MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

คู่มือการออกแบบ

VLT®AQUA Drive FC 202

110-1400 kW

www.danfoss.com/
drives

VLT®
THE REAL DRIVE

ข้อมูล

1 วิธีการอ่านคู่มือการออกแบบ 7

2 บทนำ 11

2.1 ความปลอดภัย 11

2.2 เวอร์ชันของซอฟต์แวร์ 12

2.3 ฉลาก CE 12

2.4 ความชื้นในอากาศ 13

2.5 สภาพแวดล้อมที่รุนแรง 13

2.6 การสั่นสะเทือนและการกระแทก 14

2.7 ประโยชน์ของตัวแปลงความถี่ 14

2.8 โครงสร้างตัวควบคุม 17

2.8.1 หลักการควบคุม 17

2.8.2 วงรอบเปิดโครงสร้างตัวควบคุม 21

2.8.3 การควบคุมหน้าเครื่อง (ควบคุมด้วยมือ) และระยะไกล (อัตโนมัติ) 21

2.8.4 วงรอบปิดโครงสร้างตัวควบคุม 22

2.8.5 การจัดการค่าป้อนกลับ 23

2.8.6 การแปลงค่าป้อนกลับ 24

2.8.7 การจัดการค่าอ้างอิง 25

2.8.8 ตัวอย่างการควบคุมแบบ PID สำหรับวงรอบปิด 26

2.8.9 ลำดับการตั้งโปรแกรม 27

2.8.10 ปรับแต่งตัวควบคุมวงรอบปิด 28

2.8.11 การปรับ PID ด้วยตนเอง 28

2.9 มุมมองทั่วไปของ EMC 28

2.9.1 มุมมองทั่วไปของการแพร่กระจาย EMC 28

2.9.2 ข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจาย 29

2.9.3 ผลการทดสอบ EMC (การแพร่กระจาย) 30

2.9.4 มุมมองทั่วไปของการแพร่กระจายฮาร์โมนิค 30

2.9.5 ข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจายฮาร์โมนิค 31

2.9.6 ผลการทดสอบฮาร์โมนิค (การแพร่กระจาย) 31

2.10 ข้อกำหนดว่าด้วยความคงทน 32

2.11 การแยกกันทางไฟฟ้า (PELV) 33

2.12 กระแสรั่วไหลลงดิน 33

2.13 การควบคุมด้วยฟังก์ชันเบรค 34

2.14 การควบคุมเบรคเชิงกล 35

2.15 สภาวะการทำงานที่เกินขอบเขต 35

2.15.1 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์ 36

2.15.2 การทำงานการหยุดแบบปลอดภัย (เสริม) 37

3 การเลือก 39

3.1 ข้อมูลจำเพาะทั่วไป 39

3.1.1 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x380-480 V AC 39
3.1.2 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x525-690 V AC 43
3.1.3 ข้อมูลจำเพาะ 12 พัลส์ 47
3.2 ประสิทธิภาพ 55
3.3 เสียงรบกวน 55
3.4 แรงดันค่ายอดบนมอเตอร์ 56
3.5 เงื่อนไขพิเศษ 56
3.5.1 วัตถุประสงค์ของการลดค่าพิกัด 56
3.5.2 การลดพิกัดสำหรับแรงดันอากาศต่ำ 57
3.5.3 การลดพิกัดสำหรับการรันทีความเร็วต่ำ 57
3.5.4 การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันในสมรรถนะ 58
3.5.5 การลดพิกัดอุณหภูมิแวดล้อม 58
3.6 อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ 59
3.6.1 อุปกรณ์เสริมโมดูลอินพุททั่วไป เอาท์พุท สำหรับการใช้งานทั่วไป MCB 101 59
3.6.2 อินพุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/1-4 61
3.6.3 อินพุทแรงดันอนาล็อก - ขั้วต่อ X30/10-12 61
3.6.4 เอาท์พุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/5-7 61
3.6.5 เอาท์พุทอนาล็อก - ขั้วต่อ X30/5+8 61
3.6.6 อุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105 62
3.6.7 อุปกรณ์เสริมไฟสำรอง 24 V MCB 107 (อุปกรณ์เสริม D) 63
3.6.8 อุปกรณ์เสริม I/O อนาล็อก MCB 109 63
3.6.9 คำอธิบายทั่วไป 65
3.6.10 ตัวควบคุมคาสเคดส่วนขยาย MCO 101 66
3.6.11 ตัวต้านทานเบรค 66
3.6.12 ชุดติดตั้งระยะไกลสำหรับ LCP 67
3.6.13 ตัวกรองอินพุท 67
3.6.14 ตัวกรองเอาท์พุท 67
3.7 อุปกรณ์เสริมกำลังสูง 68
3.7.1 การติดตั้งชุดระบายความร้อนทีช่องด้านหลังในกรอบหุ้ม Rittal 68
3.7.2 การติดตั้งภายนอก/ชุด NEMA 3R สำหรับกรอบหุ้ม Rittal 69
3.7.3 การติดตั้งบนฐาน 69
3.7.4 การติดตั้งอุปกรณ์เสริมแผ่นอินพุท 71
3.7.5 การติดตั้งชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับตัวแปลงความถี 71
3.7.6 อุปกรณ์เสริมเฟรม D 71
3.7.6.1 ขั้วต่อการแบ่งโหลด 71
3.7.6.2 ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ 71
3.7.6.3 เครื่องทำความร้อนแบบป้องกันการควบแน่น 72
3.7.6.4 ตัวสับเบรค 72
3.7.6.5 ชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลัก 72
3.7.6.6 แผงวงจรแผ่นพิมพ์ทีทนทานต่อการใช้งานหนัก 72

3.7.6.7 แผงเข้าใช้แผ่นระบายความร้อน 72
3.7.6.8 การตัดแหล่งจ่ายไฟหลัก 72
3.7.6.9 คอนแทคเตอร์ 72
3.7.6.10 เซอร์กิตเบรคเกอร์ 72
3.7.7 อุปกรณ์เสริมขนาดเฟรม F 73

4 วิธีการสั่งซื้อ 75
4.1 แบบฟอร์มการสั่งซื้อ 75
4.1.1 เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับ 75
4.1.2 สตริงรหัสชนิด 75
4.2 หมายเลขการสั่งซื้อ 80
4.2.1 หมายเลขการสั่งซื้อ: อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ 80
4.2.2 หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวกรองฮาร์โมนิคชันสูง 81
4.2.3 หมายเลขการสั่งซื้อ: ชุดตัวกรองคลีนไซน์, 380–690 V AC 87
4.2.4 หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวกรอง dU/dt 88
4.2.5 หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวต้านทานเบรค 89

5 วิธีการติดตั้ง 90
5.1 การติดตั้งเชิงกล 90
5.1.1 การติดตั้งเชิงกล 94
5.1.2 การติดตั้งเฟรม D บนฐาน 94
5.1.3 การติดตั้งฐานบนชุดขับเฟรม F 94
5.1.4 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งเชิงกล 95
5.2 ก่อนการติดตั้ง 95
5.2.1 การวางแผนสถานที่ติดตั้ง 95
5.2.2 การรับตัวแปลงความถี่ 96
5.2.3 การขนส่งและการนำผลิตภัณฑ์ออกจากกล่อง 96
5.2.4 การยก 96
5.2.5 เครื่องมือที่ต้องใช้ 97
5.2.6 ข้อควรพิจารณาทั่วไป 98
5.2.7 การระบายความร้อนและการหมุนเวียนอากาศ 100
5.2.8 ช่องเสียบท่อร้อยสาย/แผ่นกัน - IP21 (NEMA 1) และ IP54 (NEMA12) 102
5.2.9 ช่องเสียบท่อร้อยสาย/แผ่นกัน, 12 พัลส์ - IP21 (NEMA 1) และ IP54 (NEMA12) 104
5.3 การติดตั้งทางไฟฟ้า 105
5.3.1 สายเคเบิลทั่วไป 105
5.3.2 การจัดเตรียมแผ่นกันสำหรับสายเคเบิล 105
5.3.3 การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก และการต่อลงดิน 105
5.3.4 การเชื่อมต่อสายเคเบิลมอเตอร์ 105
5.3.5 สายเคเบิลมอเตอร์ 106
5.3.6 การติดตั้งระบบไฟฟ้าของสายเคเบิลมอเตอร์ 106
5.3.7 ฟิวส์ 107

5.3.8 ข้อมูลจำเพาะของฟิวส์ 107
5.3.9 การเข้าถึงขั้วต่อส่วนควบคุม 108
5.3.10 ขั้วต่อส่วนควบคุม 108
5.3.11 ขั้วต่อสายเคเบิลควบคุม 108
5.3.12 ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน 109
5.3.13 ความยาวสายเคเบิลควบคุม 110
5.3.14 การติดตั้งทางไฟฟ้า สายเคเบิลควบคุม 110
5.3.15 สายเคเบิลควบคุม 12 พัลส์ 113
5.3.16 สวิตช์ S201, S202 และ S801 115
5.4 การเชื่อมต่อ - ขนาดเฟรม D, E และ F 116
5.4.1 แรงบิด 116
5.4.2 การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ 117
5.4.3 การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟชุดขับ 12 พัลส์ 137
5.4.4 ชิลด์ป้องกันการรบกวนทางไฟฟ้า 146
5.4.5 แหล่งจ่ายไฟพัดลมภายนอก 147
5.5 อุปกรณ์เสริมอินพุท 148
5.5.1 ตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก 148
5.5.2 คอนแทคเตอร์หลัก 149
5.5.3 เอาท์พุทรีเลย์เฟรม D 150
5.5.4 เอาท์พุทรีเลย์เฟรม E และ F 150
5.6 การตั้งค่าและการทดสอบขั้นสุดท้าย 150
5.7 การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย 151
5.7.1 การทดสอบการใช้การหยุดแบบปลอดภัย 152
5.8 การติดตั้งส่วนเชื่อมต่อต่างๆ 152
5.8.1 การเชื่อมต่อบัส RS-485 152
5.8.2 วิธีเชื่อมต่อพีซีเข้ากับชุด 153
5.8.3 เครื่องมือซอฟต์แวร์พีซี 153
5.8.3.1 MCT 10 153
5.8.3.2 MCT 31 154
5.9 ความปลอดภัย 154
5.9.1 การทดสอบแรงดันสูง 154
5.9.2 การต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย 154
5.10 การติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง 154
5.10.1 การติดตั้งทางไฟฟ้า – ข้อควรระวังเบื้องต้นเกี่ยวกับ EMC 154
5.10.2 การใช้สายเคเบิลที่ถูกต้องตาม EMC 156
5.10.3 การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล/ปลอกโลหะ 157
5.11 อุปกรณ์ป้องกันไฟดูด (RCD) 158

6 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ 159
6.1 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ปกติ 159
6.1.1 สตาร์ท/หยุด 159

6.1.2 การสตาร์ท/หยุดด้วยพัลส์ 159
6.1.3 ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์ 159
6.1.4 การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (AMA) 160
6.1.5 ตัวควบคุม Smart Logic 160
6.1.6 การตั้งโปรแกรมการควบคุม Smart Logic 161
6.1.7 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน SLC 161
6.1.8 ตัวควบคุมคาสเคดแบบพื้นฐาน 162
6.1.9 การสเตจปั๊มด้วยการสลับปั๊มนำ 163
6.1.10 สถานะและการทำงานของระบบ 163
6.1.11 ไดอะแกรมการเดินสายตัวควบคุมคาสเคด 164
6.1.12 แผนผังการเดินสายปั๊มปั๊มทีปรับเปลี่ยนความเร็วได้ทีมีความเร็วคงที 165
6.1.13 แผนผังการเดินสายการสลับปั๊มนำ 165

7 การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485 167
7.1 บทนำ 167
7.1.1 ชุดคำสั่งฮาร์ดแวร์ 167
7.1.2 การตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับการสื่อสาร Modbus 167
7.1.3 ข้อควรระวังเบื้องต้นเกียวกับ EMC 167
7.2 ภาพรวมของโปรโตคอล FC 168
7.3 การเชื่อมต่อเครือข่าย 168
7.4 โครงสร้างกรอบข้อความของโปรโตคอล FC 169
7.4.1 องค์ประกอบของอักขระ (ไบต์) 169
7.4.2 โครงสร้างการส่งข้อความ 169
7.4.3 ความยาวการส่งข้อความ (LGE) 169
7.4.4 ทีอยู่ของตัวแปลงความถี (ADR) 169
7.4.5 ไบต์ควบคุมข้อมูล (BCC) 169
7.4.6 เขตข้อมูล 170
7.4.7 เขตข้อมูล PKE 171
7.4.8 หมายเลขพารามิเตอร์ (PNU) 171
7.4.9 ดัชนี (IND) 171
7.4.10 ค่าพารามิเตอร์ (PWE) 171
7.4.11 ประเภทข้อมูลทีรองรับ 172
7.4.12 การแปลงค่า 172
7.4.13 คำสั่งประมวลผล (PCD) 172
7.5 ตัวอย่าง 172
7.5.1 การเขียนค่าพารามิเตอร์ 172
7.5.2 การอ่านค่าพารามิเตอร์ 173
7.6 ภาพรวม Modbus RTU 173
7.6.1 สมมติฐาน 173
7.6.2 ความรู้เกียวกับเงือนไขทีต้องทำก่อน 173
7.6.3 ภาพรวม Modbus RTU 173

7.6.4 ตัวแปลงความถีทีมี Modbus RTU 174
7.7 การกำหนดรูปแบบเครือข่าย 174
7.7.1 ตัวแปลงความถีทีมี Modbus RTU 174
7.8 โครงสร้างกรอบข้อความ Modbus RTU 174
7.8.1 ตัวแปลงความถีทีมี Modbus RTU 174
7.8.2 โครงสร้างข้อความของ Modbus RTU 174
7.8.3 สตาร์ท/หยุดฟีลด์ 175
7.8.4 ฟีลด์ทีอยู่ 175
7.8.5 ฟีลด์การทำงาน 175
7.8.6 เขตข้อมูล 175
7.8.7 ฟีลด์ตรวจสอบ CRC 175
7.8.8 การส่งรีจิสเตอร์ของคอยล์ 175
7.8.9 สนับสนุนรหัสการทำงานโดย Modbus RTU 177
7.9 วิธีเข้าถึงพารามิเตอร์ 179
7.9.1 การจัดการพารามิเตอร์ 179
7.9.2 การจัดเก็บข้อมูล 179
7.9.3 IND 179
7.9.4 บล็อคข้อความ 179
7.9.5 ตัวประกอบการแปลงค่า 179
7.9.6 ค่าพารามิเตอร์ 179
7.10 ตัวอย่าง 179
7.10.1 สถานะคอยล์การอ่าน (01 HEX) 179
7.10.2 บังคับ/เขียนคอยล์เดียว (05 HEX) 180
7.10.3 บังคับ/เขียนหลายคอยล์ (0F HEX) 180
7.10.4 อ่านรีจิสเตอร์การค้างค่า (03 HEX) 180
7.10.5 รีจิสเตอร์ครังเดียวทีกำหนดล่วงหน้า (06 HEX) 181
7.11 โปรไฟล์ควบคุม FC ของ Danfoss 181
7.11.1 คำสังควบคุมตามโปรไฟล์ของ FC (*8-10 โปรไฟล์การควบคุม*=โปรไฟล์ของ FC) 181
7.11.2 ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ของ FC (STW) (*8-10 โปรไฟล์การควบคุม* = โปรไฟล์ของ FC) 183
7.11.3 ค่าอ้างอิงความเร็วของบัส 185
8 การแก้ไขปัญหาเบืองต้น 186
8.1 ข้อความแสดงสถานะ 186
ดัชนี 191

1

1 วิธีการอ่านคู่มือการออกแบบ

1.1.1 ลิขสิทธิ์ การจำกัดความรับผิดชอบและสิทธิในการทบทวน

การเผยแพร่สิ่งพิมพ์นี้มีข้อมูลที่เป็นกรรมสิทธิ์ของ Danfoss โดยการยอมรับและการใช้คู่มือนี้ ผู้ใช้ได้ยอมรับว่าข้อมูลที่มีอยู่ในสื่อนี้จะถูกใช้เพื่อการใช้งานอุปกรณ์จาก Danfoss หรืออุปกรณ์จากผู้ผลิตอื่น หากอุปกรณ์ดังกล่าวมีวัตถุประสงค์ที่ใช้เพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์ของ Danfoss ผ่านการเชื่อมโยงด้วยการสื่อสารอนุกรมเท่านั้น การเผยแพร่สิ่งพิมพ์นี้ได้รับการคุ้มครองภายใต้กฎหมายลิขสิทธิ์ของเดนมาร์กและประเทศอื่นโดยส่วนใหญ่

Danfoss ไม่รับประกันว่าชุดซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นตามแนวทางที่มีอยู่ในคู่มือนี้จะทำงานอย่างเหมาะสมในทุกๆ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

แม้ Danfoss ได้ทดสอบและตรวจทานเอกสารภายในคู่มือนี้ Danfoss ไม่มีการประกันหรือการแสดงออกไม่ว่าจะเป็นการเปิดเผยหรือโดยนัยในความรับผิดชอบต่อเอกสารนี้ รวมถึงคุณภาพของเอกสาร ประสิทธิภาพ หรือความเหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์ที่เป็นการเฉพาะ

ไม่มีเหตุการณ์ใดที่ Danfoss จะรับผิดชอบต่อความเสียหายโดยทางตรง, ทางอ้อม, พิเศษ, บังเอิญ หรือที่เกิดขึ้นตามมาหลังจากการเลิกใช้ หรือการไม่มีความสามารถในการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในคู่มือนี้ ถึงแม้ว่าจะได้รับคำแนะนำในความเป็นไปได้ถึงความเสียหายดังกล่าว โดยเฉพาะ Danfoss ไม่รับผิดชอบต่อต้นทุนใดๆ รวมถึงแต่ไม่จำกัดถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นจากผลของการสูญเสียกำไรหรือรายได้ อุปกรณ์สูญหายหรือเสียหาย โปรแกรมคอมพิวเตอร์สูญหาย ข้อมูลสูญหาย ต้นทุนในการจัดหาทดแทนสิ่งเหล่านี้ หรือการเรียกร้องใดๆโดยบุคคลที่สาม

Danfoss สงวนสิทธิ์ที่จะทบทวนการเผยแพร่นี้ได้ตลอดเวลาและเปลี่ยนแปลงเนื้อหาโดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้าหรือมีพันธะใดๆที่จะต้องแจ้งให้ผู้ใช้ก่อนหน้าและผู้ใช้ปัจจุบันของการทบทวนหรือการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้น

1.1.2 เอกสารที่มี

- VLT® AQUA Drive FC 202, 0.25-90 kW คำแนะนำการใช้งานมีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการเริ่มการทำงานและการใช้งานตัวแปลงความถี่
- VLT® AQUA Drive FC 202, 110-400 kW เฟรม D คำแนะนำการใช้งานมีข้อมูลสำหรับการติดตั้ง การสตาร์ท และข้อมูลพื้นฐานสำหรับเฟรม D รุ่นล่าสุด
- VLT® AQUA Drive FC 202 คำแนะนำการใช้งานอุปกรณ์กำลังสูงมีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการเริ่มการทำงานและการใช้งานตัวแปลงความถี่ HP
- VLT® AQUA Drive FC 202, 110-1400 kW คู่มือการออกแบบบรรจุข้อมูลทางเทคนิคทั้งหมดเกี่ยวกับตัวแปลงความถี่เฟรม D, E และ F และ การออกแบบ และ การประยุกต์ใช้งาน ของลูกค้า
- VLT® AQUA Drive FC 202 คู่มือการโปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีตั้งโปรแกรม รวมถึงคำอธิบายเกี่ยวกับพารามิเตอร์อย่างครบถ้วนสมบูรณ์
- VLT® AQUA Drive FC 202 Profibus
- VLT® AQUA Drive FC 202 DeviceNet
- คู่มือการออกแบบตัวกรองเอาท์พุท
- VLT® AQUA Drive FC 202 ตัวควบคุมคาสเคด
- บันทึกการใช้งาน: การใช้ปั๊มจุ่ม
- บันทึกการใช้งาน: การใช้งานตัวหลัก/ตัวตาม
- บันทึกการใช้งาน: วงรอบปิดของชุดขับเคลื่อนและโหมดการหลับ (Speed Mode)
- คำแนะนำ: MCB 109 อุปกรณ์เสริม I/O อนาล็อก
- คำแนะนำ: ชุดติดตั้งแผงเจาะทะลุ
- คำแนะนำการใช้งานตัวกรองที่ทำงาน VLT®

ข้อมูลทางเทคนิคของ Danfoss สามารถหาได้จาก www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm.

สัญลักษณ์
สัญลักษณ์ต่อไปนี้ใช้ในคู่มือนี้

⚠คำเตือน

ระบุถึงสถานการณ์ที่อาจเป็นอันตรายซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเสียชีวิตหรือบาดเจ็บร้ายแรง

⚠ข้อควรระวัง

ระบุถึงสถานการณ์ที่อาจเป็นอันตราย ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บเล็กน้อยหรือปานกลาง นอกจากนี้ ยังอาจใช้เพื่อแจ้งเตือนถึงการดำเนินการที่ไม่ปลอดภัย

ข้อควรระวัง

ระบุถึงสถานการณ์ที่อาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุที่สร้างความเสียหายต่ออุปกรณ์หรือทรัพย์สินเท่านั้น

ประกาศ

ระบุถึงข้อมูลที่เน้นย้ำ ซึ่งควรใส่ใจคำนึงถึงเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดหรือการใช้งานอุปกรณ์ด้วยประสิทธิภาพที่น้อยกว่าความเหมาะสม

1

ตาราง 1.1 การรับรอง

1.1.3 คำย่อ

กระแสสลับ	AC
เกจลวดอเมริกัน	AWG
แอมแปร์/AMP	A
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ	AMA
ขีดจำกัดกระแส	I_{LIM}
องศาเซลเซียส	°C
กระแสตรง	DC
ขึ้นอยู่กับชุดขับเคลื่อน	D-TYPE
ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า	EMC
รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกส์	ETR
ตัวแปลงความถี่	FC
กรัม	g
เฮิรตซ์	Hz
กำลังม้า	hp
กิโลเฮิรตซ์	kHz
แผงควบคุมหน้าเครื่อง	LCP
เมตร	m
ความเหนี่ยวนำ มิลลิเฮนรี	mH
มิลลิแอมแปร์	mA
มิลลิเซ็คคัน	ms
นาที	min
เครื่องมือควบคุมการเคลื่อนที่	MCT
นาโนฟารัด	nF
นิวตันเมตร	Nm
กระแสของมอเตอร์ที่พิกัด	$I_{M,N}$
ความถี่ของมอเตอร์ที่พิกัด	$f_{M,N}$
กำลังของมอเตอร์ที่พิกัด	$P_{M,N}$
แรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ที่พิกัด	$U_{M,N}$
มอเตอร์แม่เหล็กถาวร	มอเตอร์ PM
แรงดันต่ำป้องกันพิเศษ	PELV
แผงวงจรแผ่นพิมพ์	PCB
กระแสเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ที่พิกัด	I_{INV}
รอบต่อนาที	RPM
ขั้วต่อสำหรับคืนพลังงานกลับ	แบบคืนพลังงานกลับ
วินาที	วินาที
ความเร็วซิงโครนัสของมอเตอร์	n_s
ขีดจำกัดแรงบิด	T_{LIM}
โวลต์	V
กระแสเอาท์พุทสูงสุด	$I_{VLT,MAX}$
กระแสเอาท์พุททีพิกัดที่จ่ายโดยตัวแปลงความถี่	$I_{VLT,N}$

ตาราง 1.2 คำย่อ

1.1.4 คำจำกัดความ

ตัวแปลงความถี่:

$I_{VLT,MAX}$
กระแสเอาท์พุทสูงสุด

$I_{VLT,N}$
กระแสเอาท์พุททีพิกัดที่จ่ายโดยตัวแปลงความถี่

$U_{VLT,\ MAX}$
แรงดันเอาท์พุทสูงสุด

อินพุท:

คำสั่งควบคุม
หยุดมอเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ด้วย LCP และอินพุทดิจิตัล
ฟังก์ชันต่างๆ แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม
ฟังก์ชันในกลุ่มที่ 1 จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่าฟังก์ชันในกลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 1	รีเซ็ต การหยุดแบบลีนไหล รีเซ็ตและหยุดแบบลีนไหล การหยุดแบบรวดเร็ว การเบรคกระแสตรง การหยุดและปุ่ม "Off"
กลุ่มที่ 2	สตาร์ท สตาร์ทด้วยพัลส์ กลับทิศทาง สตาร์ทกลับทิศทาง Jog และ ล็อคค้างเอาท์พุท

