายไฟฟ้าแรงสูง	แรงดันไฟฟ้าเกิน 242 โวลต์ ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าอีกครั้ง รายงานแรงดันไฟฟ้าให้แก่บริษัทพลังงาน
	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า Unload	หากคุณใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตแรงดันไฟฟ้า อาจสูงเกินไปเมื่อตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Unload เครื่อง Pumptec-plus จะไม่อนุญาตให้มอเตอร์เปิดทำงานอีกครั้งจนกว่าแรงดันไฟฟ้าจะเป็นปกติ การทริปจากแรงดันไฟฟ้าที่เกินจะเกิดขึ้นถ้าหากความถี่ต่ำกว่า 50 เฮิร์ตซ์
ไฟสีแดงติดค้าง	แรงดันไฟฟ้าของ Line ต่ำ	แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 198 โวลต์ ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าอีกครั้ง
	การเชื่อมต่อที่หลวม	ตรวจสอบการเชื่อมต่อ อาจจะหลวม ซึ่งอาจทำให้แรงดันไฟฟ้าตก
	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า Loaded	หากคุณใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตแรงดันไฟฟ้า อาจต่ำเกินไปเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Load เครื่อง Pumptec-plus จะทริปการทำงานภายใต้แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Undervoltage) ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 198 โวลต์ มากกว่า 2.5 วินาที การทริปภายใต้ Undervoltage จะเกิดขึ้นหากความถี่นั้นสูงเกินกว่า 50 เฮิร์ตซ์

Pumptec-Plus

Pumptec-Plus - การแก้ไขปัญหาหลังการติดตั้ง

ลักษณะอาการ	สาเหตุที่เป็นไปได้	ทางออกแก้ไขปัญหา
ไฟสีเหลืองติดค้าง	บ่อน้ำแห้ง	รอให้ตัวจับเวลาการรีสตาร์ทอัตโนมัติหมดเวลา ระหว่างช่วงระยะหมดเวลา บ่อควรเติมน้ำให้เต็ม ถ้าหากตั้ง ตัวตั้งเวลารีเซ็ทอัตโนมัติไว้ที่ตำแหน่ง manual ต้องกดปุ่มรีเซ็ทเพื่อเปิดใช้งานเครื่องใหม่
	ปิดกั้นช่องทางเข้า	ล้างทำความสะอาดหรือเปลี่ยนหน้าสกรีนด้านทางเข้าปั๊มใหม่
	ปิดกั้นช่องทางออก	นำที่อุดตันในท่อประปาออก
	Check Valve ค้าง	เปลี่ยน Check valve
	เพลาเสียหาย	เปลี่ยนส่วนที่เสียหาย
	เครื่องหมุนทำงานอย่างรวดเร็ว	เครื่องหมุนทำงานอย่างรวดเร็วเป็นผลทำให้เกิดการโอเวอร์โหลด ดูหัวข้อของไฟสีแดงและเหลืองที่กระพริบในด้านล่าง
	ปั๊มเสื่อมสภาพ	เปลี่ยนชิ้นส่วนปั๊มที่สึกหรอและสอบเทียบใหม่อีกครั้ง
ไฟสีเหลืองกระพริบ	มอเตอร์หยุดการทำงาน	ซ่อมหรือเปลี่ยนมอเตอร์ ปั๊มอาจจะถูกล็อคด้วยทรายหรือโคลน
	สวิตซ์ลูกลอย	สวิตซ์ลูกลอยสามารถทำให้มอเตอร์ 2 สายหยุดทำงาน ให้จัดวางท่อประปาเพื่อหลีกเลี่ยงการกระเซ็นของน้ำ หรือเปลี่ยนสวิตซ์ลูกลอย
	กราวด์เกิดการเสียหาย	ตรวจสอบความต้านทานของฉนวนบนสายมอเตอร์และกล่องควบคุม
ไฟสีแดงติดค้าง	แรงดันไฟฟ้าต่ำ	แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 198 โวลต์ Pumptec-Plus จะพยายามรีสตาร์ทมอเตอร์ทุกๆ สองวินาทีจนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าของสายเป็นปกติ
	การเชื่อมต่อที่หลวม	ตรวจสอบสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่ตกมากเกินไปในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า (เช่นเบรกเกอร์วงจร, Fuse clips, Pressure switch และเทอร์มินอล Pumptec-Plus L1 และ L2 ซ่อมแซมการเชื่อมต่อ
ไฟสีแดงกระพริบ	สายแรงดันไฟฟ้าสูง	แรงดันไฟฟ้าเกิน 242 โวลต์ ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของสายไฟ และรายงานแรงดันไฟฟ้าให้แก่บริษัทพลังงาน
ไฟสีแดงและสีเหลืองกระพริบ	หมุนทำงานอย่างรวดเร็ว	สาเหตุที่พบบ่อยที่สุดสำหรับสภาวะการหมุนทำงานอย่างรวดเร็ว ก็คือเกิดน้ำท่วมขัง (Waterlogged) ภายในถังเก็บน้ำ ให้ตรวจสอบ Bladder ที่ร้าวภายในถังเก็บน้ำ ให้ตรวจสอบการควบคุมปริมาณอากาศหรือ Snifter valve เพื่อการทำงานที่เหมาะสม ให้ตรวจสอบการตั้งค่าบนสวิตซ์ความดันและตรวจสอบข้อบกพร่องอื่นๆ
	ระบบของบ่อรั่วไหล	เปลี่ยนท่อที่ชำรุดหรือซ่อมรอยรั่ว
	Check Valve ค้าง	วาล์วที่เสียหายจะไม่ทำงานที่ความดันใดๆ ได้ ให้เปลี่ยนวาล์วใหม่
	สวิตซ์ลูกลอย	กดและปล่อยปุ่มรีเซ็ทเพื่อรีสตาร์ทเครื่อง สวิตซ์ลูกลอยอาจจะเป็นผลให้มอเตอร์เกิดการทำงานหมุนอย่างรวดเร็ว หรือเกิดสภาวะโอเวอร์โหลดบนมอเตอร์ 2 สาย พยายามลดการกระเซ็นของน้ำหรือใช้สวิตซ์อื่น

SubDrive2W, 75, 100, 150, & 300

การแก้ไขปัญหา SubDrive

หากการใช้งานหรือมีปัญหาของระบบเกิดขึ้น อุปกรณ์ที่ติดตั้งมาภายในจะช่วยวิเคราะห์เพื่อป้องกันระบบ "ไฟที่แสดงความผิดพลาด" หรือแสดงบนหน้าจอดิจิตอลหน้าตู้ SubDrive จะกระพริบให้เป็นจำนวนครั้งหรือแสดงเลขที่บ่งบอกอาการที่มีปัญหา ในบางกรณี ระบบจะปิดตัวเองจนกว่าจะมีการดำเนินการแก้ไข รหัสความผิดปกติและการดำเนินการแก้ไขจะแสดงอยู่ด้านล่างนี้ ดูคู่มือการติดตั้ง SubDrive สำหรับข้อมูลการติดตั้ง

จำนวนการกระพริบหรือแสดงผลเป็นดิจิตอล	ความผิดพลาด	สาเหตุที่เป็นไปได้	การดำเนินการแก้ไข
1	มอเตอร์โอเวอร์โหลด	- ปั๊มสูบมากเกินไป (Overpumped) - เพลาขาดหรือคัปปิ้งแตกหัก - สกรีนถูกบล็อค ปั๊มชำรุดเสียหาย - มีอากาศหรือแก๊สล็อคการทำงานของปั๊ม - SubDrive ไม่ได้รับการตั้งค่าอย่างถูกต้องสำหรับฝั่งด้านปั๊ม	- ความถี่ใกล้จุดสูงสุดที่น้อยกว่า 65% ของโหลดที่คาดไว้, 42% หาก DIP#3 เป็น "ON" - ระบบน้ำกำลังลดลงถึงทางน้ำเข้า (น้ำหมด) - Static loading ของปั๊มสูง - รีเซ็ทสวิตช์ DIP #3 เป็น "เปิด" สำหรับความไวที่ลดลง ถ้าน้ำไม่หมด - ตรวจสอบการหมุนของปั๊ม (SubDrive เท่านั้น) เชื่อมต่อใหม่ หากจำเป็นสำหรับการหมุนที่เหมาะสม - อากาศ/แก๊สล็อคการทำงานของปั๊ม - ถ้าเป็นไปได้ตั้งความลึกของบ่อให้ลดลง - ตรวจสอบว่าได้ตั้งสวิตช์ DIP อย่างถูกต้อง
2	แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Undervoltage)	- แรงดันไฟฟ้าต่ำ - สาย Lead ด้านทางเข้าเชื่อมต่อผิดพลาด	- แรงดันไฟฟ้าต่ำ, น้อยกว่าประมาณ 150 VAC (ช่วงการทำงานปกติ = 190 ถึง 260) - ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟขาเข้าและแก้ไขหรือความแน่นการต่อ ถ้าจำเป็น - แก้ไขแรงดันไฟฟ้าด้าน Input - ตรวจสอบเบรกเกอร์หรือฟิวส์, ตรวจสอบบริษัทไฟฟ้า
3	ปั๊มล็อค	- มอเตอร์และ/หรือปั๊มแนวติดตั้งไม่ตรงกัน (Misalignment) - ลากมอเตอร์และ/หรือปั๊ม - เกิดการกัดกร่อนในปั๊ม	- จำนวนแอมแปร์เหนือ SFL ที่ 10 Hz - นำออกและซ่อมแซมหรือเปลี่ยนตามความจำเป็น
4	สายไม่ถูกต้อง	- MonoDrive เท่านั้น - ค่าความต้านทานบนเมนและสตาร์ทผิดพลาด	- ความต้านทานผิดพลาดบนการทดสอบ DC ที่การสตาร์ท - ตรวจสอบสายไฟ, ตรวจสอบขนาดมอเตอร์และการตั้งค่าสวิตช์ DIP, ปรับหรือซ่อมแซมตามความจำเป็น