ตาราง 1.3 คำสั่งควบคุม

มอเตอร์:

f_{JOG}
ความถีของมอเตอร์เมื่อเปิดใช้งานฟังก์ชัน jog (ผ่านทางขั้วต่อดิจิตัล)

f_M
ความถีของมอเตอร์

f_{MAX}
ความถีสูงสุดของมอเตอร์

f_{MIN}
ความถีต่ำสุดของมอเตอร์

$f_{M,N}$
ความถีมอเตอร์ที่พิกัด (ข้อมูลบนป้ายชื่อ)

I_M
กระแสของมอเตอร์

$I_{M,N}$
กระแสของมอเตอร์ที่พิกัด (ข้อมูลบนป้ายชื่อ)

$n_{M,N}$
ความเร็วมอเตอร์ที่พิกัด (ข้อมูลป้ายชื่อ)

$P_{M,N}$
กำลังของมอเตอร์ที่พิกัด (ข้อมูลบนป้ายชื่อ)

$T_{M,N}$
แรงบิดที่พิกัด (มอเตอร์)

U_M
แรงดันชั่วขณะของมอเตอร์

$U_{M,N}$
แรงดันของมอเตอร์ที่พิกัด (ข้อมูลบนป้ายชื่อ)

η_{VLT}
ประสิทธิภาพของตัวแปลงความถี่จะกำหนดเป็นอัตราส่วนระหว่างเอาท์พุทกำลังและอินพุทกำลัง

คำสั่งไม่ให้ทำการสตาร์ท
คำสั่งหยุดเป็นคำสั่งควบคุมกลุ่มที 1 – ดูทีกลุ่มนี

คำสั่งหยุด
ดูทีคำสั่งควบคุม

References:

ค่าอ้างอิงอนาล็อก
สัญญาณทีส่งไปยังอินพุทอนาล็อก 53 หรือ 54, อาจเป็นแรงดันหรือกระแส

ค่าอ้างอิงบัส
สัญญาณทีส่งไปยังพอร์ตการสือสารแบบอนุกรม (พอร์ต FC)

ค่าอ้างอิงทีกำหนดล่วงหน้า
ค่าอ้างอิงทีกำหนดล่วงหน้าจะถูกตังไว้ระหว่าง -100% ถึง +100% ของพิสัยของค่าอ้างอิง การเลือกค่าอ้างอิงทีกำหนดล่วงหน้า 8 แบบผ่านทางขัวต่อดิจิตัล

ค่าอ้างอิงแบบพัลส์
สัญญาณความถีแบบพัลส์ทีถูกส่งไปยังอินพุทดิจิตัล (ขัวต่อ 29 หรือ 33)

Ref_{MAX}
ระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุทอ้างอิงทีค่าเต็มสเกล 100% (โดยทัวไป 10 V, 20 mA) กับค่าอ้างอิงผลลัพธ์ ค่าอ้างอิงสูงสุดตังค่าในพารามิเตอร์ *3-03 ค่าอ้างอิงสูงสุด*

Ref_{MIN}
ระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุทอ้างอิงทีค่า 0% (โดยทัวไป 0 V, 0mA, 4 mA) กับค่าอ้างอิงผลลัพธ์ ค่าอ้างอิงต่ำสุดตังค่าในพารามิเตอร์ *3-02 ค่าอ้างอิงต่ำสุด*

อืนๆ:
อินพุทอนาล็อก
อินพุทอนาล็อกใช้สำหรับควบคุมการทำงานของฟังก์ชันหลายชนิดในตัวแปลงความถี
อินพุทอนาล็อกมีอยู่ 2 ประเภทคือ:
อินพุทกระแส, 0-20 mA และ4-20 mA
อินพุทแรงดัน, 0-10 V DC

เอาท์พุทอนาล็อก
เอาท์พุทอนาล็อกสามารถจ่ายสัญญาณ 0-20 mA, 4-20 mA หรือสัญญาณดิจิตัลได้

การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ, AMA:
อัลกอริธึมของ AMA จะพิจารณาหาค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของมอเตอร์ทีเชือมต่ออยู่ ในขณะทีมอเตอร์หยุดนิง

ตัวต้านทานเบรค
ตัวต้านทานเบรคเป็นโมดูลทีสามารถดูดซับกำลังเบรคทีเกิดขึนจากระบบการเบรคแบบคืนพลังงานกลับ (Regenerative Braking) กำลังไฟฟ้าทีเกิดจากระบบการเบรคแบบคืนพลังงานกลับนีจะเพิมแรงดันวงจรขันกลาง และสวิตช์คายพลังงานเบรคจะช่วยให้มันใจว่ามีการส่งกำลังไปยังตัวต้านทานเบรค

คุณลักษณะ CT
คุณลักษณะแบบแรงบิดคงทีทีใช้ได้กับปัมแบบปริมาตรแทนทีและเครืองเปาลม

อินพุทดิจิตัล
อินพุทดิจิตัลสามารถใช้เพือควบคุมฟังก์ชันหลากหลายของตัวแปลงความถี

ดิจิตัลเอาท์
ชุดขับเคลือนมีเอาท์พุทแบบ Solid State สองชุด ทีสามารถจ่ายไฟเลียง 24 V DC (สูงสุด 40 mA)

DSP
ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตัล

เอาท์พุทรีเลย์
ตัวแปลงความถีมีเอาท์พุทรีเลย์ทีสามารถโปรแกรมได้สองตัว

ETR
รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกส์จะคำนวณโหลดความร้อนโดยพิจารณาจากโหลดและเวลาในขณะนัน ETR ทำงานโดยมีวัตถุประสงค์เพือประเมินอุณหภูมิของมอเตอร์

GLCP
แผงควบคุมหน้าเครืองแบบกราฟิก (LCP 102)

การตังค่าเริมต้น
หากมีการดำเนินการตังค่าเริมต้น (*14-22 โหมดการทำงาน*) พารามิเตอร์ทีสามารถตังโปรแกรมได้ของตัวแปลงความถีจะกลับคืนไปใช้การตังค่ามาตรฐานจากโรงงาน

ดิวตีไซเคิลแบบไม่สม่าเสมอ
ดิวตีไซเคิลแบบไม่สม่าเสมอจะหมายถึงชุดของดิวตีไซเคิลในแต่ละรอบจะประกอบไปด้วยช่วงเวลาทีมีโหลดและช่วงเวลาทีไม่มีโหลด การทำงานสามารถเป็นได้ทังดิวตีแบบเป็นคาบและดิวตีแบบไม่เป็นคาบ

LCP
แผงควบคุมหน้าเครือง (LCP) เป็นจุดรวมอินเตอร์เฟสทีสมบูรณ์สำหรับการควบคุมและตังโปรแกรมตัวแปลงความถี แผงควบคุมสามารถถอดออกได้และสามารถติดตังสูงจากตัวแปลงความถีได้ถึง 3 เมตร เช่น ติดไว้ทีแผงด้านหน้าโดยใช้ชุดติดตังทีเป็นอุปกรณ์เสริม
แผงควบคุมหน้าเครืองมีให้เลือก 2 แบบ:

- LCP แบบตัวเลข 101 (NLCP)
- LCP แบบกราฟิก 102 (GLCP)

1

lsb
บิตที่มีความสำคัญต่ำสุด

MCM
ค่าย่อแทน Mille Circular Mil ซึ่งเป็นหน่วยการวัดของอเมริกา-สำหรับวัดภาคตัดขวางของสายเคเบิล 1 MCM ≡ 0.5067 มม.^{2}

msb
บิตที่มีความสำคัญสูงสุด

NLCP
แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบตัวเลข LCP 101

พารามิเตอร์ออนไลน์/ออฟไลน์
การเปลี่ยนเป็นพารามิเตอร์ออนไลน์จะทำงานในทันทีหลังจากมีการเปลี่ยนค่าข้อมูล ป้อน [OK] เพื่อเปิดใช้งานการเปลี่ยนแปลงกับพารามิเตอร์ออฟไลน์

ตัวควบคุม PID
ตัวควบคุม PID จะรักษาความเร็ว ความดัน อุณหภูมิ ฯลฯ ตามที่ต้องการ โดยปรับความถี่เอาท์พุทให้สอดคล้องกับโหลดที่ผันแปร

RCD
อุปกรณ์กระแสตกค้าง

ชุดคำสั่ง
บันทึกการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ในชุดคำสั่งทั้งสี่ชุด เปลี่ยนไปมาระหว่างชุดคำสั่งพารามิเตอร์ต่างๆ ทั้งสี่ชุด หรือสามารถแก้ไขชุดคำสั่งหนึ่งในขณะที่ยังใช้งานชุดคำสั่งอีกชุดหนึ่งอยู่

SFAVM
รูปแบบสวิตชิง ที่เรียกว่า Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation (การมอดูเลตแบบเวกเตอร์อะซิงโครนัสตามฟลักซ์ของสเตเตอร์) (*14-00 รูปแบบการสลับ*)

การชดเชยการลื่นไหล
ตัวแปลงความถี่จะชดเชยการสลิปของมอเตอร์ ด้วยการบวกความถี่เข้าไปเพิ่มเติม โดยคิดตามขนาดของโหลดที่วัดได้ ซึ่งจะทำให้ความเร็วมอเตอร์มีค่าเกือบคงที่

ตัวควบคุม Smart Logic (SLC)
SLC เป็นชุดอนุกรมการดำเนินการที่กำหนดโดยผู้ใช้ โดยจะทำงานเมื่อ event ที่เกี่ยวข้องที่กำหนดโดยผู้ใช้ได้รับการประเมินว่าเป็นจริง (true) โดย SLC

เทอร์มิสเตอร์
ตัวต้านทานที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิซึ่งติดตั้งไว้ในจุดที่มีการตรวจสอบอุณหภูมิ (ตัวแปลงความถี่หรือมอเตอร์)

ตัดการทำงาน
สถานะการทำงานเมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้น เช่น ตัวแปลงความถี่เกิดอุณหภูมิสูงเกิน หรือเมื่อตัวแปลงความถี่ทำการป้องกันมอเตอร์ กระบวนการหรือระบบเชิงกล การสตาร์ทอีกครั้งจะถูกป้องกันไว้ไม่ให้ทำได้จนกว่าสาเหตุของฟอลต์จะได้รับการแก้ไข และสถานะการตัดการทำงานถูกยกเลิกโดยการสั่งรีเซ็ต หรือในบางกรณีโดยการโปรแกรมให้รีเซ็ตโดยอัตโนมัติ ไม่สามารถใช้การตัดการทำงานเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

ตัดการทำงานแบบล็อค
สถานะการทำงานเมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้น เมื่อตัวแปลงความถี่กำลังทำงานเพื่อป้องกันตัวเองและต้องการการแทรกแซงทางกายภาพ เช่น เมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้นที่เอาท์พุท ล็อคตัดการทำงานจะถูกยกเลิกได้โดยการตัดการจ่ายไฟสายหลักออก แก้ไขสาเหตุของฟอลต์ แล้วจึงทำการเชื่อมต่อตัวแปลงความถี่อีกครั้ง การสตาร์ทอีกครั้งจะถูกป้องกันไว้ไม่ให้ทำได้จนกว่าสถานะการตัดการทำงานจะถูกยกเลิกโดยการสั่งรีเซ็ต หรือในบางกรณีโดยการโปรแกรมให้รีเซ็ตโดยอัตโนมัติ อย่าใช้การตัดการทำงานแบบล็อคเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

คุณลักษณะ VT
คุณลักษณะแรงบิดแบบผันแปรที่ใช้สำหรับปั๊มและพัดลม

VVC^{plus}
เมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมอัตราส่วนแรงดัน/ความถี่คงที่แบบมาตรฐานแล้ว การควบคุมเวกเตอร์แรงดัน (VVC^{plus}) จะช่วยปรับปรุงพลศาสตร์และเสถียรภาพให้ดีขึ้น ทั้งในเวลาที่ค่าอ้างอิงความเร็วถูกเปลี่ยนและให้สัมพันธ์กับแรงบิดของโหลด

60° AVM
รูปแบบสวิตชิงที่มีชื่อว่า 60° Asynchronous Vector Modulation (การมอดูเลต เวกเตอร์ แบบซิงโครนัส 60°) (*14-00 รูปแบบการสลับ*)

1.1.5 ตัวประกอบกำลัง

ตัวประกอบกำลังเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่าง I_1 และ I_{RMS}

$$\text{ตัวประกอบ กำลัง} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

ตัวประกอบกำลังสำหรับการควบคุมแบบ 3 เฟส:

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi 1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ since } \cos\varphi 1 = 1$$

ตัวประกอบกำลังจะระบุขนาดโหลดของตัวแปลงความถี่ที่แหล่งจ่ายไฟหลักจะต้องรับภาระ
ยิ่งตัวประกอบกำลังมีค่าต่ำลง I_{RMS} ก็จะยิ่งมีค่าสูงขึ้นสำหรับประสิทธิภาพการทำงานที่ระดับ kW เดียวกัน

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \ldots + I_n^2}$$

นอกจากนี้ตัวประกอบกำลังที่มีค่าสูงจะยังบ่งชี้ว่ากระแสฮาร์โมนิคต่างๆ มีค่าต่ำ
ขดลวด DC ภายในจะทำให้ตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยลดโหลดที่แหล่งจ่ายไฟสายหลักจะต้องรับภาระ

2 บทนำ

2.1 ความปลอดภัย

2.1.1 หมายเหตุเกี่ยวกับความปลอดภัย

⚠คำเตือน

แรงดันไฟฟ้าของตัวแปลงความถี่มีอันตรายเมื่อตัวแปลงความถี่ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟหลัก การติดตั้งมอเตอร์ ตัวแปลงความถี่ หรือฟิลด์บัสที่ไม่ถูกต้อง อาจทำให้อุปกรณ์เสียหาย ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บรุนแรงหรือเสียชีวิตได้ ดังนั้นจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือนี้เช่นเดียวกับกฎข้อบังคับของท้องถิ่นและระดับประเทศและข้อบังคับด้านความปลอดภัย

ข้อบังคับด้านความปลอดภัย

1. ตัวแปลงความถี่จะต้องถูกปลดจากแหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับการดำเนินงานซ่อม ตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟสายหลักถูกปลดแล้วและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนที่จะถอดขั้วของมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟสายหลัก
2. ปุ่ม [Stop/Reset] ไม่ได้ปลดอุปกรณ์ออกจากแหล่งจ่ายไฟหลักและดังนั้นต้องไม่ใช้เป็นสวิตช์เพื่อความปลอดภัย
3. จะต้องดำเนินการต่อสายดินเพื่อการป้องกันที่ถูกต้องของอุปกรณ์ ผู้ใช้ต้องได้รับการป้องกันจากแหล่งจ่ายไฟ และมอเตอร์ต้องได้รับการป้องกันจากภาวะโหลดเกินตามกฎข้อบังคับในระดับประเทศและท้องถิ่น
4. กระแสรั่วลงดินสูงกว่า 3.5 mA
5. การป้องกันโหลดเกินของมอเตอร์ที่มาจาก *1-90 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์* ถ้าต้องใช้ฟังก์ชันนี้ให้ตั้ง *1-90 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์* ให้เป็นค่าข้อมูลของ *[4] ตัดการทำงานด้วย ETR* (ค่ามาตรฐาน) หรือ ค่าข้อมูล *[3] การเตือนด้วย ETR*

ประกาศ

ฟังก์ชันจะเริ่มต้นที่ 1.16 เท่าของกระแสที่พิกัดและความถี่ที่พิกัด สำหรับตลาดอเมริกาเหนือ: ฟังก์ชัน ETR ให้การป้องกันมอเตอร์รับโหลดเกิน ที่คลาส 20 ซึ่งสอดคล้องตามมาตรฐาน NEC

6. ห้ามถอดปลั๊กมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟสายหลักในขณะที่ตัวแปลงความถี่ยังเชื่อมต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟสายหลัก ตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟสายหลักถูกปลดแล้วและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนที่จะถอดขั้วของมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟสายหลัก
7. ตัวแปลงความถี่จะมีอินพุทแรงดันที่มากกว่า L1, L2 และ L3 เมื่อติดตั้งการแบ่งรับโหลด (การเชื่อมวงจรตัวกลางกระแสตรง) และแหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 VDC ตรวจสอบว่าทุกอินพุทแรงดันถูกปลดออกและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนการเริ่มงานซ่อม

การติดตั้งที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

⚠คำเตือน

สำหรับการติดตั้งที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลมากกว่า 3 กม. (350-500 V) หรือ 2 กม. (525-690 V)โปรดติดต่อ Danfoss เกี่ยวกับ PELV

การเตือนเกี่ยวกับการสตาร์ทที่ไม่ตั้งใจ

1. มอเตอร์สามารถถูกทำให้หยุดได้โดยใช้คำสั่งดิจิตัล คำสั่งบัส ค่าอ้างอิง หรือการหยุดที่หน้าเครื่องในขณะที่ตัวแปลงความถี่เชื่อมต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟหลัก เมื่อจำเป็นต้องพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยส่วนบุคคลเพื่อประกันว่าจะไม่มีการสตาร์ทโดยไม่ตั้งใจเกิดขึ้น ฟังก์ชันการหยุดเหล่านี้จะไม่เพียงพอ
2. ในขณะที่พารามิเตอร์กำลังเปลี่ยนแปลง มอเตอร์อาจจะสตาร์ทได้ ดังนั้นปุ่ม [Stop/Reset] ต้องถูกใช้งานเสมอ จึงจะสามารถแก้ไขข้อมูลได้หลังจากนั้น
3. มอเตอร์ที่หยุดอยู่อาจจะสตาร์ทถ้าเกิดฟอลต์ขึ้นในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของตัวแปลงความถี่ หรือถ้าโหลดเกินชั่วคราว หรือฟอลต์ในแหล่งจ่ายไฟหลักหรือการเชื่อมต่อมอเตอร์สิ้นสุดลง

ให้ดูที *คำแนะนำการใช้งานชุดขับ AQUA VLT®* สำหรับแนวทางด้านความปลอดภัยเพิ่มเติม

⚠คำเตือน

เวลาคายประจุ!

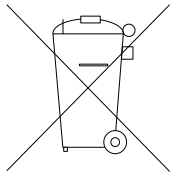
ตัวแปลงความถี่มีตัวเก็บประจุดีซีลิงค์ที่จะยังคงมีประจุไฟอยู่แม้หลังจากตัดกระแสไฟของตัวแปลงความถี่แล้ว เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟฟ้า ตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักกระแสสลับ, มอเตอร์ประเภทแม่เหล็กถาวร และแหล่งจ่ายไฟดีซีลิงค์ระยะไกลใดๆ รวมถึงแบตเตอรีสำรอง, UPS และการเชื่อมต่อดีซีลิงค์กับตัวแปลงความถี่อื่นๆ รอให้ตัวเก็บประจุคายประจุออกจนหมดก่อนดำเนินการงานซ่อมบำรุงหรือบริการใดๆ เวลารอแสดงไว้ในตาราง *เวลาคายประจุ* หากไม่รอตามระยะเวลาที่ระบุหลังจากตัดการเชื่อมต่อไฟฟ้าก่อนดำเนินการให้บริการอาจส่งผลให้เกิดการเสียชีวิตหรือบาดเจ็บรุนแรง

พิกัด [kW]	380–480 V	525–690 V
110–315	20 นาที	
45–400		20 นาที
315-1000	40 นาที	
450–1200		30 นาที

ตาราง 2.1 เวลาคายประจุตัวเก็บประจุกระแสตรง

2

2.1.2 คำแนะนำในการจำกัดทิ้ง



ไม่ควรกำจัดทิ้งอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนทางไฟฟ้าร่วมกับขยะทั่วไป
แต่ให้เก็บแยกต่างหากตามกฎหมายที่บังคับใช้ในปัจจุบันและในระดับท้องถิ่น

ตาราง 2.2 คำแนะนำในการจำกัดทิ้ง

2.2 เวอร์ชันของซอฟต์แวร์

2.2.1 เวอร์ชันของซอฟต์แวร์และการรับรอง

VLT AQUA Drive

คู่มือนี้สามารถใช้กับตัวแปลงความถี่ของ VLT AQUA Drive ที่มีซอฟต์แวร์เวอร์ชัน 1.95 ทั้งหมด
หมายเลขเวอร์ชันของซอฟต์แวร์สามารถดูได้จากพารามิเตอร์ 15-43

ตาราง 2.3 เวอร์ชันของซอฟต์แวร์

2.3 ฉลาก CE

2.3.1 ฉลากและความสอดคล้องกับ CE

ฉลากและความสอดคล้องกับ CE คืออะไร
วัตถุประสงค์ของการติดฉลาก CE ก็คือเพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรคทางเทคนิคในการค้าภายในกลุ่มประเทศ EFTA และ EU ทั้งนี้ EU ได้นำฉลาก CE มาใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของ EU ที่เกี่ยวข้อง ฉลาก CE จะไม่ระบุใดๆ ทั้งสิ้นเกี่ยวกับข้อมูลจำเพาะหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ข้อกำหนดของ EU ที่ควบคุมตัวแปลงความถี่มี 3 ข้อด้วยกัน: **ข้อกำหนดเครื่องจักรกล (2006/42/EC)**
ตัวแปลงความถี่ที่มีฟังก์ชันความปลอดภัยในตัวขณะนี้อยู่ภายใต้ข้อกำหนดเครื่องจักรกล ฉลาก CE ของ Danfoss ตรงตามข้อกำหนดนี้และสามารถออกเอกสารรับรองความสอดคล้องได้หากต้องการ ตัวแปลงความถี่ที่ไม่มีฟังก์ชันความปลอดภัยจะไม่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดเครื่องจักรกล อย่างไรก็ตาม หากจัดส่งตัวแปลงความถี่เพื่อใช้ในเครื่องจักรกล เราจะให้ข้อมูลด้านความปลอดภัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับตัวแปลงความถี่
ข้อกำหนดแรงดันระดับต่ำ (2006/95/EC)
ตัวแปลงความถี่ต้องติดฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนดแรงดันต่ำที่ออกเมื่อวันที่ 1 มกราคม 1997 ข้อกำหนดนี้ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้งานในช่วงแรงดัน 50 - 1000 V AC และ 75 - 1500 V DC Danfoss ฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนดนี้และสามารถออกเอกสารรับรองความสอดคล้องได้หากต้องการ

ข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC (2004/108/EC)
EMC เป็นคำย่อของความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่ออุปกรณ์มีความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า หมายถึงการแทรกแซงร่วมระหว่างส่วนประกอบ/อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จะไม่กระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
ข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 1 มกราคม 1996 Danfoss ฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนดนี้และสามารถออกเอกสารรับรองความสอดคล้องได้หากต้องการ เมื่อต้องการทำการติดตั้งที่ถูกต้องตามหลักการ EMC โปรดดูคำแนะนำในคู่มือการออกแบบ นอกจากนี้ค้นหาข้อมูลจำเพาะที่ผลิตภัณฑ์มาตรฐานของ Danfoss ยึดถือปฏิบัติ ตัวกรองที่แสดงในข้อมูลจำเพาะเป็นส่วนหนึ่งของสายผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ Danfoss ยังจัดเตรียมความช่วยเหลือประเภทอื่นๆ เพื่อให้มั่นใจได้ถึงผลลัพธ์ EMC ที่เหมาะสมที่สุด

2.3.2 สิ่งที่ครอบคลุม

"Guidelines on the Application of Council Directive 2004/108/EEC" (แนวทางเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานของข้อกำหนดกรรมาธิการ 2004/108/EEC) ของ EU ได้ให้รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานการณ์ทั่วไปสามประเภทในการใช้งานตัวแปลงความถี่ ดูรายการต่อไปนี้เกี่ยวกับความครอบคลุมด้าน EMC และฉลาก CE

1. ตัวแปลงความถี่ที่จำหน่ายให้กับผู้ใช้ทั่วไปโดยตรง ตัวอย่างเช่น ตลาด DIY ผู้ใช้เป็นผู้ที่ไม่สันทัดด้านเทคนิคที่ติดตั้งตัวแปลงความถี่เพื่อใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน สำหรับการใช้งานกับอุปกรณ์ดังกล่าว ตัวแปลงความถี่ต้องมีฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC
2. ตัวแปลงความถี่ที่จำหน่ายเพื่อการติดตั้งในโรงงานออกแบบโดยมืออาชีพในกิจการนั้น ตัวแปลงความถี่และโรงงานที่สร้างเสร็จไม่จำเป็นต้องมีฉลาก CE ตามข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC อย่างไรก็ตามตัวเครื่องต้องสอดคล้องกับความต้องการพื้นฐานด้าน EMC ตามข้อกำหนดนี้ รับประกันความสอดคล้องโดยการใช้ส่วนประกอบ อุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบที่มีฉลาก CE ในด้านข้อกำหนด EMC
3. ตัวแปลงความถี่ที่จำหน่ายเป็นส่วนหนึ่งของระบบทั้งหมด (เช่น ระบบปรับอากาศ) ระบบที่สมบูรณ์จะต้องมีฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนด EMC ผู้ผลิตสามารถสร้างความมั่นใจเกี่ยวกับการติดฉลาก CE ที่ตรงตามข้อกำหนด EMC โดยการใช้ส่วนประกอบที่มี CE หรือโดยการทดสอบความสอดคล้องด้าน EMC ของระบบ หากผู้ผลิตเลือกใช้แต่ส่วนประกอบที่มีฉลาก CE เท่านั้น ก็ไม่ต้องทำการทดสอบระบบทั้งหมด

2.3.3 ตัวแปลงความถีของ Danfoss และ ฉลาก CE

การติดฉลาก CE เป็นคุณสมบัติที่ดีเมื่อนำไปใช้ตามจุดประสงค์แรกเริ่ม ซึ่งอำนวยความสะดวกในการค้าภายในประเทศกลุ่ม EU และ EFTA

การติดฉลาก CE อาจครอบคลุมข้อกำหนดเฉพาะต่างๆ มากมาย ดังนั้น ควรตรวจสอบฉลาก CE เพื่อให้มั่นใจว่าครอบคลุมการใช้งานที่เกี่ยวข้อง

Danfoss ตัวแปลงความถีที่ติดฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนดแรงดันต่ำ หมายความว่าหากติดตั้งตัวแปลงความถีอย่างถูกต้อง Danfoss ก็จะรับประกันถึงความสอดคล้องตามข้อกำหนดแรงดันต่ำ Danfoss ออกใบประกาศความสอดคล้องเพื่อยืนยันว่าฉลาก CE ของเราตรงตามข้อกำหนดแรงดันต่ำ

ฉลาก CE ยังใช้บังคับ หากปฏิบัติตามคำแนะนำสำหรับการติดตั้งที่ถูกต้องตาม EMC และการใช้ตัวกรอง

5.10 การติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง จะระบุคำแนะนำโดยละเอียดสำหรับการติดตั้งที่ถูกต้องตาม EMC นอกจากนี้ Danfoss ยังระบุผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องของเราด้วย

2.3.4 สอดคล้องกับ ข้อกำหนด EMC 2004/108/EC

ผู้ใช้หลักของตัวแปลงความถีคือมืออาชีพในกิจการนั้นๆ ที่ใช้ตัวแปลงความถีเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบ หรือการติดตั้งขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อน ทั้งนี้ความรับผิดชอบเกี่ยวกับคุณสมบัติด้าน EMC ขั้นสุดท้ายของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบ หรือการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับผู้ติดตั้ง เพื่อให้ความช่วยเหลือกับผู้ติดตั้ง Danfoss ได้เตรียมคู่มือการติดตั้ง EMC สำหรับระบบชุดขับกำลังไว้ด้วย หากปฏิบัติตามคำแนะนำสำหรับการติดตั้งที่ถูกต้องตาม EMC จะสอดคล้องกับมาตรฐานและระดับการทดสอบที่ระบุสำหรับระบบชุดขับกำลัง ดู *2.10 ข้อกำหนดว่าด้วยความคงทน*

2.4 ความชื้นในอากาศ

ตัวแปลงความถีนี้ได้รับการออกแบบตามมาตรฐาน IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 pkt. 9.4.2.2 ที่ 50 °C

2.5 สภาพแวดล้อมที่รุนแรง

ตัวแปลงความถีประกอบด้วยส่วนประกอบทางกลและทางไฟฟ้ามากมาย ซึ่งทุกส่วนมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมไม่มากก็น้อย

⚠ข้อควรระวัง

ไม่ควรติดตั้งตัวแปลงความถีในสภาพแวดล้อมที่มีไอระเหยในอากาศ หรือมีอนุภาค หรือก๊าซที่สามารถส่งผลกระทบและทำลายส่วนประกอบทางอิเล็กทรอนิกส์ หากไม่มีมาตรฐานป้องกันที่จำเป็น จะเพิ่มความเสี่ยงที่เครื่องจะหยุดทำงาน และเท่ากับลดอายุการใช้งานของตัวแปลงความถี

ระดับการป้องกันตาม IEC 60529
สามารถติดตั้งและใช้งานการหยุดอย่างปลอดภัยในตู้ควบคุมด้วยระดับการปกป้อง IP54 ขึ้นไป (หรือสภาพแวดล้อมที่เทียบเท่า) เพื่อหลีกเลี่ยงครอสส์ฟอลต์และไฟฟ้าลัดวงจรระหว่างขั้วต่อ ช่องเสียบ แทร็ค และวงจรที่เกี่ยวกับความปลอดภัยที่เกิดจากวัตถุแปลกปลอม

<u>ของเหลว</u> อาจผ่านมาตามอากาศ กลายเป็นความชื้นเกาะอยู่ในตัวแปลงความถี และอาจก่อให้เกิดการสึกกร่อนของส่วนประกอบและชิ้นส่วนโลหะ ไอน้ำ น้ำมัน และน้ำที่มีความเค็มอาจก่อให้เกิดการสึกกร่อนของส่วนประกอบและชิ้นส่วนโลหะ ในสภาพแวดล้อมเหล่านั้น ให้ใช้อุปกรณ์ที่มีกรอบหุ้มระดับ IP54/IP55 การป้องกัน เพิ่มเติม การเคลือบแผ่นวงจรพรินต์สามารถสั่งซื้อเพิ่มเติมได้

<u>อนุภาค</u> ในอากาศ เช่น ฝุ่น อาจทำให้เกิดความล้มเหลวในการทำงานเชิงกล เชิงไฟฟ้า หรือเชิงความร้อนของตัวแปลงความถีได้ สิ่งบ่งชี้ทั่วไปถึงระดับอนุภาคในอากาศที่มากเกินไป คือเศษฝุ่นที่เกาะอยู่บนพัดลมของตัวแปลงความถี ในสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นผง ให้ใช้อุปกรณ์ที่มีกรอบหุ้มระดับ IP 55 หรือตู้สำหรับอุปกรณ์ IP00/IP20/NEMA 1

ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิหรือความชื้นระดับสูง ก๊าซที่มีฤทธิ์กัดกร่อน เช่น ซัลเฟอร์ ไนโตรเจน และสารประกอบคลอรีนจะมีผลทางเคมีต่อส่วนประกอบของตัวแปลงความถี

ปฏิกิริยาทางเคมีเหล่านี้จะทำลายส่วนประกอบทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างรวดเร็ว ในสภาพแวดล้อมดังกล่าว ให้ติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ที่มีการหมุนเวียนของอากาศใหม่ เพื่อระบายก๊าซที่มีฤทธิ์กัดกร่อนออกจากตัวแปลงความถี
การป้องกันเพิ่มเติมสำหรับบริเวณดังกล่าว ได้แก่ การเคลือบแผ่นวงจรพรินต์ ซึ่งสามารถสั่งซื้อเพิ่มเติมได้

ประกาศ

การติดตั้งตัวแปลงความถีในสภาพแวดล้อมที่รุนแรงจะเพิ่มความเสี่ยงที่เครื่องจะหยุดทำงานและถือเป็นการลดอายุการใช้งานของตัวแปลงความถี

ก่อนการติดตั้งตัวแปลงความถี ให้ตรวจสอบระดับของเหลว อนุภาค และก๊าซของอากาศโดยรอบ โดยการสังเกตการติดตั้งที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อมนี สิ่งบ่งชี้ทั่วไปถึงของเหลวในอากาศที่เป็นอันตราย คือน้ำหรือน้ำมันบนชิ้นส่วนโลหะ หรือการกัดกร่อนของชิ้นส่วนโลหะ

2

ระดับอนุภาคของฝุ่นที่สูงเกินปกติมักจะเห็นได้จากตามตู้-อุปกรณ์และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการติดตั้งอยู่แล้ว ตัวบ่งชี้อย่าง-หนึ่งของก๊าซในอากาศที่อันตรายคือลักษณะด่างคล้ำของราง-ทองแดงและปลายสายเคเบิลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่แล้ว

กรอบหุ้ม D และ E มีช่องด้านหลังที่ทำจากสเตนเลสสตีลเป็น-อุปกรณ์เสริมเพื่อให้การปกป้องเพิ่มเติมในสภาพแวดล้อมที่-รุนแรง นอกจากนี้ยังต้องมีการระบายอากาศอย่างเหมาะสม-สำหรับส่วนประกอบภายในของตัวแปลงความถี่ ติดต่อ Danfoss สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม

2.6 การสั่นสะเทือนและการกระแทก

ตัวแปลงความถี่นี้ได้ผ่านการทดสอบตามขั้นตอนตามมาตรฐาน-ต่อไปนี้:

ตัวแปลงความถี่นี้สอดคล้องตามข้อกำหนดที่ระบุไว้สำหรับ-เครื่องที่ติดตั้งบนผนังและพื้นของอาคารผลิต รวมถึงเครื่องที่ติด-ตั้งภายในตู้ที่ยึดติดกับผนังหรือพื้น

- IEC/EN 60068-2-6: การสั่นสะเทือน (คลื่นไซน์) - 1970
- IEC/EN 60068-2-64: การสั่นสะเทือน, แบบสุ่มช่วง-กว้าง

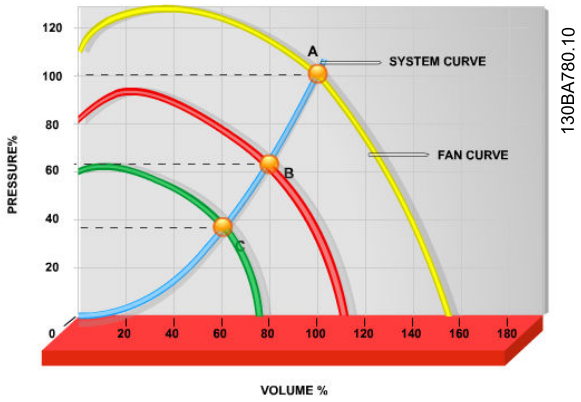
2.7 ประโยชน์ของตัวแปลงความถี่

2.7.1 เพราะเหตุใดจึงใช้ตัวแปลงความถี่สำหรับการควบคุมพัดลมและปั๊ม

ตัวแปลงความถี่ใช้ประโยชน์จากข้อเท็จจริงที่ว่าพัดลมและปั๊ม-แบบหอยโข่งปฏิบัติตามกฎด้านสัดส่วนสำหรับพัดลมและปั๊มดัง-กล่าว สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม โปรดดูข้อความและ *ภาพ-ประกอบ 2.1*

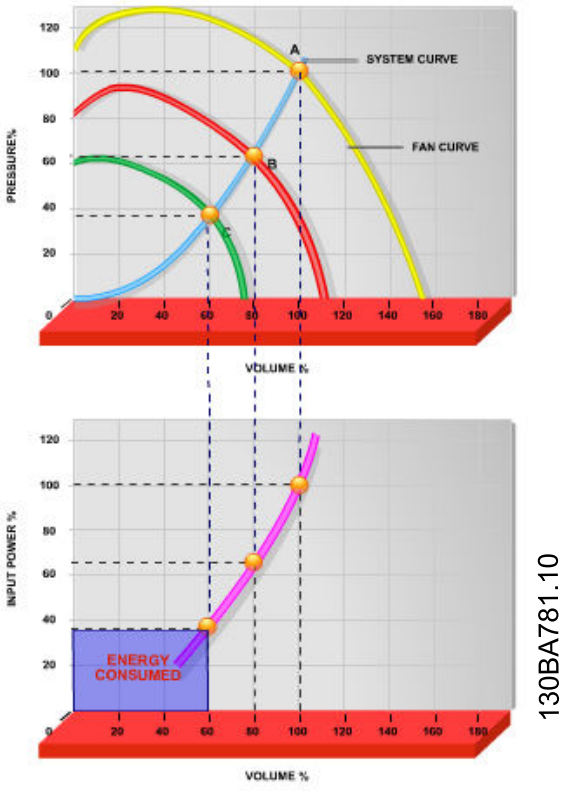
2.7.2 ประโยชน์ที่ชัดเจน - การประหยัดพลังงาน

ประโยชน์ที่ชัดเจนในการใช้ตัวแปลงความถี่สำหรับการควบคุม-ความเร็วของพัดลมและปั๊มคือการประหยัดไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบกับระบบและเทคโนโลยีในการควบคุมอื่นๆ ตัว-แปลงความถี่คือระบบควบคุมพลังงานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ-การควบคุมระบบพัดลมและปั๊ม



ภาพประกอบ 2.1 เส้นกราฟของพัดลม (A, B และ C) หมาย-ถึงปริมาณพัดลมที่ลดลง

สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่า 50% ในการใช้งานปกติ-เมื่อใช้ตัวแปลงความถี่เพื่อลดปริมาณงานของพัดลมลงถึง 60%



ภาพประกอบ 2.2 การประหยัดพลังงาน

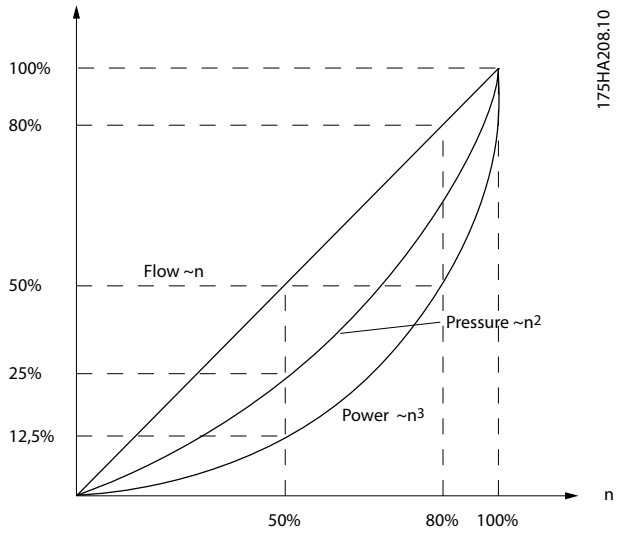
2.7.3 ตัวอย่าง การประหยัดพลังงาน

ตามทีเห็นใน *ภาพประกอบ 2.3* การไหลเวียนถูกควบคุมโดยการเปลียน RPM การลดความเร็วลงเพียง 20% จากความเร็วทีพิกัดทำให้การไหลลดลง 20% การลดลงนีเกิดขึนเนืองจากการไหลมีสัดส่วนโดยตรงกับ RPM อย่างไรก็ตาม การใช้ไฟฟ้าลดลง 50%

ระบบทีเป็นปัญหาต้องให้การไหลทีสอดคล้อง 100% บีละเพียง 2-3 วัน ขณะทีค่าเฉลียอยู่ทีต่ำกว่า 80% ของการไหลทีพิกัดสำหรับระยะเวลาทีเหลือของบี อันจะทำให้ประหยัดพลังงานได้มากกว่า 50%

Q = การไหล	P = กำลัง
Q_1 = การไหลทีพิกัด	P_1 = กำลังทีพิกัด
Q_2 = การไหลทีลดลง	P_2 = กำลังทีลดลง
H = ความดัน	n = การกำหนดความเร็ว
H_1 = ความดันทีพิกัด	n_1 = ความเร็วพิกัด
H_2 = ความดันทีลดลง	n_2 = ความเร็วทีลดลง

ตาราง 2.4 กฎด้านสัดส่วน



ภาพประกอบ 2.3 ขึนอยู่กับการไหล ความดัน และการใช้พลังงานบน RPM

$$\text{การไหล} : \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{ความดัน} : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\text{กำลัง} : \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

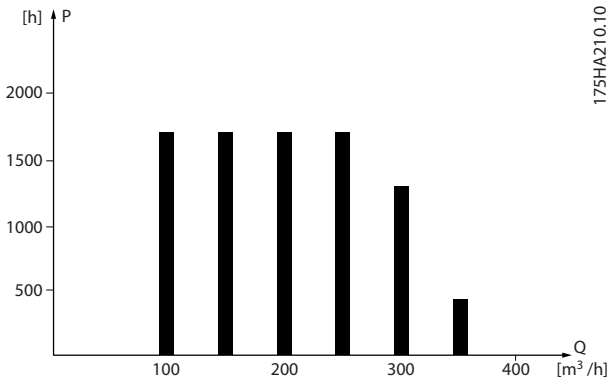
2.7.4 ตัวอย่างทีมี การเปลียนแปลงการไหลภายในเวลา 1 ปี

ภาพประกอบ 2.4 คำนวณโดยอิงกับคุณลักษณะของปั๊มทีได้รับจากเอกสารข้อมูลของปั๊ม

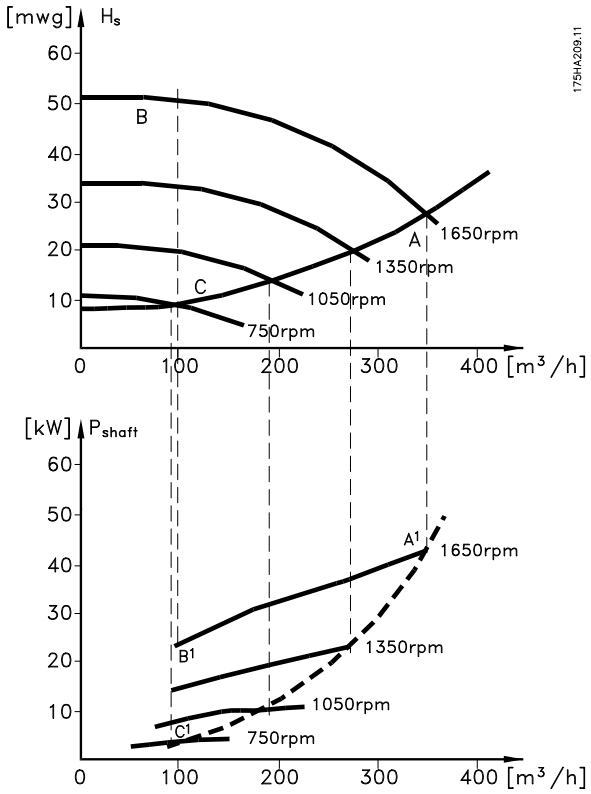
ผลลัพธ์ทีได้แสดงการประหยัดพลังงานเกิน 50% ทีระดับการจ่ายการไหลดังกล่าวในเวลา 1 ปี ระยะเวลาคืนทุน ขึนอยู่กับราคาต่อ kWh และราคาตัวแปลงความถี ในตัวอย่างนีไม่ถึง 1 ปีเมือเปรียบเทียบกับวาล์วและความเร็วคงที

การประหยัดพลังงาน

$P_{shaft}=P_{shaft\ output}$



ภาพประกอบ 2.4 การจ่ายการไหลในระยะเวลา 1 ปี



ภาพประกอบ 2.5 การประหยัดพลังงานในการใช้งานปั๊ม

2

m^3/h	การจ่าย		การกำหนดวาล์ว		การควบคุมตัวแปลง-ความถี่	
	%	ชัว-โมง	กำลัง	การใช้พลังงาน	กำลัง	การใช้พลังงาน
			A_1 - B_1	kWh	A_1 - C_1	kWh
350	5	438	42,5	18.615	42,5	18.615
300	15	1314	38,5	50.589	29,0	38.106
250	20	1752	35,0	61.320	18,5	32.412
200	20	1752	31,5	55.188	11,5	20.148
150	20	1752	28,0	49.056	6,5	11.388
100	20	1752	23,0	40.296	3,5	6.132
Σ	100	8760		275.064		26.801

ตาราง 2.5 การประหยัดพลังงาน - การคำนวณ

2.7.5 การควบคุมอย่างดียิ่งขึน

หากใช้ตัวแปลงความถีเพือควบคุมการไหลหรือความดันของ-ระบบ การควบคุมจะได้รับการปรับปรุง
ตัวแปลงความถีสามารถเปลียนความเร็วของพัดลมหรือปัม ทำให้มี การควบคุมการไหลและความดันต่างๆ
ยิงไปกว่านัน ตัวแปลงความถีสามารถปรับความเร็วของพัดลม-หรือปัมให้เข้ากับเงือนไขการไหลหรือความดันใหม่ในระบบได้-อย่างรวดเร็ว
การควบคุมกระบวนการ (การไหล ระดับ หรือความดัน) อย่าง-ง่ายดายโดยใช้การควบคุม PID ในตัว

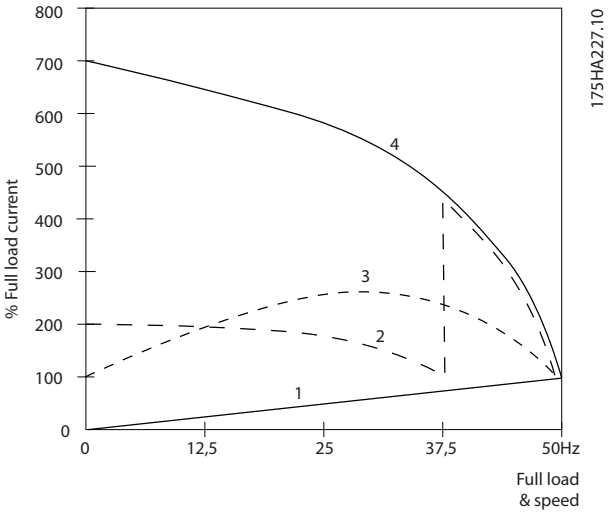
2.7.6 การชดเชย Cos φ

โดยทัวไปแล้ว ตัวแปลงความถีจะมี cos φ 1 และให้ตัวประกอบกำลังทีถูกต้อง สำหรับ cos φ ของมอเตอร์ ซึง-หมายความว่าไม่จำเป็นต้องมีส่วนเผือสำหรับ cos φ ของ-มอเตอร์เมือกำหนดขนาดตัวประกอบกำลัง

2.7.7 ไม่ต้องใช้ ชุดสตาร์ทแบบสตาร์/เดลตา หรือชุดสตาร์ทแบบนุ่มนวล

เมือเริมทำงานมอเตอร์ขนาดใหญ่ ในหลายประเทศจำเป็นต้อง-ใช้อุปกรณ์ทีจำกัดกระแสเริมต้น ในระบบดังเดิมกว่านี ชุด-สตาร์ทแบบสตาร์/เดลตาหรือ ชุดสตาร์ทแบบนุ่มนวล ถูกใช้-อย่างกว้างขวาง ไม่จำเป็นต้องใช้ชุดสตาร์ทมอเตอร์เหล่านัน-หากใช้ตัวแปลงความถี

ตามทีแสดงใน *ภาพประกอบ 2.6* ตัวแปลงความถีไม่ได้ใช้-กระแสมากกว่ากระแสทีพิกัด



ภาพประกอบ 2.6 การใช้กระแสกับตัวแปลงความถี

1	VLT® AQUA Drive FC 202
2	ชุดสตาร์ทแบบสตาร์-เดลตา
3	ชุดสตาร์ทแบบนุ่มนวล
4	เริมทำงานโดยตรงบนสายไฟหลัก

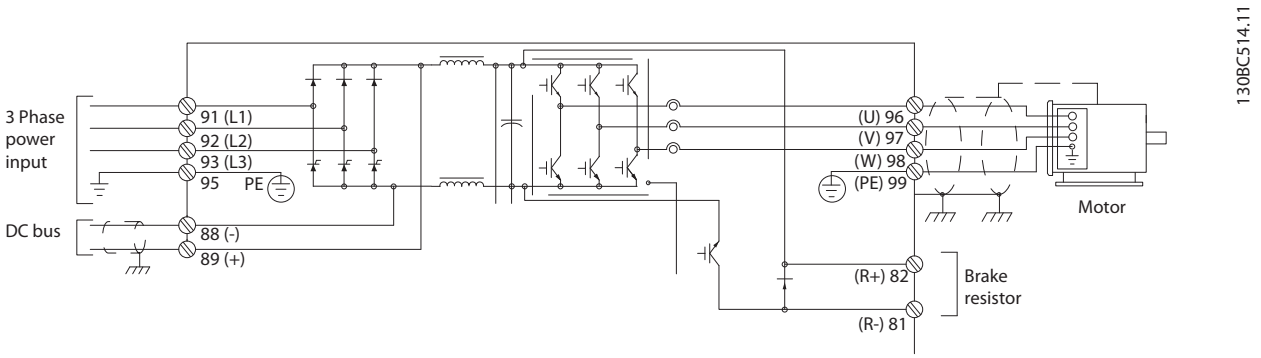
ตาราง 2.6 คำอธิบาย *ภาพประกอบ 2.6*

2.8 โครงสร้างตัวควบคุม

2.8.1 หลักการควบคุม

ตัวแปลงความถี่จะเรียงกระแสไฟ AC จากแหล่งจ่ายไฟหลัก ไปเป็นไฟ DC หลังจากนั้นแรงดันไฟ DC จะถูกแปลงกลับไปเป็นกระแสไฟ AC ซึ่งมีขนาดและความถี่เปลี่ยนแปลงได้ตามที่ต้องการ