5	วงจรเปิด (Open Circuit)	- การเชื่อมต่อหลวม - มอเตอร์มีความบกพร่องหรือสายที่หย่อนลงบ่อ - มอเตอร์ผิด	- เปิดการอ่านบนการทดสอบ DC ที่สตาร์ท - ตรวจสอบสายเคเบิลที่หย่อนและความต้านทานของมอเตอร์, ความแน่นการเชื่อมต่อด้าน Output, เปลี่ยนหรือแทนที่ หากจำเป็น, ใช้มอเตอร์ "แห้ง" เพื่อตรวจสอบฟังก์ชั่นของไดรฟ์ หากไดรฟ์จะไม่ทำงาน และแสดง Underload, ให้เปลี่ยนไดรฟ์
6	วงจรเกิดช็อต	- เมื่อความผิดปกติเกิดขึ้นทันทีหลังเปิดเครื่อง, เกิดไฟฟ้าลัดวงจรเนื่องจากการเชื่อมต่อหลวม, สายเคเบิลชำรุด	- แอมแปร์เกิน 50 แอมป์สำหรับการทดสอบ DC ที่สตาร์ทหรือแอมป์สูงสุดระหว่างการทำงาน - เดินสาย Output ไม่ถูกต้อง, Phase to phase ช็อต, Phase to ground ช็อตในการเดินสายไฟหรือมอเตอร์ - หากความผิดปกติเกิดขึ้นหลังการรีเซ็ทและถอดสายมอเตอร์, ให้เปลี่ยนไดรฟ์
	กระแสเกิน	- เมื่อความผิดปกติเกิดขึ้นเมื่อมอเตอร์กำลังทำงาน, กระแสเกินเนื่องจากมีเศษต่างๆ เข้าไปติดในปั๊ม	- เช็คปั๊ม
7	ตัว Drive เกิดความร้อนสูง	- อุณหภูมิรอบๆ สูง - แสงแดดส่องโดยตรง - มีสิ่งกีดขวางการไหลของอากาศ	- ชุดระบายความร้อนของไดรฟ์มีอุณหภูมิเกินพิกัดสูงสุด, ต้องลดต่ำกว่า 85° C เพื่อเริ่มการทำงานใหม่ - พัดลมถูกบล็อกหรือใช้งานไม่ได้, รอบข้างมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 125 ° F, แสงแดดส่องโดย ตรง, การไหลของอากาศถูกปิดกั้น - เปลี่ยนพัดลมหรือย้ายไดรฟ์ตามความจำเป็น
8 (SubDrive300 เท่านั้น)	ความดันเกิน	- Pre-charge ไม่เหมาะสม - ปิดวาล์วเร็วเกินไป - การตั้งค่าความดันใกล้กับพิกัดของวาล์วระบาย (Relief valve) มากเกินไป	- รีเซ็ทความดันการ Pre-charge เป็น 70% ของการตั้งค่าเซ็นเซอร์, ลดการตั้งค่าความดันให้ต่ำกว่าระดับวาล์วระบาย, ใช้ถังแรงดันขนาดใหญ่ขึ้น - ตรวจสอบการทำงานของวาล์วว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต - ลดการตั้งค่าความดันของระบบให้มีค่าน้อยกว่าพิกัดของระดับการปรับลดความดัน
RAPID	ความผิดพลาดภายใน	- พบความผิดปกติภายในของไดร์ฟ	- เครื่องอาจจะต้องเปลี่ยนใหม่ ให้ติดต่อผู้จำหน่ายของคุณ
9 (SubDrive2W เท่านั้น)	เกินช่วง (ค่าภายนอกทำงานในช่วงปกติ)	- แรงม้า/แรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้อง - เกิดความผิดพลาดภายใน	- ตรวจสอบแรงม้าและแรงดันไฟฟ้า - เครื่องอาจจะต้องเปลี่ยนใหม่ ให้ติดต่อผู้จำหน่ายของคุณ