มอเตอร์จะถูกจ่ายด้วยไฟฟ้าที่มีแรงดัน/กระแส และความถี่ที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วให้เป็นค่าใดก็ได้สำหรับทั้งมอเตอร์แบบสามเฟส AC มาตรฐาน และมอเตอร์แบบอะซิงโครนัสแม่เหล็กถาวร



ภาพประกอบ 2.7 ตัวอย่างการควบคุมความถี่

ขั้วต่อส่วนควบคุมจะส่งการตอบกลับการเดินสาย การอ้างอิง และสัญญาณอินพุทอื่นๆ ไปยังตัวแปลงความถี่ เอาท์พุทของสถานะตัวแปลงความถี่ และเงื่อนไขฟอลต์ รีเลย์สำหรับการใช้งานอุปกรณ์เสริม และอินเตอร์เฟสการสื่อสารแบบอนุกรม รวมถึงแหล่งจ่ายไฟร่วม 24 V ขั้วต่อส่วนควบคุมสามารถตั้งโปรแกรมสำหรับฟังก์ชันต่างๆ โดยการเลือกตัวเลือกพารามิเตอร์ที่แสดงในเมนูหลักหรือเมนูด่วน การเดินสายควบคุมส่วนใหญ่ลูกค้าเป็นผู้จัดหา ยกเว้นเป็นคำสั่งจากโรงงาน นอกจากนี้ยังมีแหล่งจ่ายไฟ 24 V DC สำหรับใช้กับอินพุทและเอาท์พุทการควบคุมตัวแปลงความถี่

ตาราง 2.7 อธิบายการทำงานของขั้วต่อส่วนควบคุม ขั้วต่อมากมายเหล่านี้มีหน้าที่การทำงานหลายอย่างที่กำหนดโดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ บางตัวเลือกนำเสนอขั้วต่อจำนวนมากขึ้น ดู *ภาพประกอบ 2.9* สำหรับตำแหน่งขั้วต่อ

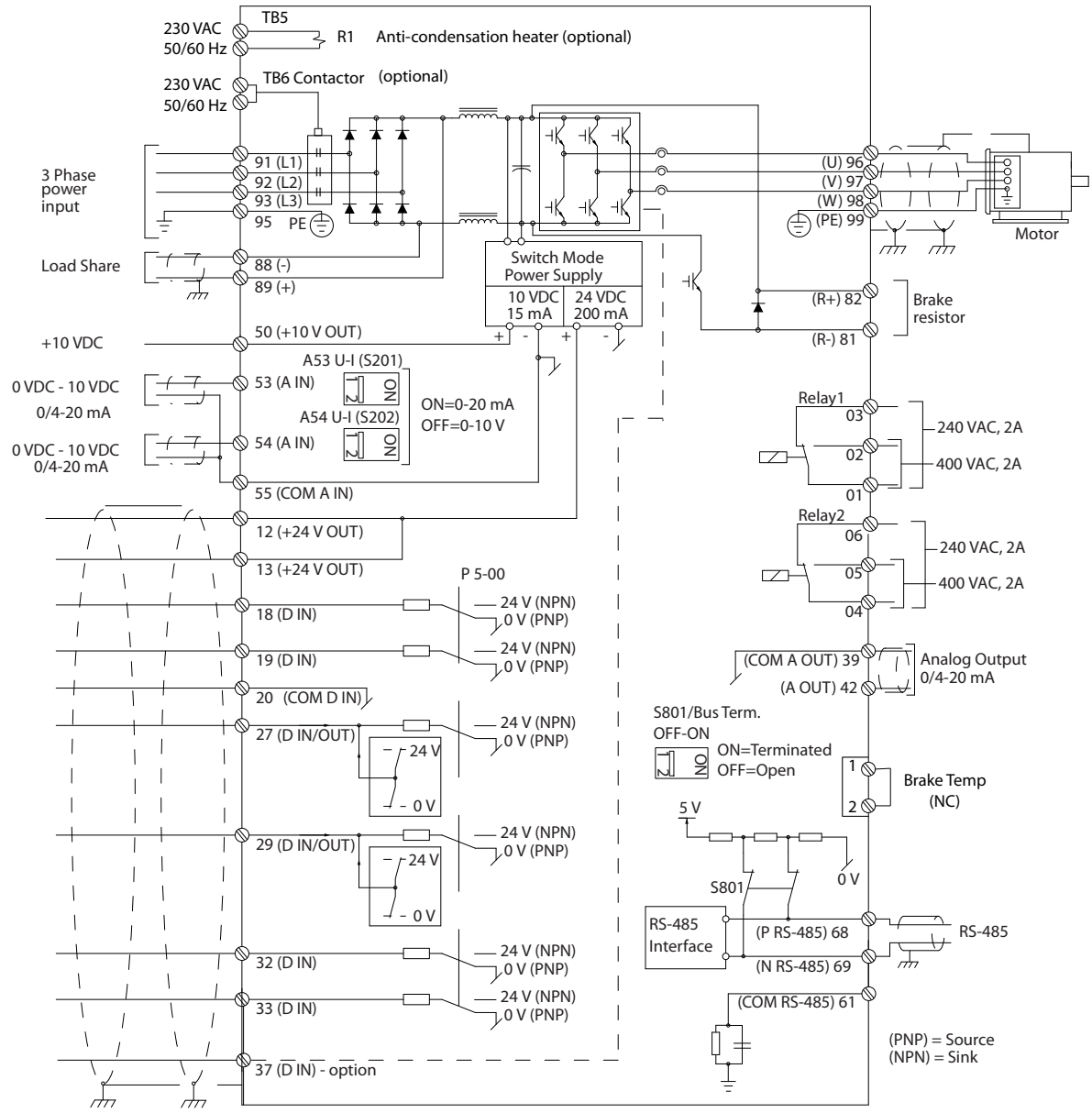
ประกาศ

ตัวอย่างที่ให้ไม่ได้แสดงอุปกรณ์เสริม

2

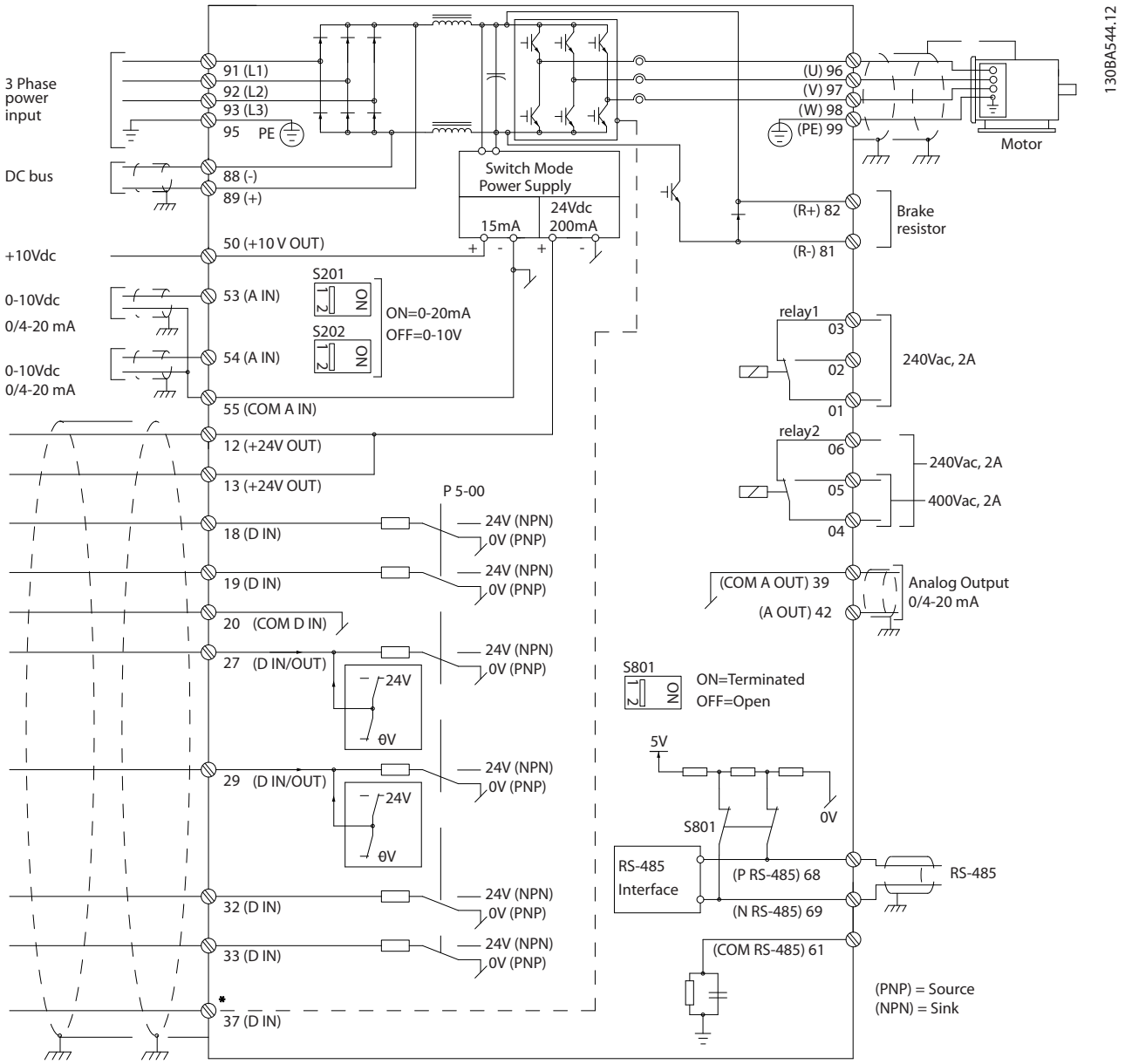
หมายเลขขั้วต่อ	ฟังก์ชัน
01, 02, 03 and 04, 05, 06	รีเลย์เอาท์พุทย์แบบ C 2 ตัว สูงสุด 240 V AC, 2 A ต่ำสุด 24 V DC, 10 mA หรือ 24 V AC, 100 mA สามารถใช้เพื่อระบุสถานะและคำเตือน อยู่บนเพาเวอร์การ์ด
12, 13	แหล่งจ่ายไฟ 24 V DC ให้แก่อินพุทดิจิตัลและทรานสดิวเซอร์ภายนอก กระแสเอาท์พุทสูงสุดคือ 200mA
18, 19, 27, 29, 32, 33	อินพุทดิจิตัลสำหรับการควบคุมตัวแปลงความถี R=2 kΩ. ต่ากว่า 5 V=ค่าตรรกะ 0 (เปิด) สูงกว่า 10 V=ค่าตรรกะ 1 (ปิด) ขั้วต่อ 27 และ 29 สามารถตังโปรแกรมเป็นเอาท์พุทดิจิตัล/เอาท์พุทพัลส์
20	ช่องทั่วไปสำหรับอินพุทดิจิตัล
37	อินพุท 0–24 V DC สำหรับการหยุดแบบปลอดภัย (บางเครือง)
39	จุดร่วมสำหรับเอาท์พุทอนาล็อกและเอาท์พุทดิจิตัล
42	เอาท์พุทอนาล็อกและเอาท์พุทดิจิตัลสำหรับการระบุค่า เช่น ความถี ค่าอ้างอิง กระแส และแรงบิด สัญญาณ-อนาล็อกคือ 0/4 ถึง 20 mA ทีสูงสุด 500 Ω สัญญาณดิจิตัลคือ 24 V DC ทีต่ำสุด 500 Ω
50	แรงดันแหล่งจ่ายไฟอนาล็อก 10 V DC สูงสุด 15 mA สำหรับโพเทนชิโอมิเตอร์หรือเทอร์มิสเตอร์
53, 54	สามารถเลือกได้สำหรับอินพุทแรงดัน 0–10 V DC, R=10 kΩ, หรือสัญญาณอนาล็อก 0/4 ถึง 20 mA ทีสูงสุด 200 Ω ใช้สำหรับค่าอ้างอิงหรือสัญญาณป้อนกลับ สามารถเชือมต่อเทอร์มิสเตอร์ทีนี
55	จุดต่อร่วมสำหรับขัวต่อ 53 และ 54
61	จุดร่วม RS-485
68, 69	อินเทอร์เฟสและการสือสารแบบอนุกรม RS-485

ตาราง 2.7 การทำงานของส่วนควบคุมขั้วต่อ



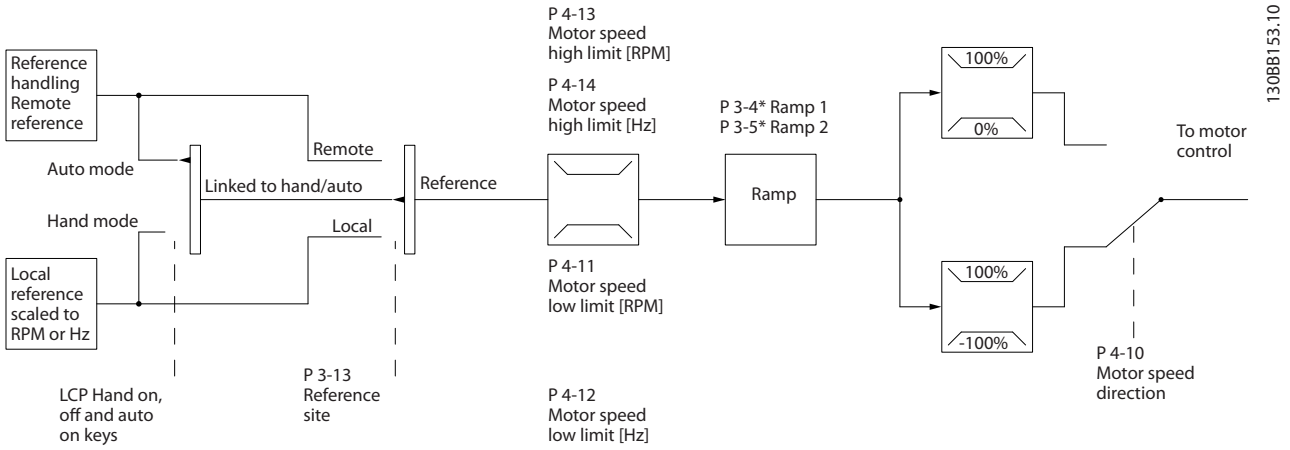
ภาพประกอบ 2.8 แผนภูมิทีเชื่อมโยงระหว่างกันของเฟรม D

2



ภาพประกอบ 2.9 แผนภูมิทีเชื่อมโยงระหว่างกันของเฟรม E และ F

2.8.2 วงรอบเปิดโครงสร้างตัวควบคุม



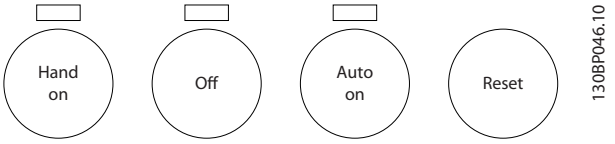
ภาพประกอบ 2.10 โครงสร้างวงรอบเปิด

ในการกำหนดรูปแบบทีแสดง *ภาพประกอบ 2.10*, *1-00 แบบการควบคุมมอเตอร์* ถูกตังค่าเป็น *[0] วงรอบเปิด* ค่าอ้างอิงผลลัพธ์จากระบบจัดการค่าอ้างอิงหรือค่าอ้างอิงจากหน้าเครื่องจะได้รับและป้อนผ่านการจำกัดการเปลียนความเร็วและจำกัดความเร็ว ก่อนจะถูกส่งไปยังตัวควบคุมมอเตอร์
ความถีสูงสุดอนุญาตการจำกัดเอาท์พุทจากตัวควบคุมมอเตอร์

2.8.3 การควบคุมหน้าเครือง (ควบคุมด้วยมือ) และระยะไกล (อัตโนมัติ)

ตัวแปลงความถีสามารถสังการทำงานโดยผู้ใช้ผ่านทาง LCP (แผงควบคุมหน้าเครือง) หรือสังงานจากระยะไกลผ่านอินพุทดิจิตัล/อนาล็อก หรือบัสอนุกรม
หากได้รับการยินยอมใน *0-40 การทำงานของปุ่ม Hand On*, *0-41 การทำงานของปุ่ม Off*, *0-42 การทำงานของปุ่ม Auto On* และ *0-43 การทำงานของปุ่ม Reset* สามารถทีจะสตาร์ทและหยุดการทำงานของตัวแปลงความถีด้วย LCP โดยใช้ปุ่ม [Hand ON] และ [Off] โดยสามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนผ่านทางปุ่ม [Reset] หลังจากกดปุ่ม [Hand On] ตัวแปลงความถีจะกลายเป็นโหมดควบคุมด้วยมือ และทำงานตามค่าอ้างอิงจากหน้าเครือง (ตังเป็นค่ามาตรฐาน) ทีตังด้วยการกดปุ่มนำทาง [▲] และปุ่ม [▼]

หลังจากกดปุ่ม [Auto On] ตัวแปลงความถีจะเข้าสู่โหมดทำงานอัตโนมัติ และทำงานตามค่าอ้างอิงระยะไกล (ตังเป็นค่ามาตรฐาน) ในโหมดนีสามารถทีจะควบคุมตัวแปลงความถีผ่านทางอินพุทดิจิตัลและอินเตอร์เฟสอนุกรมต่างๆ (RS-485, USB หรือตัวเลือกฟิลด์บัสต่างๆ) ดูเพิมเติมเกียวกับการสตาร์ท การหยุด การเปลียนความเร็ว และชุดคำสังพารามิเตอร์ ในกลุ่มพารามิเตอร์ 5-1* *อินพุทดิจิตัล* หรือกลุ่มพารามิเตอร์ 8-5* *การสือสารแบบอนุกรม*



ภาพประกอบ 2.11 ปุ่มควบคุม LCP

ปิดด้วยมือ อัตโนมัติ ปุ่ม LCP	**จุดทีใช้อ้างอิง *3-13 จุดทีใช้อ้างอิง***	**ค่าอ้างอิงทีใช้อยู่**
Hand (มือ)	เชือมกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ	หน้าเครือง
ด้วยมือ ⇒ ปิด	เชือมกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ	หน้าเครือง
อัตโนมัติ	เชือมกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ	ระยะไกล
อัตโนมัติ ⇒ Off	เชือมกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ	ระยะไกล
ทุกปุ่ม	หน้าเครือง	หน้าเครือง
ทุกปุ่ม	ระยะไกล	ระยะไกล

ตาราง 2.8 เงือนไขสำหรับค่าอ้างอิงจากหน้าเครืองและค่าอ้างอิงจากระยะไกล

ตาราง 2.8 แสดงเงือนไขซึงการอ้างอิงจากหน้าเครืองหรือการอ้างอิงจากระยะไกลทำงาน การอ้างอิงแบบใดแบบหนึงจะทำงานเสมอ แต่จะไม่สามารถทำงานสองแบบพร้อมกัน

ค่าอ้างอิงจากหน้าเครืองบังคับให้โหมดการกำหนดรูปแบบเป็นวงรอบเปิด โดยไม่ขึนอยู่กับการตังค่า *1-00 แบบการควบคุมมอเตอร์*

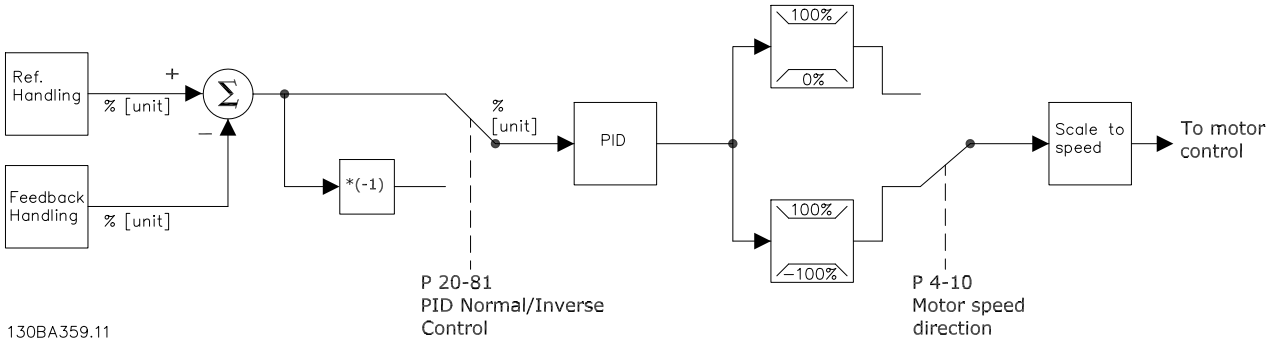
ค่าอ้างอิงจากหน้าเครืองถูกจัดเก็บหลังจากปิดเครือง

2

2.8.4 วงรอบปิดโครงสร้างตัวควบคุม

ตัวควบคุมภายในช่วยให้ตัวแปลงความถี่กลายเป็นส่วนหนึ่งของระบบที่ควบคุม ตัวแปลงความถี่ได้รับสัญญาณป้อนกลับจากเซนเซอร์ในระบบ แล้วจึงเปรียบเทียบการป้อนกลับนี้กับค่าอ้างอิงของเซ็ตพอยต์ และระบุข้อผิดพลาดระหว่างสองสัญญาณเหล่านี้ หากมี จากนั้นจึงปรับความเร็วของมอเตอร์เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดนี้

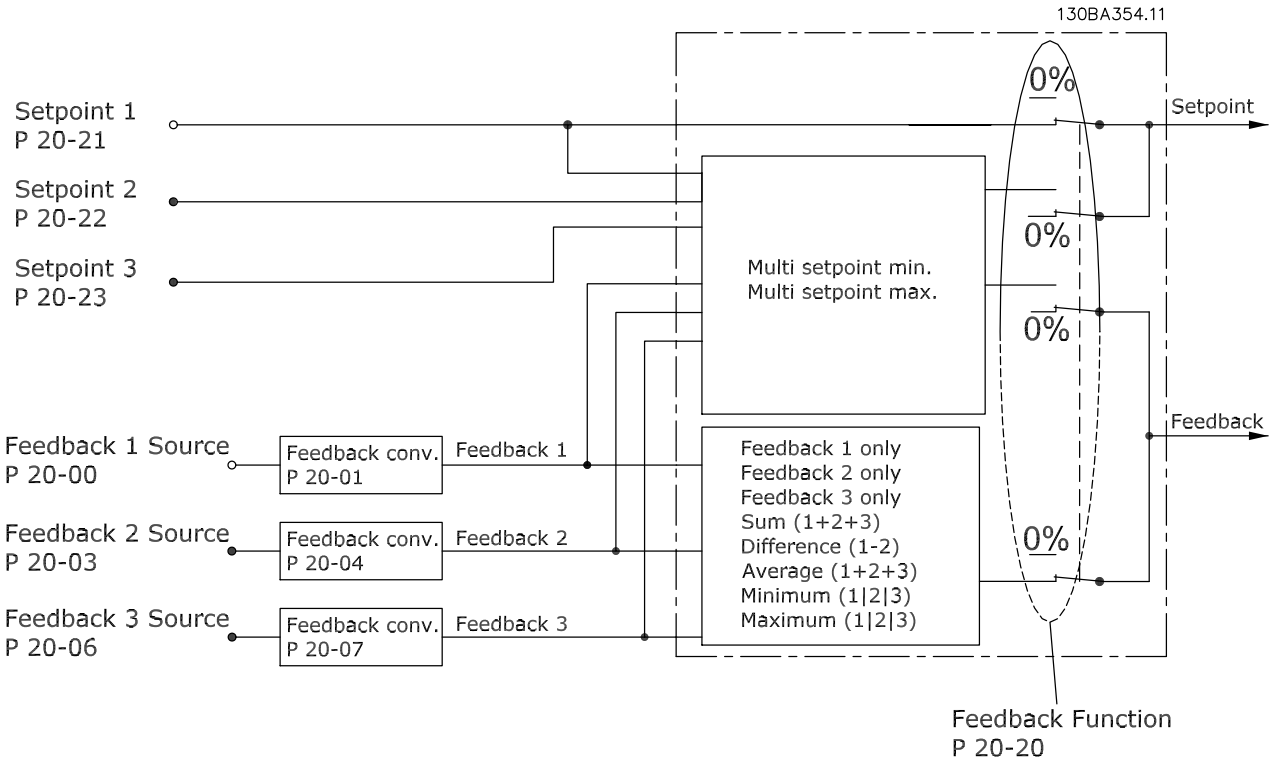
ตัวอย่างเช่นพิจารณาการใช้งานปั๊มที่ความเร็วของปั๊มถูกควบคุมเพื่อให้ความดันแบบสแตติกในท่อคงที่ ความดันแบบสแตติกที่ต้องการจะถูกป้อนให้แก่ตัวแปลงความถี่ในรูปค่าอ้างอิงของเซ็ตพอยต์ เซนเซอร์ความดันแบบสแตติกตรวจวัดความดันแบบสแตติกที่แท้จริงในท่อ และป้อนข้อมูลนี้ไปยังตัวแปลงความถี่ในรูปสัญญาณป้อนกลับ หากสัญญาณป้อนกลับสูงกว่าค่าอ้างอิงของเซ็ตพอยต์ ตัวแปลงความถี่จะทำงานช้าลงเพื่อลดความดัน ในรูปแบบเดียวกัน หากความดันในท่อต่ำกว่าค่าอ้างอิงของเซ็ตพอยต์ ตัวแปลงความถี่จะทำงานเร็วขึ้นเพื่อเพิ่มความดันจากปั๊ม



ภาพประกอบ 2.12 แผนภูมิแบบบล็อคของตัวควบคุมวงรอบปิด

ขณะที่ค่ามาตรฐานสำหรับตัวควบคุมวงรอบปิดให้ประสิทธิภาพที่น่าพึงพอใจ การควบคุมของระบบสามารถปรับให้เหมาะสมที่สุดด้วยการปรับพารามิเตอร์บางตัวของตัวควบคุมวงรอบปิด นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนค่า PI คงที่ได้ด้วย

2.8.5 การจัดการค่าป้อนกลับ



ภาพประกอบ 2.13 แผนภูมิแบบบล็อคของการประมวลผลสัญญาณป้อนกลับ

การจัดการค่าป้อนกลับสามารถกำหนดรูปแบบให้ทำงานร่วมกับการใช้งานที่ต้องใช้การควบคุมขั้นสูง เช่น เซ็ตพอยต์จำนวนมากและค่าป้อนกลับแบบต่างๆ การควบคุมโดยทั่วไปมีอยู่ 3 รูปแบบ

เขตเดียวเซ็ตพอยต์เดียว
เขตเดียวเซ็ตพอยต์เดียวเป็นการกำหนดรูปแบบพื้นฐาน เซ็ตพอยต์ 1 ถูกเพิ่มในค่าอ้างอิงอื่นใด (หากมี ดูการจัดการค่าอ้างอิง) และสัญญาณป้อนกลับถูกเลือกโดยใช้ *20-20 ฟังก์ชันการป้อนกลับ*

หลายเขตเซ็ตพอยต์เดียว
การควบคุมแบบหลายเขตเซ็ตพอยต์เดียวใช้เซนเซอร์ป้อนกลับ 2 หรือ 3 ตัว แต่ใช้เซ็ตพอยต์เดียวเท่านั้น สามารถเพิ่ม หักออก (ค่าป้อนกลับ 1 หรือ 2 เท่านั้น) หรือเฉลี่ยการหักออกได้ นอกจากนียังสามารถใช้ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดได้ เซ็ตพอยต์ 1 ถูกใช้ในการกำหนดรูปแบบนี

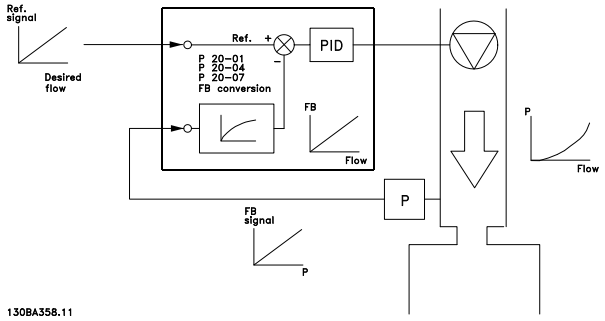
หากเลือก *[13] หลายเซ็ตพอยต์ต่ำสุด* เซ็ตพอยต์/ค่าป้อนกลับจะจับคู่กับการควบคุมความเร็วของตัวแปลงความถีที่แตกต่างมากที่สุด *[14] หลายเซ็ตพอยต์สูงสุด* จะพยายามคงเขตทั้งหมดไว้ที่หรือต่ำกว่าเซ็ตพอยต์ของเขตเหล่านั้นตามลำดับ ขณะที่ *[13] หลายเซ็ตพอยต์ต่ำสุด*พยายามคงเขตทั้งหมดไว้ที่หรือสูงกว่าเซ็ตพอยต์ของเขตเหล่านั้น.

ตัวอย่างเช่น:
เซ็ตพอยต์เขต 1 การใช้งาน 2 เขต 2 เซ็ตพอยต์คือ 15 bar และค่าป้อนกลับคือ 5.5 bar เซ็ตพอยต์เขต 2 คือ 4.4 bar และค่าป้อนกลับคือ 4.6 bar หากเลือก *[14] หลายเซ็ตพอยต์สูงสุด* เซ็ตพอยต์และค่าป้อนกลับเขต 1 จะถูกส่งไปที่ตัวควบคุม PID เนื่องจากมีความแตกต่างน้อยกว่า (ค่าป้อนกลับสูงกว่าเซ็ตพอยต์ส่งผลให้เกิดความแตกต่างด้านลบ) หากเลือก *[13]* หลายเซ็ตพอยต์ต่ำสุด เซ็ตพอยต์และค่าป้อนกลับเขต 2 จะถูกส่งไปที่ตัวควบคุม PID เนื่องจากมีความแตกต่างมากกว่า (ค่าป้อนกลับต่ำกว่าเซ็ตพอยต์ส่งผลให้เกิดความแตกต่างด้านบวก)

2

2.8.6 การแปลงค่าป้อนกลับ

ในการใช้งานบางอย่าง อาจเป็นประโยชน์ในการแปลงสัญญาณป้อนกลับ ตัวอย่างหนึ่งใช้สัญญาณความดันเพื่อให้ค่าป้อนกลับการไหล เนื่องจากรากทีสองของความดันมีสัดส่วนทีสัมพันธ์กับการไหล รากทีสองของสัญญาณความดันจึงให้ค่าทีมีสัดส่วนสัมพันธ์กับการไหล สำหรับตัวอย่าง ดู *ภาพประกอบ 2.14*

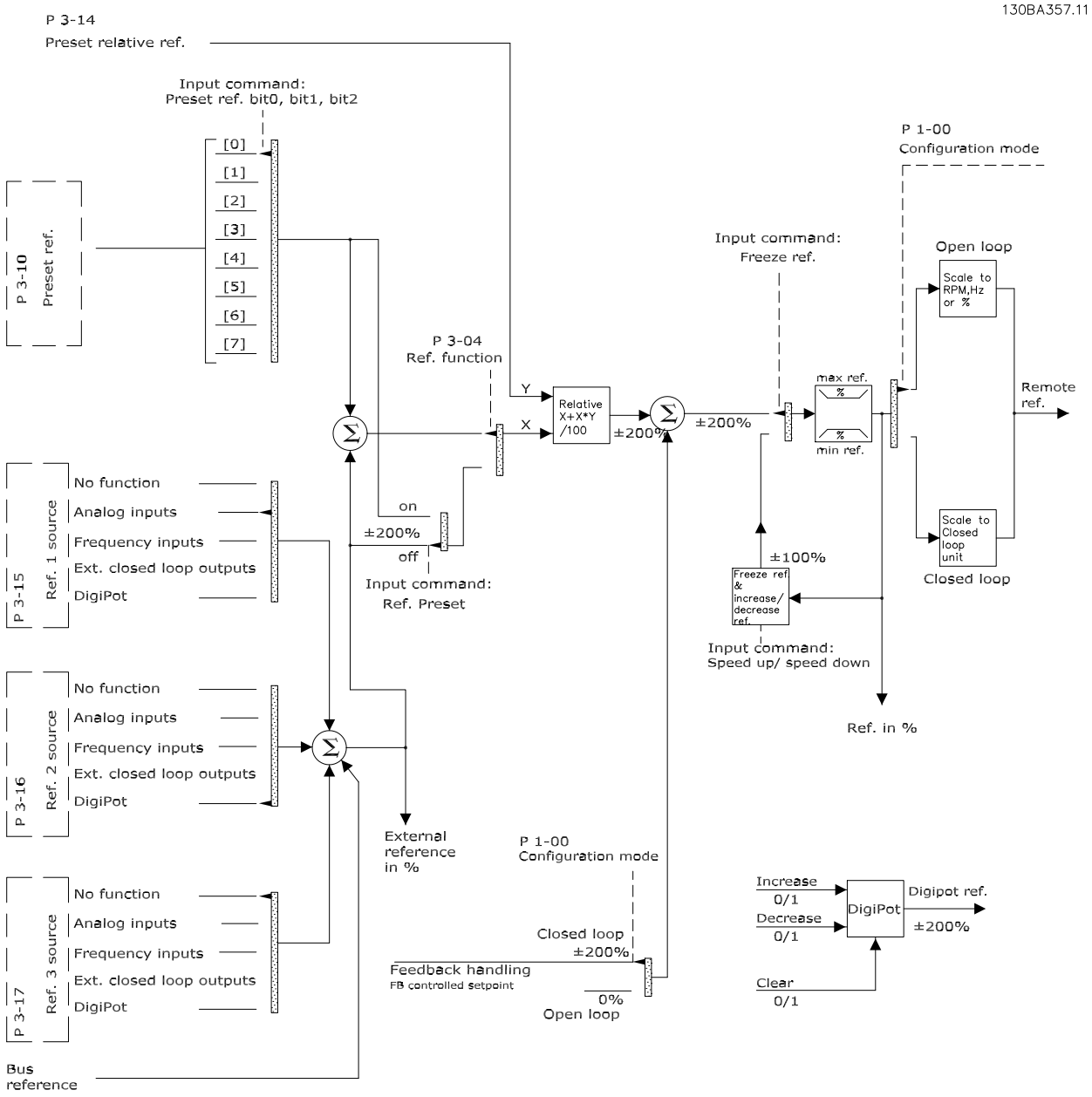


ภาพประกอบ 2.14 การแปลงค่าป้อนกลับ

2

2.8.7 การจัดการค่าอ้างอิง

รายละเอียดสำหรับการทำงานวงรอบเปิดและปิด



ภาพประกอบ 2.15 แผนภูมิแบบบล็อคแสดงค่าอ้างอิงจากระยะไกล

ค่าอ้างอิงจากระยะไกลประกอบด้วย:

- ค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า
- ค่าอ้างอิงภายนอก (อินพุทอนาล็อก อินพุทความถี่แบบพัลส์ อินพุทโพเทนชิโอมิเตอร์ดิจิตัล และค่าอ้างอิงบัสการสื่อสารแบบอนุกรม)
- ค่าอ้างอิงสัมพัทธ์ตังล่วงหน้า
- เซ็ตพอยต์ค่าป้อนกลับ

สามารถตั้งโปรแกรมค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้าในตัวแปลงความถี่สูงสุดได้ 8 ค่า สามารถเลือกค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้าที่ใช้งานอยู่โดยใช้อินพุทดิจิตัลหรือบัสการสื่อสารแบบอนุกรม นอกจากนี้ยังสามารถป้อนค่าอ้างอิงจากภายนอก โดยที่พบส่วนใหญ่จากอินพุทอนาล็อก เลือกแหล่งภายนอกผ่านพารามิเตอร์แหล่งอ้างอิง 1 ใน 3 นี (*3-15 ค่าอ้างอิงแหล่ง 1*, *3-16 ค่าอ้างอิงแหล่ง 2* และ *3-17 ค่าอ้างอิงแหล่ง 3*) Digipot คือโพเทนชิโอมิเตอร์ดิจิตัล นอกจากนี้ยังมักเรียกว่าการควบคุมการเพิ่มความเร็ว/การลดความเร็ว หรือการควบคุมจุดลอยตัว ในการตังค่า Digipot อินพุทดิจิตัลตัวหนึงจะถูกตังโปรแกรมให้-

2

เพิ่มค่าอ้างอิง ขณะที่อินพุทดิจิตัลอื่นถูกตั้งโปรแกรมเป็นลดค่าอ้างอิง สามารถใช้อินพุทดิจิตัลตัวที่สามเพื่อรีเซ็ตค่าอ้างอิงดิจิตัล แหล่งค่าอ้างอิงและค่าอ้างอิงบัสทั้งหมดจะถูกเพิ่มเพื่อสร้างค่าอ้างอิงภายนอกทั้งหมด สามารถเลือกค่าอ้างอิงภายนอกค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า หรือผลรวมของค่าอ้างอิงทั้งสองแบบให้เป็นค่าอ้างอิงที่ทำงาน สุดท้าย สามารถตั้งสเกลค่าอ้างอิงนี้โดยใช้ *3-14 ค่าอ้างอิงสัมพัทธ์ตั้งล่วงหน้า*

ค่าอ้างอิงที่ตั้งสเกลถูกคำนวณดังต่อไปนี้:

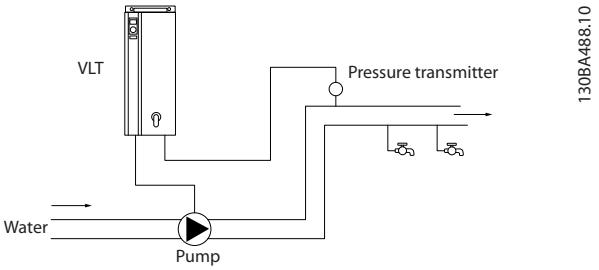
$$\text{ค่าอ้างอิง} = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

เมื่อ X เป็นค่าอ้างอิงภายนอก ค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า หรือผลรวมของค่าอ้างอิงเหล่านี้ และ Y เป็น *3-14 ค่าอ้างอิงสัมพัทธ์ตั้งล่วงหน้า* ใน [%]

หาก Y *3-14 ค่าอ้างอิงสัมพัทธ์ตั้งล่วงหน้า* ถูกตั้งไว้ที่ 0% การสเกลจะไม่มีผลต่อค่าอ้างอิง

2.8.8 ตัวอย่างการควบคุมแบบ PID สำหรับวงรอบปิด

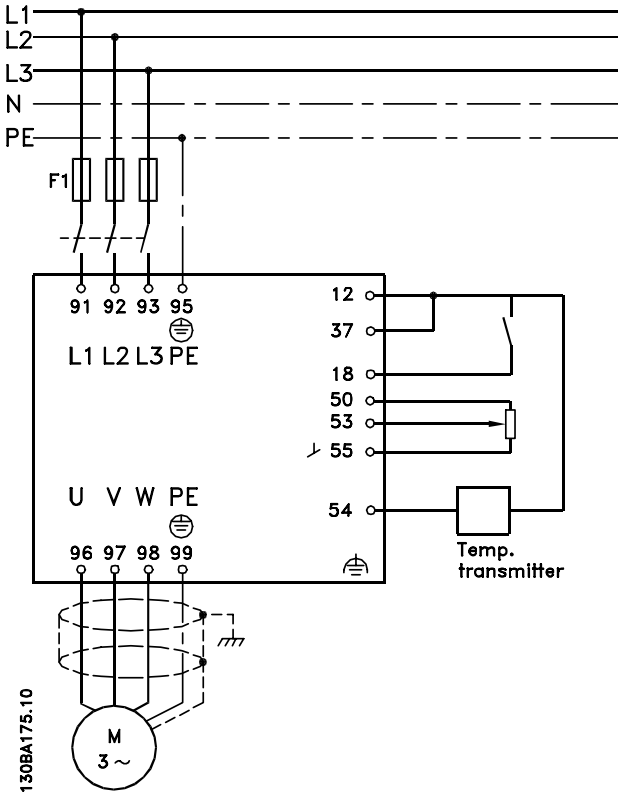
ด้านล่างเป็นตัวอย่างของการควบคุมวงรอบปิดสำหรับการใช้งานปั๊มบูสเตอร์



ภาพประกอบ 2.16 การควบคุมแบบ PID สำหรับวงรอบปิด

ในระบบจ่ายน้ำ ต้องรักษาความดันไว้ที่ค่าคงที่ ความดันที่ต้องการ (เซ็ตพอยต์) ถูกตั้งไว้ระหว่าง 0-10 Bar โดยใช้โพเทนชิโอมิเตอร์ 0-10 V หรือพารามิเตอร์ เซนเซอร์ความดันมีช่วง 0–10 Bar และใช้ตัวส่งแบบสองสายเพื่อให้สัญญาณ 4–20 mA ช่วงความถี่เอาท์พุทของตัวแปลงความถี่คือ 10–50 Hz

1. สตาร์ท/หยุดด้วยสวิตช์ที่ต่อระหว่างขั้วต่อ 12 (+24 V) กับ 18
2. ค่าอ้างอิงความดันผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์ (0–10 Bar, 0–10 V) ต่อกับขั้วต่อ 50 (+10 V), 53 (อินพุท) และ 55 (จุดร่วม)
3. ค่าป้อนกลับความดันผ่านตัวส่ง (0–10 Bar, 4–20 mA) ที่ต่อกับขั้วต่อ 54 สวิตช์ S202 ที่อยู่หลังแผงควบคุมหน้าเครื่องถูกตั้งเป็น ON (อินพุทกระแส)



ภาพประกอบ 2.17

2.8.9 ลำดับการตั้งโปรแกรม

ฟังก์ชัน	หมายเลขพารามิเตอร์	การตั้งค่า
1) ตรวจสอบว่ามอเตอร์รันอย่างเหมาะสม ปฏิบัติดังนี:		
ตั้งค่าพารามิเตอร์มอเตอร์ตามข้อมูลป้ายชื่อ	1–2*	ตามที่ระบุในป้ายชื่อมอเตอร์
รันการปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (AMA)	1–29	[1] *ใช้ AMA สมบูรณ์* แล้วรันฟังก์ชัน AMA
2) ตรวจสอบว่ามอเตอร์กำลังหมุนในทิศทางที่ถูกต้อง		
รันการตรวจสอบการหมุนของมอเตอร์	1–28	ถ้ามอเตอร์หมุนในทิศทางที่ไม่ถูกต้อง ให้ปลดแหล่งจ่ายไฟ-ออกและสลับเฟสของมอเตอร์สองเฟส
3) ตรวจสอบว่าค่าขีดจำกัดของตัวแปลงความถี่ถูกตั้งไว้เป็นค่าที่ปลอดภัย		
ตรวจสอบดูว่าการตั้งค่าการเปลี่ยนความเร็วอยู่ในขีดความ-สามารถของชุดขับ และรองรับการใช้งานตามข้อมูลจำเพาะ	3–41 3–42	60 s 60 s ขึ้นอยู่กับขนาดของมอเตอร์/โหลด! ทำงานในโหมดด้วยมือเช่นกัน
ป้องกันมอเตอร์ไม่ให้หมุนกลับทิศทาง (ถ้าจำเป็น)	4–10	*[0] ตามเข็มนาฬิกา*
ตั้งค่าขีดจำกัดที่ยอมรับได้สำหรับความเร็วมอเตอร์	4–12 4–14 4–19	10 Hz, *ความเร็วต่ำสุดของมอเตอร์* 50 Hz, *ความเร็วสูงสุดของมอเตอร์* 50 Hz, *ความถี่เอาท์พุทสูงสุดของชุดขับ*
สลับจากวงรอบเปิดเป็นวงรอบปิด	1–00	*[3] วงรอบปิด*
4) กำหนดรูปแบบการป้อนกลับให้แก่ตัวควบคุม PID		
เลือกหน่วยการป้อนกลับ/ค่าอ้างอิงที่เหมาะสม	20–12	*[71] Bar*
5) กำหนดรูปแบบค่าอ้างอิงเซ็ตพอยต์สำหรับตัวควบคุม PID		
ตั้งค่าขีดจำกัดที่ยอมรับได้สำหรับค่าอ้างอิงเซ็ตพอยต์	3–02 3–03	0 Bar 10 Bar
เลือกกระแสหรือแรงดันด้วยสวิตช์ S201/S202		
6) สเกลอินพุทอนาล็อก ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับของเซ็ตพอยต์		
สเกลอินพุทอนาล็อก 53 สำหรับช่วงความดันของโพเทนชิ-โอมิเตอร์ (0–10 Bar, 0–10 V)	6–10 6–11 6–14 6–15	0 V 10 V (ค่ามาตรฐาน) 0 Bar 10 Bar
สเกลอินพุทอนาล็อก 54 สำหรับเซนเซอร์ความดัน (0–10 Bar, 4–20 mA)	6–22 6–23 6–24 6–25	4 mA 20 mA (ค่ามาตรฐาน) 0 Bar 10 Bar
7) ปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ตัวควบคุม PID		
ปรับตัวควบคุมวงรอบปิด หากจำเป็น	20–93 20–94	ดู*2.8.11 การปรับ PID ด้วยตนเอง*
8) เสร็จสิ้น!		
บันทึกการตั้งค่าพารามิเตอร์ไปที่ LCP เพื่อการจัดเก็บอย่าง-ปลอดภัย	0–50	*[1] ทั้งหมดไปยัง LCP*

ตาราง 2.9 การตั้งโปรแกรม PID วงรอบปิด

2

2.8.10 ปรับแต่งตัวควบคุมวงรอบปิด

หลังจากตังค่าตัวควบคุมวงรอบปิด ให้ทดสอบประสิทธิภาพของตัวควบคุม ในหลายๆ กรณี ประสิทธิภาพของตัวควบคุมเป็นที่ยอมรับได้โดยใช้ค่ามาตรฐานของ *20-93 ค่าเวลา Proportional ของ PID* และ *20-94 ค่าเวลา Integral ของ PID* อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีจะเป็นประโยชน์หากปรับค่าพารามิเตอร์เหล่านีเพื่อให้ระบบตอบสนองรวดเร็วยิงขึน ขณะทียังคงควบคุมไม่ให้ความเร็วสูงเกินไป