SubMonitor

การแก้ไขปัญหา SubMonitor

ความผิดพลาด	ปัญหา/สภาพ	สาเหตุที่เป็นไปได้
แอมป์ SF ตั้งค่าสูงเกินไป	การตั้งค่า SF Amps เหนือ 359 แอมป์	SF Amps ของมอเตอร์ไม่เข้า
เฟสผลันกลับ (Phase Reversal)	กลับลำดับเฟสแรงดันไฟฟ้าขาเข้า	ปัญหาของพาวเวอร์ที่เข้ามา
Underload	กระแสปกติ	การตั้งค่า Max Amps ผิดพลาด
	กระแสไฟฟ้าต่ำ	ปั๊มสูบน้ำดี, มีการอุดตันด้านทางเข้า, วาล์วปิด, ใบพัดปั๊มหลวม, เพลาหรือคัปปิ้งเสียหาย, การสูญเสียเฟส (Phase loss)
Overload	กระแสปกติ	การตั้งค่า Max Amps ผิดพลาด
	กระแสสูง	แรงดันไฟฟ้าสูงหรือต่ำ, มีความเสียหายที่กราวน์, ปั๊มหรือมอเตอร์กระตุก, ปั๊มหรือมอเตอร์หยุดทำงาน
Overheat	เซ็นเซอร์อุณหภูมิมอเตอร์ตรวจจับอุณหภูมิมอเตอร์เกิน	แรงดันไฟฟ้าสูงหรือต่ำ, มอเตอร์โอเวอร์โหลด, ความไม่สมดุลของกระแสมากเกินไป, การระบายความร้อนของมอเตอร์ไม่ดี, อุณหภูมิของน้ำสูง, เสียงรบกวนทางไฟฟ้ามากเกินไป (VFD ในบริเวณใกล้เคียง)
Unbalance	ความแตกต่างของกระแสระหว่างสองขาเกินกว่าการตั้งค่าที่ตั้งโปรแกรมไว้	การสูญเสียเฟส (Phase loss), แหล่งจ่ายไฟไม่สมดุล, Open delta transformer
Overvoltage	แรงดันไฟฟ้าเกินค่าที่ตั้งไว้	แหล่งจ่ายไฟไม่เสถียร
Undervoltage	แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าการตั้งค่าที่โปรแกรมตั้งไว้	การเชื่อมต่อไม่ดีในวงจรกำลังมอเตอร์ แหล่งจ่ายไฟไม่เสถียรหรืออ่อน
สตาร์ทไม่ติด	พาวเวอร์ถูกรบกวนหลายครั้งในระยะเวลา 10 วินาที	เสียงที่หน้าสัมผัส การเชื่อมต่อที่หลวมในวงจรกำลังของมอเตอร์ Arcing contacts

Subtrol-Plus (ยกเลิกการผลิต - ให้ดู SubMonitor)