2.8.11 การปรับ PID ด้วยตนเอง

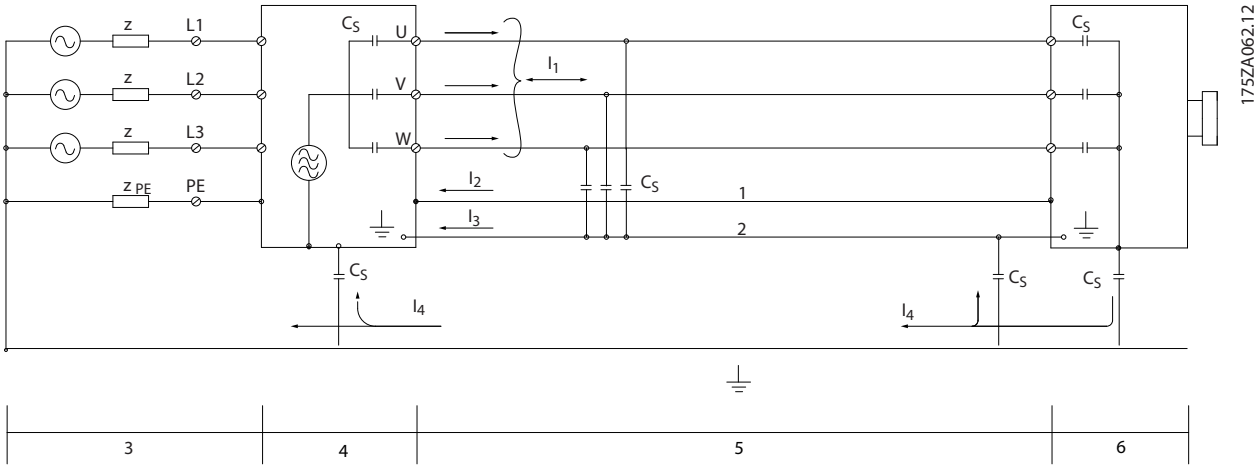
1. สตาร์ทมอเตอร์
2. ตังค่า *20-93 ค่าเวลา Proportional ของ PID* ไว้ที 0.3 และให้เพิมค่าขึนไปจนกระทังสัญญาณป้อนกลับเริมแกว่ง หากจำเป็น เริมและหยุดตัวแปลงความถีหรือทำขันตอนการเปลียนแปลงในค่าอ้างอิงเซ็ตพอยต์เพือพยายามให้เกิดการแกว่ง จากนันให้ลดค่าอัตราขยาย PID ลงจนกระทังสัญญาณป้อนกลับมีเสถียรภาพ จากนันลดอัตราขยายตามส่วนลง 40–60%
3. ตัง *20-94 ค่าเวลา Integral ของ PID* ไปที 20 วินาที และให้ลดค่าลงไปจนกระทังสัญญาณป้อนกลับเริมแกว่ง หากจำเป็น เริมและหยุดตัวแปลงความถีหรือทำขันตอนการเปลียนแปลงในค่าอ้างอิงเซ็ตพอยต์เพือพยายามให้เกิดการแกว่ง ถัดไปให้เพิมค่าเวลารวมของ PID จนกระทังสัญญาณป้อนกลับมีเสถียรภาพ แล้วเพิมค่าเวลารวม 15-50%
4. ใช้ *20-95 ค่าเวลา Differentiation ของ PID* สำหรับระบบทีต้องการการตอบสนองอย่างรวดเร็วเท่านัน ค่าปกติคือ 25% ของ *20-94 ค่าเวลา Integral ของ PID* ใช้ฟังก์ชันอืนเมือการตังค่าอัตราขยายตามส่วนและเวลารวมได้รับการปรับให้เหมาะสมโดยสมบูรณ์แล้วเท่านัน ตรวจให้แน่ใจว่าการแกว่งของสัญญาณป้อนกลับได้ถูกลดทอนอย่างเพียงพอด้วยวงจรกรองผ่านต่ำสำหรับสัญญาณป้อนกลับ (*6-16 ขัว 53 ค่าคงทีเวลาตัวกรอง 6-26 ขัว 54 ค่าคงทีเวลาตัวกรอง, 5-54 ค่าคงทีเวลาตัวกรองพัลส์ #29* หรือ *5-59 ค่าคงทีเวลาตัวกรองพัลส์ #33* ตามทีจำเป็น)

2.9 มุมมองทัวไปของ EMC

2.9.1 มุมมองทัวไปของการแพร่กระจาย EMC

ส่วนใหญ่แล้วการรบกวนทางไฟฟ้ามักจะเกิดขึนในช่วงความถี 150 kHz ถึง 30 MHz การรบกวนทางอากาศจากระบบตัวแปลงความถีในช่วง 30 MHz ถึง 1 GHz เกิดจากอินเวอร์เตอร์ สายเคเบิลมอเตอร์ และมอเตอร์
ตามทีแสดงในภาพ *ภาพประกอบ 2.18* กระแสไฟจากตัวเก็บประจุจะซ่อนอยู่ในสายเคเบิลมอเตอร์ ประกอบกับ dV/dt ระดับสูงจากแรงดันมอเตอร์ จะก่อให้เกิดกระแสรัวไหล
การใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีลจะเพิมกระแสรัวไหล (ดู *ภาพประกอบ 2.18*) เนืองจากสายเคเบิลแบบมีชีลจะมีค่าความเป็นตัวเก็บประจุลงดินสูงกว่าสายเคเบิลแบบไม่มีชีล หากไม่มีการกรองกระแสรัวไหล จะก่อให้เกิดการรบกวนเพิมขึนกับแหล่งจ่ายไฟหลักในช่วงคลืนความถีวิทยุต่ำกว่า 5 MHz เนืองจากกระแสรัวไหล (I_1) จะไหลกลับไปยังชุดขับผ่านทางส่วนชีล (I_3) ดังนันโดยหลักการแล้วจะมีเฉพาะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขนาดเล็ก (I_4) จากสายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล ตาม *ภาพประกอบ 2.18*

ส่วนชีลจะลดการรบกวนจากการแผ่ของคลืนแม่เหล็กไฟฟ้า แต่จะเพิมการรบกวนทีความถีต่ำบนแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก ส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์จะต้องเชือมต่อกับกรอบหุ้มของตัวแปลงความถี รวมทังกรอบหุ้มของมอเตอร์ วิธีทีดีทีสุดคือใช้ตัวรัดส่วนชีลแบบรวม เพือหลีกเลียงปลายสายชีลทีบิดเกลียว (หางหมู) การทำเช่นนีจะเพิมอิมพีแดนซ์ของส่วนชีลในย่านความถีสูง ซึงจะลดประสิทธิผลของส่วนชีล และเพิมกระแสไฟทีรัวไหล (I_4)
หากใช้สายเคเบิลแบบมีชีลสำหรับฟีลด์บัส รีเลย์ สายเคเบิลควบคุม อินเตอร์เฟสสัญญาณ และเบรค จะต้องต่อส่วนชีลบนกรอบหุ้มทีปลายทังสองข้าง อย่างไรก็ตามในบางกรณีจำเป็นต้องแยกส่วนชีลเพือหลีกเลียงวงรอบของกระแส



ภาพประกอบ 2.18 กระแสรัวไหล

ภาพประกอบ 2.18 แสดงตัวอย่างตัวแปลงความถี่แบบ 6 พัลส์ แต่อาจใช้ได้กับแบบ 12 พัลส์ด้วยเช่นกัน

หากวางส่วนชีลไว้บนแผ่นติดตั้งตัวแปลงความถี่ แผ่นติดตั้งดังกล่าวจะต้องทำจากโลหะ เนื่องจากกระแสของส่วนชีลจะต้องถูกส่งกลับไปยังตัวเครื่อง ยิ่งไปกว่านั้น ควรตรวจสอบว่ามีสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดีจากแผ่นติดตั้ง ผ่านสกรูยึดไปยังโครงเครื่องตัวแปลงความถี่

หากใช้สายเคเบิลแบบไม่มีชีล อาจไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจาย แต่อาจจะสอดคล้องตามข้อกำหนดว่าด้วยการคงทนต่อการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เพื่อลดระดับการรบกวนจากทั้งระบบ (ตัวเครื่องและส่วนติดตั้ง) ให้ใช้สายเคเบิลมอเตอร์และสายเบรคที่สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ หลีกเลี่ยงการวางสายเคเบิลที่มีความอ่อนไหวต่อสัญญาณรบกวนไว้คู่กับสายเคเบิลมอเตอร์และเบรค การรบกวนของคลื่นวิทยุที่สูงกว่า 50 MHz (ทางอากาศ) จะเกิดขึ้นจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของชุดควบคุม ดู *5.10 การติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ EMC

2.9.2 ข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจาย

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ EMC สำหรับตัวแปลงความถี่ที่สามารถปรับได้ EN/IEC 61800-3:2004 ข้อกำหนด EMC จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ติดตั้งตัวแปลงความถี่ ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ EMC มีการให้คำจำกัดความหมวดหมู่ต่างๆ 4 หมวดหมู่ด้วยกัน คำจำกัดความของ 4 หมวดหมู่พร้อมด้วยข้อกำหนดสำหรับการแพร่กระจายโดยการนำไฟฟ้าแรงดันแหล่งจ่ายไฟสายหลักที่แสดงใน *ตาราง 2.10*

หมวดหมู่	คำจำกัดความ	ข้อกำหนดสำหรับการแพร่กระจายโดยการนำไฟฟ้าตามข้อจำกัดที่แสดงใน EN 55011
C1	ตัวแปลงความถี่ที่ติดตั้งในสภาพแวดล้อมแรก (บ้านและสำนักงาน) ที่มีแรงดันแหล่งจ่ายไฟต่ำกว่า 1,000 V	คลาส B
C2	ตัวแปลงความถี่ที่ติดตั้งในสภาพแวดล้อมแรก (บ้านและสำนักงาน) โดยมีแรงดันแหล่งจ่ายไฟต่ำกว่า 1,000 V ตัวแปลงความถี่เหล่านี้ไม่ใช่ปลักอินและไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ รวมทั้งมีจุดประสงค์เพื่อการติดตั้งและทดสอบระบบแบบผู้เชี่ยวชาญ	คลาส A กลุ่ม 1
C3	ตัวแปลงความถี่ที่ติดตั้งในสภาพแวดล้อมรอง (อุตสาหกรรม) โดยมีแรงดันแหล่งจ่ายไฟต่ำกว่า 1,000 V	คลาส A กลุ่ม 2
C4	ตัวแปลงความถี่ที่ติดตั้งในสภาพแวดล้อมรอง (อุตสาหกรรม) โดยมีแรงดันแหล่งจ่ายไฟเท่ากับหรือสูงกว่า 1,000 V หรือกระแสพิกัดเท่ากับหรือสูงกว่า 400 A หรือมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในระบบที่ซับซ้อน	ไม่มีเส้นจำกัด สร้างแผน EMC

ตาราง 2.10 ข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจาย

เมื่อใช้มาตรฐานการแพร่กระจายทั่วไป ตัวแปลงความถี่ต้องสอดคล้องกับ *ตาราง 2.11*

สภาพแวดล้อม	มาตรฐานทั่วไป	ข้อกำหนดสำหรับการแพร่กระจายโดยการนำไฟฟ้าตามข้อจำกัดที่แสดงใน EN 55011
สภาพแวดล้อมแรก (บ้านและสำนักงาน)	มาตรฐานการแพร่กระจาย EN/IEC 61000-6-3 สำหรับสภาพแวดล้อมในที่พักอาศัย สถานธุรกิจ และอุตสาหกรรมเบา	คลาส B
สภาพแวดล้อมรอง (แหล่งอุตสาหกรรม)	มาตรฐานการแพร่กระจาย EN/IEC 61000-6-4 สำหรับแหล่งอุตสาหกรรม	คลาส A กลุ่ม 1

ตาราง 2.11 ขีดจำกัด

2.9.3 ผลการทดสอบ EMC (การแพร่กระจาย)

2

ผลการทดสอบใน *ตาราง 2.12* เกิดจากการใช้ระบบที่มีตัวแปลงความถี่ (พร้อมอุปกรณ์เสริมที่เกี่ยวข้อง) สายเคเบิลควบคุมแบบชีล กล่องควบคุมพร้อมโพเทนชิโอมิเตอร์ รวมทั้งมอเตอร์และสายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล

ประเภทตัวกรอง RFI	**ประเภทเฟส**	**การแพร่กระจายโดยการนำไฟฟ้า** ความยาวของสายเคเบิลแบบถักเกลียวสูงสุด			**การแพร่กระจายโดยการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**	
		แหล่งอุตสาหกรรม		ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ และอุตสาหกรรมเบา	แหล่งอุตสาหกรรม	ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ และอุตสาหกรรมเบา
ชุดคำสั่ง:	**S / T**	EN 55011 Class A2	EN 55011 Class A1	EN 55011 Class B	EN 55011 Class A1	EN 55011 Class B
H2 (6 พัลส์)		เมตร	เมตร	เมตร		
110-1000 kW 380-480 V	**T4**	50	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
45-1200 kW 525-690 V	**T7**	150	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
H4 (6 พัลส์)						
110-1000 kW 380-480 V	**T4**	150	150	ไม่	ใช่	ไม่
110-400 kW 525-690 V	**T7**	150	30	ไม่	ไม่	ไม่
B2 (12 พัลส์)						
250-800 kW 380-480 V	**T4**	150	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
355-1200 kW 525-690 V	**T7**	150	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
B4 (12 พัลส์)						
250-800 kW 380-480 V	**T4**	150	150	ไม่	ใช่	ไม่
355-1200 kW 525-690 V	**T7**	150	25	ไม่	ไม่	ไม่

ตาราง 2.12 ผลการทดสอบ EMC (การแพร่กระจาย)

⚠คำเตือน

ในสภาพแวดล้อมที่พักอาศัย ผลิตภัณฑ์นี้มีแนวโน้มทำให้เกิดการรบกวนของคลื่นวิทยุ ในกรณีนี้ต้องวัดค่าการบรรเทาการรบกวนเพิ่มเติม ระบบชุดขับกำลังประเภทนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้บนเครือข่ายสาธารณะแรงดันต่ำที่จัดหาให้แก่สถานที่พักอาศัย คาดว่าจะมีการรบกวนความถี่วิทยุเมื่อใช้บนเครือข่ายดังกล่าว

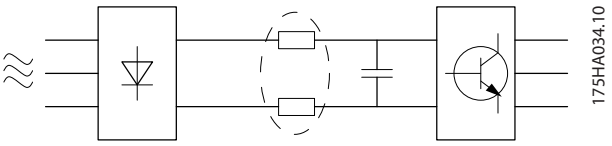
2.9.4 มุมมองทั่วไปของการแพร่กระจายฮาร์โมนิค

ตัวแปลงความถี่จะได้รับกระแสที่ไม่ได้เป็นรูปคลื่นไซน์จากแหล่งจ่ายไฟหลัก ซึ่งจะเพิ่มลงในกระแสไฟเข้า I_{RMS} กระแสที่ไม่ได้เป็นรูปคลื่นไซน์นี้จะถูกแปลงโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ Fourier และแยกเป็นกระแสรูปคลื่นไซน์ที่มีความถี่แตกต่างกัน นั่นคือเป็นกระแสฮาร์โมนิค I_n โดยมีความถี่มูลฐาน 50 Hz (หรือ 60 Hz)

	I_1	I_5	I_7
[Hz]	50	250	350
	60	300	420

ตาราง 2.13 กระแสฮาร์โมนิค

ฮาร์โมนิคจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานโดยตรง แต่จะทำให้สูญเสียความร้อนเพิ่มขึ้นในอุปกรณ์ที่ติดตั้ง (หม้อแปลงไฟฟ้า สายเคเบิล) ในโรงงานที่มีการติดตั้งตัวแปลงไฟสลับเป็นไฟตรงเป็นโหลดในอัตราที่สูง ให้รักษากระแสฮาร์โมนิคไว้ที่ระดับต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงภาระเกินในหม้อแปลงและอุณหภูมิสูงในสายเคเบิล



ภาพประกอบ 2.19 ฮาร์โมนิค

ประกาศ

กระแสไฟฮาร์โมนิคบางส่วนอาจรบกวนอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมต่อกับหม้อแปลงตัวเดียวกัน หรือก่อให้เกิดการรีโซแนนซ์ที่เกี่ยวเนื่องกับแบตเตอรีที่แก้ไขตัวประกอบกำลัง

เพื่อให้กระแสฮาร์โมนิคอยู่ในระดับต่ำ ตัวแปลงความถี่จะต้องมีตัวนำไฟฟ้าดีซีลิงค์เป็นส่วนประกอบมาตรฐาน เพื่อลดกระแสอินพุท I_{RMS} ลง 40%

ความเพี้ยนของแรงดันบนแหล่งจ่ายไฟสายหลักขึ้นอยู่กับขนาดของกระแสฮาร์โมนิคคูณด้วยอิมพีแดนซ์ของสายหลักตามความถี่ที่สัมพันธ์กัน ฮาร์โมนิคแรงดันแต่ละตัวจะคำนวณจากความเพี้ยนของแรงดันโดยรวม (THD) โดยใช้สมการต่อไปนี้:

$THD\% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \ldots + U_N^2}$

(U_N% of U)

2.9.5 ข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจายฮาร์โมนิค

อุปกรณ์เชื่อมต่อกับ เครือข่ายสาธารณะ

อุปกรณ์-เสริม:	คำจำกัดความ:
1	IEC/EN 61000-3-2 คลาส A สำหรับอุปกรณ์สมดุล 3 เฟส (สำหรับอุปกรณ์การทำงานที่มีกำลังไฟทั้งหมด-สูงสุด 1 kW เท่านั้น)
2	IEC/EN 61000-3-12 อุปกรณ์ 16 A-75 A และอุปกรณ์-การทำงานจากกระแสเฟส 1 kW จนถึงสูงสุด 16 A

ตาราง 2.14 มาตรฐานการแพร่กระจายฮาร์โมนิค

2.9.6 ผลการทดสอบฮาร์โมนิค (การแพร่กระจาย)

ขนาดกำลังไฟ P110 - P450 ใน T4 ยังสอดคล้องกับ IEC/EN 61000-3-12 แม้ไม่จำเป็นก็ตาม เนื่องจากกระแสสูงกว่า 75 A

	กระแสฮาร์โมนิคแต่ละตัว I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
กระแสจริง (ทั่วไป)	40	20	10	8
จำกัด-สำหรับ $R_{sce} \geq 120$	40	25	15	10
	ตัวประกอบความเพี้ยนกระแสฮาร์โมนิค (%)			
	THD		PWHD	
กระแสจริง (ทั่วไป)	46		45	
จำกัด-สำหรับ $R_{sce} \geq 120$	48		46	

ตาราง 2.15 ผลการทดสอบฮาร์โมนิค (การแพร่กระจาย)

หากการลัดวงจรแหล่งจ่ายไฟ S_{sc} สูงกว่าหรือเท่ากับ:

$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{\text{แหล่งจ่ายไฟหลัก}} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$

ที่จุดอินเทอร์เฟสระหว่างแหล่งจ่ายไฟของลูกค้ากับระบบ-สาธารณะ (R_{sce})

เป็นความรับผิดชอบของผู้ติดตั้งหรือผู้ใช้อุปกรณ์ในการตรวจ-สอบว่าอุปกรณ์เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟที่มีกำลังไฟลัดวงจร S_{sc} สูงกว่าหรือเท่ากับที่ระบุเท่านั้น โดยการปรึกษาผู้ดำเนินการ-เครือข่ายการจ่ายไฟ หากจำเป็น
สามารถเชื่อมต่อขนาดกำลังไฟอื่นๆ กับเครือข่ายสาธารณะโดย-การปรึกษาผู้ดำเนินการเครือข่ายการจ่ายไฟ

สอดคล้องกับแนวทางระดับระบบต่าง:
ข้อมูลกระแสฮาร์โมนิคในตารางจัดหาให้โดยสอดคล้องกับ IEC/EN61000-3-12 เกี่ยวกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ระบบชุดขับกำลัง ซึ่งสามารถใช้เป็นพื้นฐานการคำนวณอิทธิพลที่กระแสฮาร์โมนิ-คมีต่อระบบจ่ายไฟและการจัดทำเอกสารที่สอดคล้องกับ-แนวทางในภูมิภาคที่เกี่ยวข้อง: IEEE 519 -1992; G5/4

2

2

2.10 ข้อกำหนดว่าด้วยความคงทน

ข้อกำหนดว่าด้วยความคงทนสำหรับตัวแปลงความถี่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ติดตั้ง ข้อกำหนดสำหรับแหล่งอุตสาหกรรมจะสูงกว่าข้อกำหนดสำหรับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยหรือสำนักงาน ตัวแปลงความถี่ Danfoss ทั้งหมดสอดคล้องกับข้อกำหนดสำหรับแหล่งอุตสาหกรรม ตลอดจนถึงข้อกำหนดที่ต่ำกว่าสำหรับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยและสำนักงานที่มีส่วนเผื่อความปลอดภัยสูงกว่า

จากเอกสารบันทึกเกี่ยวกับความคงทนต่อการรบกวนทางไฟฟ้าจากปรากฏการณ์ทางไฟฟ้า ได้ทำการทดสอบความคงทนต่อไปนี้กับระบบที่ประกอบด้วยตัวแปลงความถี่ (พร้อมอุปกรณ์เสริมที่เกี่ยวข้อง) สายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล และกล่องควบคุมพร้อมโพเทนชิโอมิเตอร์ สายเคเบิลมอเตอร์ และมอเตอร์ การทดสอบได้ทำตามมาตรฐานเบื้องต้นต่อไปนี้:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** การคายประจุแม่เหล็กไฟฟ้า (ESD): การจำลองการคายประจุแม่เหล็กไฟฟ้าจากมนุษย์
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** การแผ่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเข้ามา การมอดูเลตแอมพลิจูดการจำลองผลกระทบของอุปกรณ์สื่อสารเรดาร์และวิทยุ รวมทั้งการสื่อสารไร้สาย
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** การแพร่กระจายฉับพลันชั่วครู่: การจำลองการรบกวนที่เกิดจากการเปิดปิดคอนแทคเตอร์ รีเลย์ หรืออุปกรณ์ที่คล้ายคลึง
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** ไฟกระชากชั่วครู่: การจำลองสภาวะชั่วครู่ เช่น ที่เกิดจากฟ้าผ่าลงใกล้บริเวณที่ติดตั้ง เป็นต้น
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** โหมดร่วม (Common mode) RF: การจำลองผลกระทบจากอุปกรณ์ที่ส่งคลื่นวิทยุซึ่งเชื่อมต่อกับสายเคเบิลเชื่อมต่อ

ดู *ตาราง 2.16*

ช่วงของแรงดัน: 380-480 V, 525-600 V, 525-690 V					
มาตรฐานเบื้องต้น	**การแพร่กระจายฉับพลัน IEC 61000-4-4**	**ไฟกระชาก IEC 61000-4-5**	**ESD IEC 61000-4-2**	**การแผ่สนามแม่เหล็กไฟฟ้า IEC 61000-4-3**	**แรงดันโหมดร่วม RF IEC 61000-4-6**
เกณฑ์การยอมรับ	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
สาย	4 kV CM	2 kV/2Ω DM 4 kV/12Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
มอเตอร์	4 kV CM	4 kV/2Ω [1)]	—	—	10 V_{RMS}
เบรค	4 kV CM	4 kV/2Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
การแบ่งรับโหลด	4 kV CM	4 kV/2Ω [1)]	—	—	10 V_{RMS}
สายไฟควบคุม	2 kV CM	2 kV/2Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
บัสมาตรฐาน	2 kV CM	2 kV/2Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
สายไฟรีเลย์	2 kV CM	2 kV/2Ω [1)]	—	—	10 V_{RMS}
แอปพลิเคชันและอุปกรณ์เสริมฟิลด์บัส	2 kV CM	2 kV/2Ω [1)]	—	—	10 V_{RMS}
สายเคเบิล LCP	2 kV CM	2 kV/2Ω [1)]	—	—	10 V_{RMS}
24 V DC ภายนอก	2 V CM	0.5 kV/2Ω DM 1 kV/12Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
กรอบหุ้ม	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10V/m	—

ตาราง 2.16 แบบฟอร์มความคงทนต่อ EMC

1) การฉีดบนชีลหุ้มสายเคเบิล
AD: การคายประจุทางอากาศ
CD: การคายประจุโดยการสัมผัส
CM: โหมดร่วม
DM: โหมดผลต่าง

2.11 การแยกกันทางไฟฟ้า (PELV)

2.11.1 PELV - แรงดันต่ำป้องกันพิเศษ

⚠คำเตือน

การติดตั้งที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล:
380-500 V, กรอบหุ้ม D, E และ F: ที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลมากกว่า 3 กม. โปรดติดต่อ Danfoss เกี่ยวกับ PELV
525–690 V: ที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลมากกว่า 2 กม. โปรดติดต่อ Danfoss เกี่ยวกับ PELV

⚠คำเตือน

การสัมผัสชิ้นส่วนทางไฟฟ้าอาจมีอันตรายอย่างร้ายแรง แม้ว่าอุปกรณ์จะตัดการเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลักแล้วก็ตาม
ก่อนที่จะสัมผัสชิ้นส่วนทางไฟฟ้าใดๆ ให้รออย่างน้อยเท่ากับระยะเวลาที่ระบุใน *ตาราง 2.1*
ใช้เวลารอน้อยกว่านี้ได้เฉพาะในกรณีที่บ่งชี้ไว้บนป้ายชื่อสำหรับชุดที่ระบุเท่านั้น
และควรดูให้แน่ใจว่า อินพุทแรงดันอื่นๆ ได้ถูกตัดการเชื่อมต่อแล้ว เช่น การแบ่งรับโหลด (การเชื่อมต่อ DC ของวงจรขั้นกลาง) รวมถึงการต่อมอเตอร์สำหรับการสำรองทางจลน์

PELV ให้การป้องกัน โดยการให้แรงดันต่ำเป็นพิเศษ การป้องกันจากการช็อกทางไฟฟ้าจะทำให้มั่นใจได้เมื่อแหล่งจ่ายไฟเป็นประเภท PELV และทำการติดตั้งดังที่อธิบายไว้ในระเบียบข้อกำหนดในประเทศ/ระหว่างประเทศเกี่ยวกับแหล่งจ่ายไฟแบบ PELV

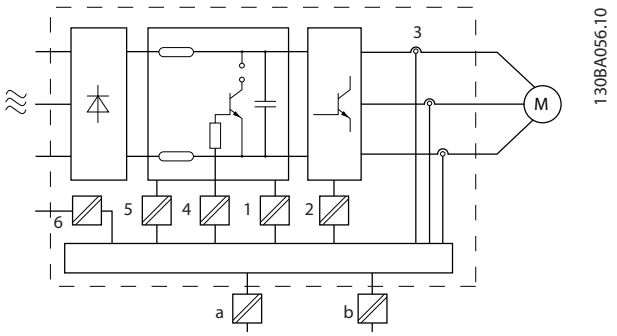
ขั้วต่อควบคุมทั้งหมดและขั้วต่อรีเลย์ 01-03/04-06 สอดคล้องตาม PELV (แรงดันระดับต่ำพิเศษในการป้องกัน) (ไม่มีผลกับขาเดลต้าต่อสายดินที่แรงดันเหนือ 400V)

การแยกกัน (ที่รับประกัน) ทางไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติตามข้อกำหนดสำหรับการแยกในระดับสูงกว่า และจัดวางระยะห่าง/ระยะช่องว่างที่สัมพันธ์กัน ข้อกำหนดเหล่านี้อธิบายไว้ในมาตรฐาน EN 61800-5-1

ส่วนประกอบที่รวมเป็นการแยกกันทางไฟฟ้ายังสอดคล้องตามข้อกำหนดสำหรับการแยกกันทางไฟฟ้าที่สูงขึ้นและการทดสอบที่สัมพันธ์กัน ดังอธิบายไว้ใน EN 61800-5-1
การแยกกันทางไฟฟ้า PELV จะแสดงไว้ในหกตำแหน่ง (ดู *ภาพประกอบ 2.20*):

เพื่อให้รักษา PELV ไว้ การเชื่อมต่อทั้งหมดที่ต่อกับขั้วต่อควบคุมต้องเป็น PELV เช่น เทอร์มิสเตอร์ต้องได้รับการหุ้มฉนวนคู่/เสริม

1. แหล่งจ่ายไฟ (SMPS) รวมถึงการแยกกันของสัญญาณของ U_{DC}, ที่ระบุแรงดันกระแสขั้นกลาง
2. ชุดขับเกตที่สังงาน IGBTs (หม้อแปลงทริกเกอร์/ออพโต้-คัปเปลอร์)
3. ตัวแปลงกระแส
4. ออพโต้คัปเปลอร์, โมดูลเบรค
5. กระแสกระชากภายใน, RFI และวงจรวัดอุณหภูมิ
6. รีเลย์แบบกำหนดเอง

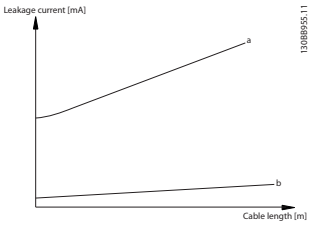


ภาพประกอบ 2.20 การแยกกันทางไฟฟ้า

การแยกกันทางไฟฟ้าตามฟังก์ชัน (ภาพ a และ b) ใช้สำหรับอุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24 V และใช้กับอินเตอร์เฟสบัสมาตรฐาน RS 485

2.12 กระแสรั่วไหลลงดิน

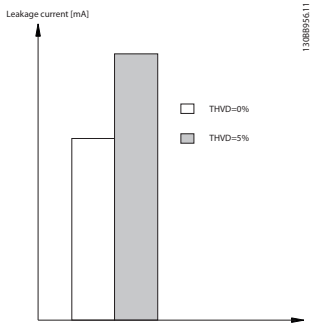
ทำตามข้อกำกับในประเทศและท้องถิ่นเกี่ยวกับการต่อลงดินเพื่อป้องกันอุปกรณ์ที่มีกระแสรั่วไหล > 3.5 mA
เทคโนโลยีตัวแปลงความถี่ใช้การสวิตช์ความถี่สูงที่กำลังสูงสร้างกระแสรั่วไหลในการเชื่อมต่อลงดิน กระแสฟอลต์ในตัวแปลงความถี่ที่ขั้วต่อกำลังไฟฟ้าเอาท์พุทอาจมีส่วนประกอบกระแสตรงที่สามารถชาร์จตัวเก็บประจุวงจรกรองและสร้างกระแสลงดินชั่วคู่ได้
กระแสรั่วไหลลงดินประกอบด้วยปัจจัยหลายอย่าง และขึ้นอยู่กับการกำหนดรูปแบบของระบบหลายแบบ รวมถึงการกรอง RFI, สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล และกำลังของตัวแปลงความถี่



ภาพประกอบ 2.21 อิทธิพลของความยาวของสายเคเบิลและขนาดกำลังต่อกระแสรั่วไหล Pa>Pb

2

นอกจากนีกระแสรั่วไหลยังขึนอยู่กับความเพียนของสาย



ภาพประกอบ 2.22 อิทธิพลของการเพียนของสายต่อกระแสรั่วไหล

ประกาศ

เมือใช้ตัวกรอง ให้ปิด *14-50 ตัวกรอง RFI* ขณะชาร์จตัวกรอง เพือหลีกเลียงกระแสรั่วไหลระดับสูงทีทำให้เกิดสวิตช์ RCD

หากกระแสรั่วไหลเกินกว่า 3.5 mA, EN/IEC61800-5-1 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ระบบชุดขับกำลัง) ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ การต่อลงดินต้องมีการเสริมด้วยวิธีการใดวิธีการหนึงต่อไปนี:

- สายกราวด์ทีต่อลงดิน (ขัวต่อ 95) มีขนาดอย่างน้อย 10 มม.^{2}
- แยกสายกราวด์ลงดินสองเส้น โดยทังสองเส้นต้องตรงตามระเบียบเรืองขนาดของภาคตัดขวาง

ดู EN/IEC61800-5-1 และ EN50178 สำหรับข้อมูลเพิมเติม

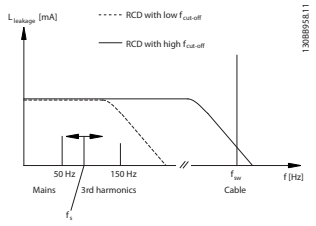
การใช้ RCD

เมือใช้อุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCDs) หรือทีเรียกว่าเซอร์กิตเบรคเกอร์กระแสรั่วไหลลงดิน (ELCBs) ให้ปฏิบัติตามรายการต่อไปนี:

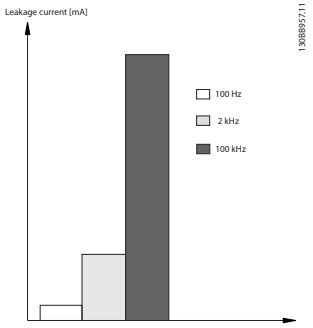
ใช้ RCD ประเภท B เท่านัน ซึงสามารถตรวจจับกระแสสลับและกระแสตรงได้

ใช้ RCD ทีมีการหน่วงกระแสกระชากภายในเพือป้องกันฟอลต์ทีเกิดจากกระแสลงดินขัวครู่

กำหนดขนาดของ RCD โดยพิจารณาจากรูปแบบของระบบและสภาพแวดล้อม



ภาพประกอบ 2.23 ปัจจัยหลักทีทำให้กระแสรั่วไหล



ภาพประกอบ 2.24 อิทธิพลของความถีตัดข้ามของ RCD ทีมีต่อสิงทีได้รับการตอบสนอง/วัดค่า

ดู *ข้อมูลเพิมเติมเกียวกับการใช้งาน RCD*

2.13 การควบคุมด้วยฟังก์ชันเบรค

2.13.1 การเลือก ตัวต้านทานเบรค

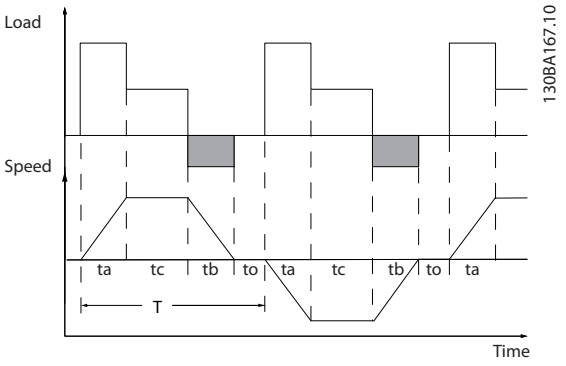
ในการใช้งานบางอย่าง เช่น เครืองหมุนเหวียง ควรทำให้มอเตอร์หยุดเร็วกว่าทีสามารถทำได้ด้วยการควบคุมผ่านการลดความเร็วหรือล้อหมุนฟรี ในการใช้งานดังกล่าว สามารถใช้การเบรคไดนามิคด้วยตัวต้านทานเบรคได้ การใช้ตัวต้านทานเบรคจะรับรองได้ว่ามีการดูดกลืนพลังงานในตัวต้านทานเบรค ไม่ใช่ในตัวแปลงความถี

หากไม่ทราบระดับพลังงานจลน์ทีถ่ายโอนไปยังตัวต้านทานในแต่ละช่วงการเบรค จะสามารถวัดพลังงานเฉลียจากรอบเวลาพืนฐานและการใช้เวลาเบรคระหว่างรอบการทำงาน รอบการทำงานเป็นจังหวะของตัวต้านทานเป็นตัวบ่งชีรอบการทำงานทีตัวต้านทานทำงาน *ภาพประกอบ 2.25* แสดงถึงรอบการเบรคทั่วไป

รอบการทำงานขัวขณะของตัวต้านทานสามารถคำนวณได้ดังนี:

รอบการทำงาน = t_b/T

T = รอบเวลา คิดเป็นนาที
t_b คือเวลาการเบรคคิดเป็นวินาที (ส่วนหนึงของรอบเวลาทังหมด)



ภาพประกอบ 2.25 รอบการเบรคทั่วไป

Danfoss มีตัวต้านทานเบรคที่มีรอบการทำงาน 10% และ 40% ที่เหมาะสำหรับใช้กับ VLT® AQUA Drive FC 202 หากใช้ตัวต้านทานรอบการทำงาน 10% ตัวต้านทานสามารถดูดซับกำลังเบรคสูงสุด 10% ของรอบเวลาโดยกำลังเบรคที่เหลือ 90% ถูกใช้ในการระบายความร้อนจากตัวต้านทาน

สำหรับข้อมูลการเลือกตัวต้านทาน ดู *คู่มือการออกแบบตัวต้านทานเบรค*

ประกาศ

หากทรานซิสเตอร์เบรคเกิดการลัดวงจร จะป้องกันกำลังที่จะถูกดูดซับในตัวต้านทานเบรคได้โดยใช้สวิตช์หลักหรือคอนแทคเตอร์ เพื่อตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับตัวแปลงความถี่ (ตัวแปลงความถี่สามารถควบคุมคอนแทคเตอร์)

2.13.2 การควบคุมด้วยฟังก์ชันเบรค

การเบรคจะได้รับการป้องกันจากการลัดวงจรของตัวต้านทานเบรค และทรานซิสเตอร์เบรคจะถูกตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าจะตรวจพบการลัดวงจรของทรานซิสเตอร์ เอาท์พุทรีเลย์/ดิจิตัลสามารถใช้เพื่อป้องกันตัวต้านทานเบรคจากการรับโหลดเกินโดยมีฟอลต์ในตัวแปลงความถี่
นอกจากนี้ การเบรคยังทำให้สามารถอ่านค่ากำลังช่วงสั้นและกำลังเฉลี่ยสำหรับช่วง 120 วินาทีล่าสุด นอกจากนี้เบรคยังสามารถตรวจสอบการป้อนกำลัง และทำให้แน่ใจว่าไม่เกินขีดจำกัดที่เลือกใน *2-12 ขีดจำกัดกำลัง(kW) เบรครีซีสเตอร์* ใน *2-13 การป้องกันเมื่อเกินขีดจำกัด* เลือกฟังก์ชันที่ต้องการดำเนินการเมื่อกำลังที่ส่งให้กับตัวต้านทานเบรคเกินขีดจำกัดที่ตั้งไว้ใน *2-12 ขีดจำกัดกำลัง(kW) เบรครีซีสเตอร์*

⚠ข้อควรระวัง

การตรวจสอบกำลังเบรคไม่ใช่ฟังก์ชันด้านความปลอดภัย จึงจำเป็นต้องใช้สวิตช์ความร้อนเพื่อจุดประสงค์นี้ วงจรตัวต้านทานเบรคไม่มีการป้องกันการรั่วไหลลงดิน

การควบคุมแรงดันเกิน (OVC) (ไม่รวมตัวต้านทานเบรค) สามารถเลือกเป็นฟังก์ชันเสริมของการเบรคใน *2-17 การควบคุมแรงดันเกิน* ฟังก์ชันนี้ทำงานสำหรับทุกชุด และรับประกันว่า หากแรงดันดีซีลิงค์เพิ่มขึ้น สามารถหลีกเลี่ยงการตัดการทำงานด้วยการเพิ่มความถี่เอาท์พุทถึงขีดจำกัดแรงดันจากดีซีลิงค์ จึงนับเป็นฟังก์ชันที่มีประโยชน์

ประกาศ

ไม่สามารถเปิดใช้งาน OVC เมื่อรันมอเตอร์ PM (เมื่อ *1-10 โครงสร้างของมอเตอร์* ถูกตั้งค่าเป็น *[1] PM, SPM ไม่ salient*)

2.14 การควบคุมเบรคเชิงกล

2.14.1 สายเคเบิลตัวต้านทานเบรค

EMC (สายเคเบิลชนิดบิดเกลียว/ชิลด์)
เพื่อลดการรบกวนทางไฟฟ้าจากสายระหว่างตัวต้านทานเบรคและตัวแปลงความถี่ สายนั้นต้องเป็นชนิดบิดเกลียว

เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ EMC ให้ดียิ่งขึ้นควรใช้ชิลด์ที่เป็นโลหะ

2.15 สภาวะการทำงานที่เกินขอบเขต

ลัดวงจร (เฟสมอเตอร์ – เฟส)
ตัวแปลงความถี่ได้รับการป้องกันจากการลัดวงจร ด้วยวิธีการวัดกระแสในแต่ละเฟสจากทั้งสาม เฟสมอเตอร์ หรือในดีซีลิงค์ การลัดวงจรระหว่างเฟสเอาท์พุทสองเฟสอาจเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะกระแสเกินในอินเวอร์เตอร์ อินเวอร์เตอร์จะปิดอิสระจากกันเมื่อกระแสลัดวงจรเกินค่าที่ยอมรับได้ (สัญญาณเตือน 16 ตัดล็อคการทำงาน
เพื่อป้องกันชุดขับจากการลัดวงจรเมื่อแบ่งรับโหลดและเอาท์พุทเบรค โปรดดูที่คู่มือการออกแบบ

การสลับเอาท์พุท
การสลับเอาท์พุทระหว่างมอเตอร์และตัวแปลงความถี่สามารถทำได้โดยสมบูรณ์ และไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับตัวแปลงความถี่ แต่อาจส่งผลให้ข้อความฟอลต์ปรากฏขึ้น

แรงดันเกินที่เกิดจากมอเตอร์
แรงดันในวงจรขันกลางจะเพิ่มขึ้นเมื่อมอเตอร์ทำงานเสมือนเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

แรงดันเกินจะเกิดขึ้นในกรณีต่อไปนี้:

1. โหลดขับมอเตอร์ทำให้เกิดพลังงาน
2. ระหว่างการชะลอ ("การเปลี่ยนความเร็วขาลง") หากโมเมนต์ความเฉื่อย มีค่าสูง โหลดต่ำ และเวลาเปลี่ยนความเร็วขาลงสั้นเกินกว่าที่พลังงานจะถูกขับออกไปเป็นการสูญเสียในตัวแปลงความถี่ มอเตอร์ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่
3. การตั้งค่าการชดเชยการสลิปที่ไม่ถูกต้องอาจจะทำให้แรงดันดีซีลิงค์มีค่าสูงขึ้น

หน่วยควบคุมอาจพยายามที่จะแก้ไขการเปลี่ยนความเร็วให้ถูกต้องถ้าเป็นไปได้ (*2-17 การควบคุมแรงดันเกิน*)
อินเวอร์เตอร์จะปิดการทำงานเพื่อป้องกันทรานซิสเตอร์และตัวเก็บประจุวงจรขันกลาง หากแรงดันสูงขึ้นถึงระดับหนึ่ง
ดู *2-10 ฟังก์ชันของเบรค* และ *2-17 การควบคุมแรงดันเกิน* เพื่อเลือกวิธีที่จะใช้ควบคุมระดับแรงดันวงจรขันกลาง

2

อุณหภูมิสูง
อุณหภูมิแวดล้อมสูงอาจทำให้ตัวแปลงความถี่ร้อนเกินไป

แหล่งจ่ายไฟหลักหายไป
ระหว่างการหายไปของแหล่งจ่ายไฟหลัก ตัวแปลงความถี่จะทำงานต่อไปจนกระทั่งแรงดันวงจรขั้นกลางลดต่ำกว่าระดับหยุดต่ำสุด ซึ่งโดยปกติจะมีค่าต่ำลง 15% จากค่าแรงดันที่พิกัดต่ำสุด

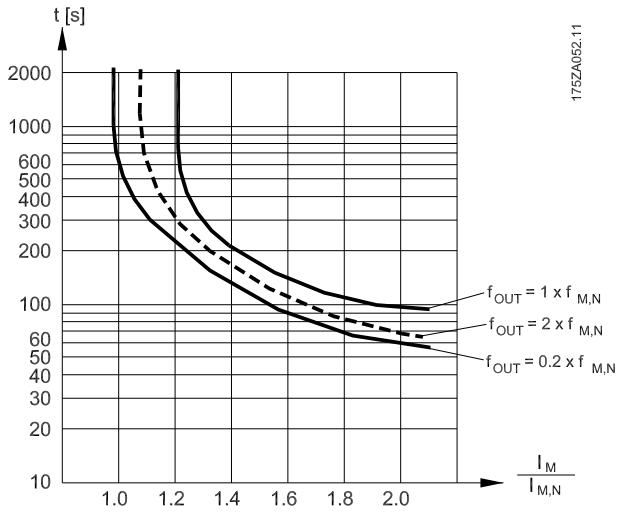
ค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟหลักก่อนที่ไฟดับและโหลดมอเตอร์จะกำหนดระยะเวลาที่อินเวอร์เตอร์จะลื่นไหล

โหลดเกินแบบคงที่ในโหมด VVC^plus
เมื่อตัวแปลงความถี่มีโหลดเกิน (ถึงระดับขีดจำกัดแรงบิดใน *4-16 กำหนดค่าแรงบิดมอเตอร์*/ *4-17 กำหนดค่าแรงบิดกรณีไฟย้อนกลับ*) ส่วนควบคุมจะลดความถี่เอาท์พุทเพื่อลดโหลด หากโหลดที่เกินมีระดับสูง อาจเกิดกระแสที่ทำให้ตัวแปลงความถี่ตัดการทำงาน หลังจากประมาณ 5-10 วินาที

การทำงานภายในขีดจำกัดแรงบิดจะถูกจำกัดเป็นเวลา (0-60 วินาที) ใน *14-25 หน่วงการปิดที่ขีดจำกัดทอร์ก*

2.15.1 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์

Danfoss ใช้ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์เพื่อไม่ให้มอเตอร์ร้อนเกินไป ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่กระตุ้นไบเมทัลรีเลย์ตามการวัดค่าภายใน คุณลักษณะนี้แสดงอยู่ใน *ภาพประกอบ 2.26*



ภาพประกอบ 2.26 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์

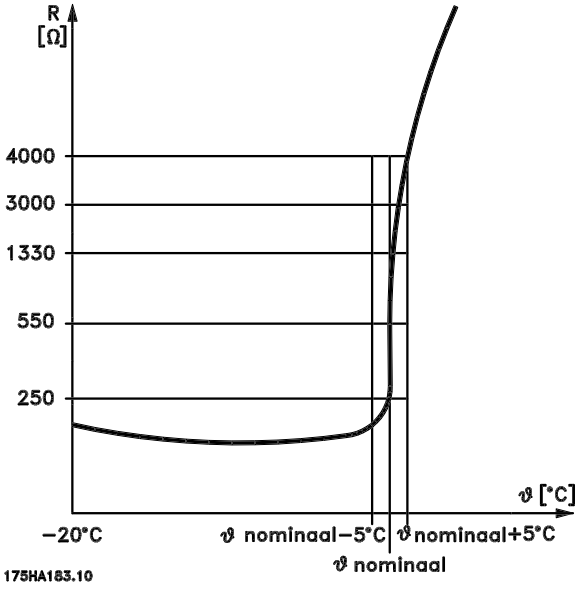
ใน *ภาพประกอบ 2.26* แกน X แสดงอัตราส่วนระหว่าง I_{motor} และ I_{motor} ปกติ ขณะที่แกน Y-axis แสดงเวลาเป็นวินาทีก่อนที่ ETR ตัดและตัดการทำงานของตัวแปลงความถี่ เส้นโค้งต่างๆ แสดงคุณลักษณะของความเร็วปกติที่ 2 เท่าของความเร็วปกติและ 0.เท่าของความเร็วปกติ

เป็นที่ชัดเจนว่าที่ความเร็วลดลง ETR จะตัดการทำงานที่ความร้อนต่ำลงเนื่องจากการระบายความร้อนของมอเตอร์ ในกรณีดังกล่าว มอเตอร์จะได้รับการปกป้องจากภาวะร้อนเกินแม้ที่ความเร็วต่ำ คุณสมบัติ ETR กำลังคำนวณอุณหภูมิของมอเตอร์จากกระแสและความเร็วที่แท้จริง อุณหภูมิที่คำนวณได้จะปรากฏเป็นพารามิเตอร์แบบอ่านได้ใน *16-18 ความร้อนมอเตอร์* ในตัวแปลงความถี่

ค่าการตัดออกของเทอร์มิสเตอร์คือ 3kΩ

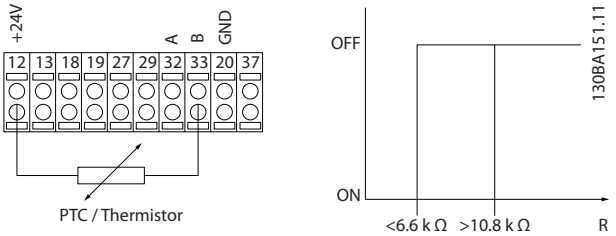
เทอร์มิสเตอร์แบบผสมผสาน (เซนเซอร์ PTC) ในมอเตอร์สำหรับป้องกันการขดตัว

การป้องกันมอเตอร์สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคหลายแบบ เซนเซอร์ PTC ในขดลวดมอเตอร์ สวิตช์ความร้อนเชิงกล (ประเภท Klixon) หรือรีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ETR)



ภาพประกอบ 2.27 ตัดการทำงาน

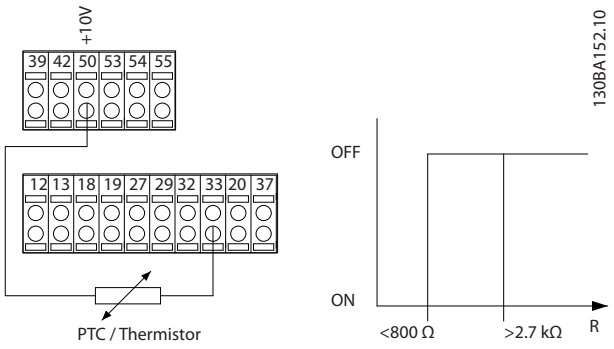
การใช้อินพุทดิจิตัลและ 24 V เป็นแหล่งจ่ายไฟสำรอง:
ตัวอย่างเช่น: ตัวแปลงความถี่ตัดการทำงานเมื่อมอเตอร์มีอุณหภูมิสูงเกินไป
การตั้งค่าพารามิเตอร์:
ตั้ง *1-90 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร* เป็น *[2] การตัดการทำงานของเทอร์มิสเตอร์*
ตั้ง *1-93 แหล่งรับสัญญาณเทอร์มิสเตอร์* เป็น *[6] อินพุทดิจิตัล 33*