Subtrol-Plus - การแก้ไขปัญหาหลังการติดตั้ง

ลักษณะอาการ	สาเหตุหรือวิธีการแก้ไขที่เป็นไปได้
Subtrol-Plus ไม่ทำงาน	เมื่อปุ่มรีเซ็ท Subtrol-Plus ถูกกดและปล่อย, ไฟแสดงสถานะทั้งหมดจะกระพริบ หากแรงดันไฟฟ้าของสายถูกต้องที่ Terminals Subtrol-Plus L1, L2, L3 และปุ่มรีเซ็ทไม่ทำให้ไฟกระพริบ, ตัวรับ Subtrol-Plus ทำงานผิดปกติ
Green Off-Time Light-Flashes.	ไฟสีเขียวจะกระพริบและไม่อนุญาตให้ใช้งานเว้นแต่จะได้ต่อคอยส์เซ็นเซอร์ (Sensor coils) ทั้งสองเข้ากับตัวรับสัญญาณ หากทั้งสองเชื่อมต่ออย่างถูกต้องและยังคงกระพริบ, ขดลวดเซ็นเซอร์หรือตัวรับสัญญาณทำงานผิดปกติ การตรวจสอบด้วยโอห์มมิเตอร์ระหว่างเทอร์มินอลกลางทั้งสองของแต่ละคอยส์เซ็นเซอร์ ควรอ่านได้น้อยกว่า 1 โอห์มหรือขดลวดทำงานผิดปกติ หากทั้งสองคอยส์ตรวจสอบว่าทำงานปกติ แสดงว่า ตัวรับทำงานผิดปกติ
Green Off-Time Light On.	ไฟสีเขียวติดอยู่และ Subtrol-Plus ต้องการเวลาปิดที่ระบุไว้ก่อนที่จะเริ่มการทำงานของปั๊มใหม่หลังจากปิดเครื่องแล้ว หากไฟสีเขียวสว่างยกเว้นที่อธิบายไว้ ตัวรับทำงานผิดพลาด หมายเหตุ: ไฟฟ้าขัดข้องเมื่อมอเตอร์ที่กำลังทำงานจะเริ่มทำงานฟังค์ชั่นต่างๆ ล่าช้า
Overheat ไฟเปิด	นี้เป็นฟังค์ชั่นการป้องกันที่เป็นปกติซึ่งจะปิดปั๊มเมื่อมอเตอร์ถึงจุดอุณหภูมิที่ปลอดภัยสูงสุด ให้ตรวจสอบว่าแอมป์อยู่ในเนมเพลทสูงสุดที่ระบุทั้งสามเส้น, และมอเตอร์มีน้ำไหลผ่านอย่างเหมาะสม หากทริป Overheat เกิดขึ้น โดยไม่มีมอเตอร์ที่ร้อนเกินไป อาจจะเป็นผลมาจากการ arcing เชื่อมต่อที่เกิดขึ้นที่ใดที่หนึ่งในวงจรหรือการรบกวนสัญญาณที่มากเกินไปในสายไฟ ตรวจสอบกับบริษัทพลังงานหรือแฟรงคลินอิเล็กทริก การทริปจาก Overheat ของมอเตอร์จะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 5 นาทีสำหรับให้มอเตอร์เริ่มเย็นลง ถ้าการทริปไม่เป็นไปตามคุณลักษณะนี้ให้สงสัยว่ามีการเชื่อมต่อที่ผิดพลาด, การเดินสายไฟ, ความผิดปกติของกราวน์ หรืออุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ SCR (SCR variable speed control)
Overload ไฟเปิด	นี้คือฟังค์ชั่นการป้องกันตามปกติ, ป้องกันการโอเวอร์โหลดหรือปั๊มที่ถูกล็อคการทำงาน ตรวจสอบแอมป์ในสายไฟทุกเส้นผ่านวงจรการสูบน้ำที่สมบูรณ์ และตรวจสอบว่าแรงดันไฟฟ้าต่ำหรือไม่สมดุลอาจทำให้แอมป์สูงในบางช่วงเวลา หากการทริปโอเวอร์โหลดเกิดขึ้นโดยปราศจากแอมป์สูง, อาจเกิดจากพิกัดเข้า (Rating insert), ตัวรับ, หรือคอยส์เซ็นเซอร์มีความผิดพลาด ตรวจสอบอีกครั้งว่าพิกัดเข้าตรงกับมอเตอร์ หากถูกต้อง ให้นำมันออกจากตัวรับอย่างระมัดระวัง โดยการยกอีกด้านด้วยใบมีดหรือไขควง และตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีพินที่งอ หากการใส่ที่ถูกต้องและพินไม่เป็นไร ให้เปลี่ยนตัวรับและ/หรือคอยส์เซ็นเซอร์
Underload ไฟเปิด	นี้คือฟังค์ชั่นการป้องกันตามปกติ A. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าพิกัดเข้าถูกต้องสำหรับมอเตอร์ B. ปรับการตั้งค่า Underload ตามที่อธิบายไว้ก่อนหน้า เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในช่วงที่ต้องการโปรดทราบว่าจำเป็นต้องมีการตั้งค่า Underload ลดลง เพื่อให้โหลดไม่ทริปการทำงาน C. ตรวจสอบการตกของแอมป์และค่าก่อนการทริป ซึ่งบ่งชี้ถึงความเสียหายของด้านทางเข้าของปั๊ม, และกระแสไฟฟ้าที่ไม่สมดุล D. เมื่อปิดเครื่อง ให้ตรวจสอบความต้านทานของสาย Lead ถึงกราวด์อีกครั้ง สาย Lead ที่มีสายกราวนด์อาจทำให้เกิดการทริป Underload

Subtrol-Plus (ยกเลิกการผลิต - ให้ดู SubMonitor)

Subtrol-Plus - การแก้ไขปัญหาหลังการติดตั้ง (ต่อ)

ลักษณะอาการ	สาเหตุหรือวิธีการแก้ไขที่เป็นไปได้
ไฟแสดงการทริปเปิด	เมื่อใดก็ตามที่ปิดปั๊ม เนื่องจากฟังค์ชั่นการป้องกัน Subtrol-Plus ไฟสัญญาณสีแดงสว่างขึ้น ไฟจะแสดงถึง Subtrol-plus จะยอมให้ปั๊มรีสตาร์ทใหม่โดยอัตโนมัติตามที่ได้อธิบายไว้ และไฟที่กระพริบหมายถึงการทริปซ้ำๆ, ต้องรีเซ็ทด้วยตัวเองก่อนที่จะรีสตาร์ทปั๊มได้ การทำงานของไฟสีแดงอื่นๆ หมายถึงตัวรับที่ผิดปกติ แรงดันไฟฟ้าครึ่งนึงที่ 460 V จะเป็นสาเหตุทำให้ไฟทริปเปิด
ฟิวส์วงจรควบคุมขาด	เมื่อปิดเครื่องแล้วให้ตรวจสอบคอยล์คอนแทคที่ถูกช๊อตหรือวงจรควบคุมที่ต่อสายดิน ความต้านทานของคอยล์ควรมีอย่างน้อย 10 โอห์ม และความต้านทานของวงจรต่อเฟรมแผงมากกว่า 1 megohm ควรใช้ฟิวส์มาตรฐาน หรือแบบ Delay 2 แอมป์
Contactor จะไม่ปิด	หากแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมอยู่ที่ขั้วขดลวดควบคุม เมื่อมีการควบคุมการทำงานเพื่อเปิดปั๊ม แต่คอนแทคเตอร์ (Contactor) ไม่ได้ปิด, ให้ปิดเครื่องและเปลี่ยนขดลวด หากไม่มีแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวด ให้ตรวจสอบวงจรควบคุม เพื่อตรวจสอบในตัวรับ Subtrol-Plus, ฟิวส์, สายไฟ, หรือสวิตซ์การทำงานของแผงควบคุมว่ามีความผิดปกติหรือไม่ การตรวจสอบนี้สามารถทำได้โดยการเชื่อมโวลต์มิเตอร์ที่ขั้วขดลวดก่อน จากนั้นจึงย้ายการเชื่อมต่อมิเตอร์ทีละขั้นตอนไปตามแต่ละวงจรไปยังแหล่งจ่ายไฟ เพื่อกำหนดองค์ประกอบของแรงดันไฟฟ้าที่หายไป เมื่อตัวรับ Subtrol-Plus ทำงาน, ด้วยการตัดการเชื่อมต่อทั้งหมดจากขั้วควบคุมและตั้งค่าโอห์มมิเตอร์ที่ R x 10, ให้วัดค่าความต้านทานระหว่างขั้วควบคุม ซึ่งควรวัดที่ 100 ถึง 400 โอห์ม กดปุ่มรีเซ็ทค้างไว้ ความต้านทานระหว่างเทอร์มินอลควบคุมควรวัดใกล้ถึง Infinite
Contactor มีเสียง	ตรวจสอบว่าแรงดันไฟฟ้าของขดลวดอยู่ภายใน 10% ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หากแรงดันไฟฟ้าถูกต้องและตรงกับแรงดันไฟฟ้าของสาย, ให้ปิดการทำงานและนำชุดแม่เหล็กคอนแทคเตอร์ (Contactor magnetic) ออก และตรวจสอบการสึกหรอ, การกัดกร่อน และสิ่งสกปรก หากแรงดันไฟฟ้าไม่แน่นอนหรือต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าของสาย ให้ตรวจสอบวงจรควบคุมหาข้อบกพร่องที่คล้ายกับรายการก่อนหน้า แต่มองหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกมากกว่าที่มันสูญเสียทั้งหมด
Contactor เปิดเมื่อสวิตซ์สตาร์ทเปิด	ตรวจสอบว่าสวิตซ์ Interlocks ตัวเล็กข้างๆ คอนแทคเตอร์ (Contactor) ปิดเมื่อ Contactor ปิด ถ้าหากสวิตซ์หรือวงจรเปิด Contactor จะไม่อยู่ที่ปิด เมื่อสวิตซ์อยู่ในตำแหน่ง "HAND"
Contactor ปิดเมื่อมอเตอร์ไม่ทำงาน	ปิดไฟ ตรวจสอบหน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์ (Contactor) ว่ามีสิ่งสกปรก, การกัดกร่อน, และการปิดที่เหมาะสม เมื่อปิดคอนแทคเตอร์ด้วยมือ
ขั้วสัญญาณของวงจรไม่มีไฟ	ด้วยตัวรับ Subtrol-Plus เปิดขึ้นและตัดการเชื่อมต่อของสาย Lead ทั้งหมดจากขั้วสัญญาณด้วยการตั้งค่าโอห์มมิเตอร์ Rx10, วัดความต้านทานระหว่างขั้วสัญญาณ ความต้านทานควรวัดใกล้ถึง Infinite กดปุ่มรีเซ็ทค้างไว้ ความต้านทานระหว่างขั้นสัญญาณควรวัด 100 ถึง 400 โอห์ม

ตัวย่อ

คู่มือใน AIM

A	Amp or amperage
AWG	American Wire Gauge
BJT	Bipolar Junction Transistor
°C	Degree Celsius
CB	Control Box
CRC	Capacitor Run Control
DI	Deionized
Dv/dt	Rise Time of the Voltage
EFF	Efficiency
°F	Degree Fahrenheit
FDA	Food & Drug
FL	Administration Full Load
ft	Foot
ft-lb	Foot Pound
ft/s	Feet per Second
GFCI	Ground Fault Circuit
gpm	Interrupter Gallons per
HERO	Minute
hp	High Efficiency Reverse
Hz	Osmosis Horsepower
ID	Hertz
IGBT	Inside Diameter
in	Insulated Gate Bipolar
kVA	Transistor Inch
kVAR	Kilovolt Amp
kW	Kilovolt Amp Rating
L1, L2, L3	Kilowatt (1000 Watts)
lb-ft	Line One, Line Two, Line
L/min	Three Pound Feet
mA	Liter per Minute
max	Milliamp
	Maximum
MCM	Thousand Circular Mils
mm	Millimeter
MOV	Metal Oxide Varister
NEC	National Electrical Code
NEMA	National Electrical Manufacturer
Nm	Association Newton Meter
NPSH	Net Positive Suction Head
OD	Outside Diameter
OL	Overload
PF	Power Factor
psi	Pounds per Square Inch
PWM	Pulse Width Modulation
QD	Quick Disconnect
R	Resistance
RMA	Return Material Authorization
RMS	Root Mean Squared
rpm	Revolutions per Minute
SF	Service Factor
SFhp	Service Factor Horsepower
S/N	Serial Number
TDH	Total Dynamic Head
UNF	Fine Thread
V	Voltage
VAC	Voltage Alternating Current
VDC	Voltage Direct Current
VFD	Variable Frequency Drive
W	Watts
XFMR	Transformer
Y-D	Wye-Delta
Ω	ohms

บันทึก:

คู่มือใน AIM

บันทึก:

คู่มือใน AIM

บันทึก:

คู่มือใน AIM

บันทึก:

คู่มือใน AIM

ฉบับพิมพ์ปี 2016

franklinwater.com | franklin-controls.com | solar.franklin-electric.com |
constantpressure.com

Franklin Electric

M1339 05-16