ภาพประกอบ 2.28 อินพุทดิจิตัลและแหล่งจ่ายไฟ 24 V

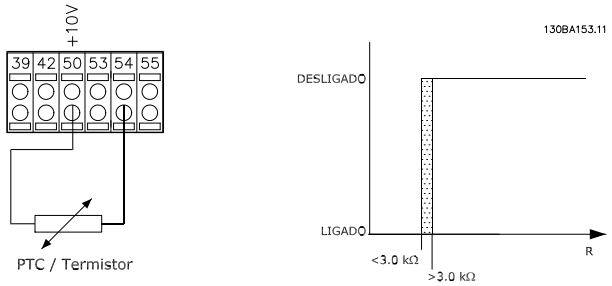
2

โดยการใช้อินพุทดิจิตัลและ 10 V เป็นแหล่งจ่ายไฟ:
ตัวอย่างเช่น: ตัวแปลงความถีตัดการทำงานเมือมอเตอร์มีอุณหภูมิสูงเกินไป
การตังค่าพารามิเตอร์:
ตัง *1-90 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร* เป็น *[2] การตัดการทำงานของเทอร์มิสเตอร์*
ตัง *1-93 แหล่งรับสัญญาณเทอร์มิสเตอร์* เป็น *[6] อินพุทดิจิตัล 33*



ภาพประกอบ 2.29 อินพุทดิจิตัลและแหล่งจ่ายไฟ 10 V

การใช้อินพุทอนาล็อกและ 10 V เป็นแหล่งจ่ายไฟ:
ตัวอย่างเช่น: ตัวแปลงความถีตัดการทำงานเมือมอเตอร์มีอุณหภูมิสูงเกินไป
การตังค่าพารามิเตอร์:
ตัง *1-90 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร* เป็น *[2] การตัดการทำงานของเทอร์มิสเตอร์*
ตัง *1-93 แหล่งรับสัญญาณเทอร์มิสเตอร์* เป็น *[2] อินพุทอนาล็อก 54*
อย่าเลือกแหล่งข้อมูลอ้างอิง



ภาพประกอบ 2.30 อินพุทอนาล็อกและแหล่งจ่ายไฟ 10 V

อินพุท ดิจิตัล/อนาล็อก	แรงดันแหล่งจ่ายไฟ V ค่าการตัดออก	ค่าทียอมรับได้ ค่าการตัดออก
ดิจิตัล	24	< 6.6kΩ - > 10.8kΩ
ดิจิตัล	10	< 800Ω - > 2.7kΩ
อนาล็อก	10	< 3.0kΩ - > 3.0kΩ

ประกาศ

ตรวจสอบแรงดันแหล่งจ่ายไฟทีเลือกว่าเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะขององค์ประกอบเทอร์มิสเตอร์ทีใช้

สรุป
ด้วยคุณสมบัติขีดจำกัดแรงบิด มอเตอร์จึงได้รับการป้องกันจากภาวะโหลดเกินทีไม่ขึนอยู่กับความเร็ว ด้วย ETR มอเตอร์จึงได้รับการป้องกันจากการร้อนเกินไปและไม่จำเป็นต้องป้องกันเพิมเติมแต่อย่างใด หมายความว่าเมือมอเตอร์ร้อนขึน ตัวตังเวลาของ ETR จะควบคุมระยะเวลาทีมอเตอร์สามารถทำงานได้ทีอุณหภูมิสูงก่อนทีจะหยุดทำงานเพือป้องกันภาวะร้อนเกิน หากมอเตอร์โหลดเกินโดยไม่ถึงอุณหภูมิที ETR จะปิดการทำงานมอเตอร์ ขีดจำกัดแรงบิดจะป้องกันไม่ให้มอเตอร์และการใช้งานโหลดเกินไป

ETR ถูกเปิดใช้งานใน *1-90 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร* และถูกควบคุมใน *4-16 กำหนดค่าแรงบิดมอเตอร์* เวลาก่อนทีคำเตือนขีดจำกัดแรงบิดจะตัดการทำงานตัวแปลงความถีถูกตังไว้ใน *14-25 หน่วงการปิดทีขีดจำกัดทอร์ก*

2.15.2 การทำงานการหยุดแบบปลอดภัย (เสริม)

FC 202 สามารถดำเนินการฟังก์ชันความปลอดภัยทีเรียกว่า "การหยุดทีควบคุมไม่ได้ด้วยการถอดแหล่งจ่ายไฟ" (ดังทีระบุใน IEC 61800-5-2 ฉบับร่าง) หรือการหยุด หมวด 0 (ดังทีระบุใน EN 60204-1)
มันถูกออกแบบและปรับปรุงให้เหมาะสมสำหรับลำดับความปลอด 3 ในการเรียกร้องใน EN 954-1 เครืองมือสำหรับใช้งานนีเรียกว่าการหยุดแบบปลอดภัย
ก่อนทีจะทำการรวมและใช้การหยุดแบบปลอดภัยของ FC 202 ในการติดตัง การวิเคราะห์ความเสียงโดยตลอดในการติดตังจะต้องได้รับการดำเนินการเพือทีจะพิจารณาว่า การทำงานการหยุดแบบปลอดภัยของ FC 202 และหมวดความปลอดภัยมีความเหมาะสมและเพียงพอ
ฟังก์ชันหยุดแบบปลอดภัยจะถูกเรียกใช้งานโดยการตัดแรงดันทีขัวต่อ 37 ของอินเวอร์เตอร์นิรภัย เมือเชือมต่ออินเวอร์เตอร์นิรภัยเข้ากับอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยภายนอกทีมีรีเลย์นิรภัย การติดตังก็จะสามารถเป็นไปตามหมวดการหยุดแบบปลอดภัย 1 ฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยของ FC 202 สามารถใช้ได้กับทังมอเตอร์ชนิดซิงโครนัสและอะซิงโครนัส

⚠คำเตือน

การใช้งานการหยุดแบบปลอดภัย (เช่น การตัดการจ่ายแรงดัน 24 V DC ทีขัวต่อ 37) ไม่ได้ให้ความปลอดภัยทางไฟฟ้า

ประกาศ

ฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยของ FC 202 สามารถใช้ได้กับทังมอเตอร์ชนิดซิงโครนัสและอะซิงโครนัส อาจเกิดฟอลต์ขึนสองแบบทีเซมิคอนดักเตอร์กำลังและทำให้การหมุนตกค้างเมือใช้มอเตอร์แบบซิงโครนัส การหมุนอาจคำนวณได้เป็นมุม = 360/(จำนวนขัว) การประยุกต์ใช้งานทีมีมอเตอร์แบบซิงโครนัสจะต้องพิจารณาความเป็นไปได้นี และรับประกันว่าสิงนีไม่ใช่ประเด็นทีวิกฤตในเรืองความปลอดภัย สถานการณ์แบบนีไม่เกียวข้องกับมอเตอร์แบบอะซิงโครนัส

2

ประกาศ

เพื่อที่จะใช้ฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยให้สอดคล้องกับข้อกำหนดที่จำเป็นของ EN-954-1 หมวด 3 เงื่อนไขจำนวนหนึ่งจะต้องได้รับการปฏิบัติตามเมื่อทำการติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย ดู *5.7 การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม

ประกาศ

ตัวแปลงความถี่ไม่ได้ให้การป้องกันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยจากแรงดันที่จ่ายไปยังขั้วต่อ 37 โดยไม่ตั้งใจหรือเจตนา และผลของการรีเซ็ตที่ตามมา การป้องกันประเภทนี้จะต้องทำผ่านทางอุปกรณ์ตัดต่อวงจร ทั้งที่อยู่ในระดับการประยุกต์ใช้งานหรือในระดับการจัดการ สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดู *5.7 การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย*

3 การเลือก

3.1 ข้อมูลจำเพาะทั่วไป

3.1.1 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x380-480 V AC

	N110	N132	N160	N200	N250	N315	P355	P400
โหลดเกินปกติ = กระแส 110% เป็นเวลา 60 วินาที	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 400 V [kW]	110	132	160	200	250	315	355	400
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 460 V [hp]	150	200	250	300	350	450	500	550
กรอบหุ้ม IP00							E2	E2
กรอบหุ้ม IP20	D3h	D3h	D3h	D4h	D4h	D4h		
กรอบหุ้ม IP21/NEMA 1	D1h	D1h	D1h	D2h	D2h	D2h	E1	E1
กรอบหุ้ม IP54/NEMA 12	D1h	D1h	D1h	D2h	D2h	D2h	E1	E1
กระแสเอาท์พุท								
ต่อเนื่อง (ที 3x380-440 V) [A]	212	260	315	395	480	588	658	745
ขัวขณะ (ที 3x380-440 V) [A]	233	286	347	435	528	647	724	820
ต่อเนื่อง (ที 3x441-480 V) [A]	190	240	302	361	443	535	590	678
ขัวขณะ (ที 3x441-480 V) [A]	209	264	332	397	487	588	649	746
ต่อเนื่อง kVA (ที 400 V AC) [kVA]	147	180	218	274	333	407	456	516
ต่อเนื่อง kVA (ที 460 V AC) [kVA]	151	191	241	288	353	426	470	540
กระแสอินพุทสูงสุด								
ต่อเนื่อง (3x380-440 V) [A]	204	251	304	381	463	567	647	733
ต่อเนื่อง (3x441-480 V) [A]	183	231	291	348	427	516	580	667
ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด[1] [A]	315	350	400	550	630	800	900	900
ขนาดสายเคเบิลสูงสุด								
มอเตอร์ (mm^2/AWG[2] [5])	2 x 95 2 x 3/0			2 x 185 2 x 350 mcm			4 x 240 4 x 500 mcm	
หลัก (mm^2/AWG[2] [5])								
การแบ่งโหลด (mm^2/AWG[2] [5])								
เบรค (mm^2/AWG[2] [5])							2 x 185 2 x 350 mcm	
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 400 V AC โหลดสูงสุดทีพิกัด [W] [3]	2555	2949	3764	4109	5129	6663	7532	8677
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 460 V AC ทีโหลดสูงสุดทีพิกัด [W] [3]	2557	2719	3612	3561	4558	5703	6724	7819

น้ำหนัก, กรอบหุ้ม IP00/IP20 กก. (ปอนด์)	62 [135]	125 [275]	234 [515]	236 [519]
น้ำหนัก, กรอบหุ้ม IP21 กก. (ปอนด์)			270 [594]	272 [598]
น้ำหนัก, กรอบหุ้ม IP54 กก. (ปอนด์)				
ประสิทธิภาพ4)	0.98			
ความถี่เอาท์พุท [Hz]	0–590			
ตัดการทำงานแผ่นระบายความร้อน-ร้อนเกิน [°C]	110			
ตัดการทำงานจากอุณหภูมิแวดล้อม-ของเพาเวอร์การ์ด [°C]	75		85	

ตาราง 3.1 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x380-480 V AC

	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
โหลดเกินปกติ = กระแส 110% เป็นเวลา 60 วินาที	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)**
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 400 V [kW]	450	500	560	630	710	800	1000
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 460 V [hp]	600	700	750	900	1000	1200	1350
กรอบหุ้ม IP00	E2						
กรอบหุ้ม IP21/NEMA 1	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
กรอบหุ้ม IP54/NEMA 12	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
กระแสเอาท์พุท							
ต่อเนื่อง (ที 3x380-440 V) [A]	800	880	990	1120	1260	1460	1720
ชั่วขณะ (ที 3x380-440 V) [A]	880	968	1089	1232	1386	1606	1892
ต่อเนื่อง (ที 3x441-480 V) [A]	730	780	890	1050	1160	1380	1530
ชั่วขณะ (ที 3x441-480 V) [A]	803	858	979	1155	1276	1518	1683
ต่อเนื่อง kVA (ที 400 V AC) [kVA]	554	610	686	776	873	1012	1192
ต่อเนื่อง kVA (ที 460 V AC) [kVA]	582	621	709	837	924	1100	1219
กระแสอินพุทสูงสุด							
ต่อเนื่อง (3 x 380-440 V) [A]	787	857	964	1090	1227	1422	1675
ต่อเนื่อง (3 x 441-480 V) [A]	718	759	867	1022	1129	1344	1490
ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด[1] [A]	900	1600		2000		2500	
ขนาดสายเคเบิลสูงสุด							
มอเตอร์ (mm^2/AWG[2])	4 x 240 4 x 500 mcm	8 x 150 8 x 300 mcm				12 x 150 12 x 300 mcm	
หลัก (mm^2/AWG[2])		8 x 240 8 x 500 mcm					
การแบ่งโหลด (mm^2/AWG[2])		4 x 120 4 x 350 mcm					
เบรค (mm^2/AWG[2])	2 x 185 2 x 350 mcm	4 x 185 4 x 350 mcm				6 x 185 6 x 350 mcm	
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 400 V AC โหลดสูงสุดทีพิกัด [W] [3]	9473	10162	11822	12512	14674	17293	19278
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 460 V AC ทีโหลดสูงสุดทีพิกัด [W] [3]	8527	8876	10424	11595	13213	16229	16624
น้าหนัก, กรอบหุ้ม IP00/IP20 กก. (ปอนด์)	277 [609]	-	-	-	-	-	-
น้าหนัก, กรอบหุ้ม IP21 กก. (ปอนด์)	313 [689]	1017/1318 [2237/2900]				1260/1561 [2772/3434]	
น้าหนัก, กรอบหุ้ม IP54 กก. (ปอนด์)	313 [689]	1017/1318 [2237/2900]				1260/1561 [2772/3434]	
ประสิทธิภาพ4)	0.98						
ความถีเอาท์พุท [Hz]	0–590						
ตัดการทำงานแผ่นระบายความร้อน-ร้อนเกิน [°C]	110	95					
ตัดการทำงานจากอุณหภูมิแวดล้อม-ของเพาเวอร์การ์ด	85						

ตาราง 3.2 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x380-480 V AC

1) สำหรับประเภทฟิวส์ ดูค่าแนะนำในการใช้งาน

2) เกจลวดอเมริกัน

3) กำลังสูญเสียทั่วไปคือทีสภาวะโหลดปกติและคาดว่าจะอยู่ภายในช่วง ±15% (ความคลาดเคลือนทียอมรับได้สัมพันธ์กับแรงดันและสภาพสายเคเบิล-ทีต่างกัน) ค่าต่างๆ เหล่านีขึนอยู่กับประสิทธิภาพมอเตอร์ทั่วไป (eff2/eff3 border line) มอเตอร์ทีมีประสิทธิภาพต่ากว่ายังจะเพิมการสูญเสียกำลังใน-ตัวแปลงความถีและด้านตรงข้ามด้วย หากความถีการสวิตชิงเพิมขึนจากระดับปกติ กำลังสูญเสียอาจจะเพิมขึนอย่างมาก การใช้พลังงานของ LCP และการ์ดควบคุมทั่วไปจะถูกรวมไว้ด้วย อุปกรณ์เสริมเพิมเติมและโหลดของลูกค้าอาจเพิมถึง 30 W ในการสูญเสียนี (แม้ว่าโดยทั่วไปจะเพิมเพียง 4 W สำหรับการ์ดควบคุมโหลดเต็มกำลัง หรืออุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต A หรือสล็อต B แต่ละสล็อต)

4) วัดโดยใช้สายเคเบิลมอเตอร์ 5 ม. แบบมีชีล ทีโหลดทีพิกัดและความถีทีพิกัด

5) ขั่วต่อการต่อสายบนตัวแปลงความถี N132, N160 และ N315 ไม่สามารถรับสายเคเบิลทีมีขนาดใหญ่กว่า

3.1.2 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x525-690 V AC

	N75K	N90K	N110	N132	N160	N200
โหลดเกินปกติ = กระแส 110% เป็นเวลา 60 วินาที	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)**
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 550 V [kW]	55	75	90	110	132	160
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 575 V [hp]	75	100	125	150	200	250
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 690 V [kW]	75	90	110	132	160	200
กรอบหุ้ม IP20	D3h	D3h	D3h	D3h	D3h	D4h
กรอบหุ้ม IP21	D1h	D1h	D1h	D1h	D1h	D2h
กรอบหุ้ม IP54	D1h	D1h	D1h	D1h	D1h	D2h
กระแสเอาท์พุท						
ต่อเนื่อง (ที 550 V) [A]	90	113	137	162	201	253
ขัวขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที 550 V) [A]	99	124	151	178	221	278
ต่อเนื่อง (ที 575/690 V) [A]	86	108	131	155	192	242
ขัวขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที 575/690 V) [kVA]	95	119	144	171	211	266
ต่อเนื่อง kVA (ที 550 V) [kVA]	86	108	131	154	191	241
ต่อเนื่อง kVA (ที 575 V) [kVA]	86	108	130	154	191	241
ต่อเนื่อง kVA (ที 690 V) [kVA]	103	129	157	185	229	289
กระแสอินพุทสูงสุด						
ต่อเนื่อง (ที 550 V) [A]	89	110	130	158	198	245
ต่อเนื่อง (ที 575 V) [A]	85	106	124	151	189	234
ต่อเนื่อง (ที 690 V) [A]	87	109	128	155	197	240
ขนาดสายเคเบิลสูงสุด: แหล่ง-จ่ายไฟหลัก, มอเตอร์, เบรค และการแบ่งรับโหลด (mm^2/AWG[2)])	2x95 (2x3/0)					
ฟิวส์หลักภายนอกสูงสุด [A]	160	315	315	315	350	350
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 575 V [W] [3)]	1,161	1,426	1,739	2,099	2,646	3,071
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 690 V [W][3)]	1,203	1,476	1,796	2,165	2,738	3,172
น้าหนัก, กรอบหุ้ม IP20, IP21, IP54 กก. (ปอนด์)	62 (135)					
ประสิทธิภาพ 4)	0.98					
ความถีเอาท์พุท [Hz]	0–590					
ตัดการทำงานแผ่นระบายความ-ร้อนร้อนเกิน [°C]	110					
ตัดการทำงานจากอุณหภูมิ-แวดล้อมของเพาเวอร์การ์ด [°C]	75					

ตาราง 3.3 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x525-690 V AC

3

	N250	N315	N400	P450	P500	P560
โหลดปกติ	**โหลด-เกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลด-เกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลด-เกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**	**โหลดเกินปกติ (NO = Normal Overload)**
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 550 V [kW]	200	250	315	355	400	450
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 575 V [hp]	300	350	400	450	500	600
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 690 V [kW]	250	315	400	450	500	560
กรอบหุ้ม IP00				E2	E2	E2
กรอบหุ้ม IP20	D4h	D4h	D4h			
กรอบหุ้ม IP21	D2h	D2h	D2h	E1	E1	E1
กรอบหุ้ม IP54	D2h	D2h	D2h	E1	E1	E1
กระแสเอาท์พุท						
ต่อเนื่อง (ที 550 V) [A]	303	360	418	470	523	596
ขัวขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที 550 V) [A]	333	396	460	517	575	656
ต่อเนื่อง (ที 575/690 V) [A]	290	344	400	450	500	570
ขัวขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที 575/690 V) [kVA]	319	378	440	495	550	627
ต่อเนื่อง kVA (ที 550 V) [kVA]	289	343	398	448	498	568
ต่อเนื่อง kVA (ที 575 V) [kVA]	289	343	398	448	498	568
ต่อเนื่อง kVA (ที 690 V) [kVA]	347	411	478	538	598	681
กระแสอินพุทสูงสุด						
ต่อเนื่อง (ที 550 V) [A]	299	355	408	453	504	574
ต่อเนื่อง (ที 575 V) [A]	286	339	390	434	482	549
ต่อเนื่อง (ที 690 V) [A]	296	352	400	434	482	549
ขนาดสายเคเบิลสูงสุด: แหล่งจ่ายไฟหลัก, มอเตอร์, เบรค และการแบ่งรับโหลด มม. (mm^2 / AWG[2)])	2x185 (2x350 mcm)					
ฟิวส์หลักภายนอกสูงสุด [A]	400	500	550	700	700	900
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 575 V [W] [3)]	3,719	4,460	5,023	5,323	6,010	7,395
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 690 V [W][3)]	3,848	4,610	5,150	5,529	6,239	7,653
น้ำหนัก, กรอบหุ้ม IP20, IP21, IP54 กก. (ปอนด์)	125 (275)					
ประสิทธิภาพ 4)	0.98					
ความถีเอาท์พุท [Hz]	0–590		0–525			
ตัดการทำงานแผ่นระบายความร้อนร้อนเกิน [°C]	110				95	
ตัดการทำงานจากอุณหภูมิแวดล้อมของเพาเวอร์การ์ด [°C]	80					

ตาราง 3.4 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x525-690 V AC

	P630	P710	P800	P900	P1M0	P1M2	P1M4
โหลดปกติ							
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 550 V [kW]	500	560	670	750	850	1000	1100
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 575 V [hp]	650	750	950	1050	1150	1350	1550
เอาท์พุททีเพลาทั่วไปที 690 V [kW]	630	710	800	900	1000	1200	1400
กรอบหุ้ม IP00	E2						
กรอบหุ้ม IP21	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4	F2/F4
กรอบหุ้ม IP54	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4	F2/F4
กระแสเอาท์พุท							
ต่อเนื่อง (ที 550 V) [A]	630	763	889	988	1108	1317	1479
ชั่วขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที 550 V) [A]	693	839	978	1087	1219	1449	1627
ต่อเนื่อง (ที 575/690 V) [A]	630	730	850	945	1060	1260	1415
ชั่วขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที 575/690 V) [kVA]	693	803	935	1040	1166	1386	1557
ต่อเนื่อง kVA (ที 550 V) [kVA]	600	727	847	941	1056	1255	1409
ต่อเนื่อง kVA (ที 575 V) [kVA]	627	727	847	941	1056	1255	1409
ต่อเนื่อง kVA (ที 690 V) [kVA]	753	872	1016	1129	1267	1506	1691
กระแสอินพุทสูงสุด							
ต่อเนื่อง (ที 550 V) [A]	607	743	866	962	1079	1282	1440
ต่อเนื่อง (ที 575 V) [A]	607	711	828	920	1032	1227	1378
ต่อเนื่อง (ที 690 V) [A]	607	711	828	920	1032	1227	1378
ขนาดสายเคเบิลสูงสุด							
มอเตอร์ (mm^2/AWG[2])	4x240 (4x500 mcm)	8x150 (8x300 mcm)			12x150 (12x300 mcm)		
แหล่งจ่ายไฟหลัก (mm^2/AWG[2])		8x240 (8x500 mcm)			8x240 (8x500 mcm)		
การแบ่งโหลด (mm^2/AWG[2])		4x185 (4x350 mcm)			6x185 (6x350 mcm)		
เบรค (mm^2/AWG[2])	2x185 (2x350 mcm)						
ฟิวส์หลักภายนอกสูงสุด [A]	900	1600	1600	1600	1600	2000	2500
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 575 V [W] [3]	8209	9500	10872	12316	13731	16190	18536
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 690 V [W][3]	8495	9863	11304	12798	14250	16821	19247
น้ำหนัก, กรอบหุ้ม IP20, IP21, IP54 กก. (ปอนด์)	125 (275)						
ประสิทธิภาพ 4)	0.98						
ความถีเอาท์พุท [Hz]	0–525						
ตัดการทำงานแผ่นระบายความร้อนร้อนเกิน [°C]	110	95	105	95		105	95
ตัดการทำงานจากอุณหภูมิแวดล้อมของ-เพาเวอร์การ์ด [°C]	85						

ตาราง 3.5 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x525-690 V AC

1) สำหรับประเภทฟิวส์ ดูคำแนะนำในการใช้งาน

2) เกจลวดอเมริกัน

3) กำลังสูญเสียทั่วไปคือทีสภาวะโหลดปกติและคาดว่าจะอยู่ภายในช่วง ±15% (ความคลาดเคลือนทียอมรับได้สัมพันธ์กับแรงดันและสภาพสายเคเบิล-ทีต่างกัน) ค่าต่างๆ เหล่านีขึนอยู่กับประสิทธิภาพมอเตอร์ทั่วไป (eff2/eff3 border line) มอเตอร์ทีมีประสิทธิภาพต่ำกว่ายิ่งจะเพิมการสูญเสียกำลังใน-ตัวแปลงความถีและด้านตรงข้ามด้วย หากความถีการสวิตชิงเพิมขึนจากระดับปกติ กำลังสูญเสียอาจจะเพิมขึนอย่างมาก การใช้พลังงานของ LCP และการ์ดควบคุมทั่วไปจะถูกรวมไว้ด้วย อุปกรณ์เสริมเพิมเติมและโหลดของลูกค้าอาจเพิมถึง 30 W ในการสูญเสียนี (แม้ว่าโดยทั่วไปจะเพิมเพียง 4 W สำหรับการ์ดควบคุมโหลดเต็มกำลัง หรืออุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต A หรือสล็อต B แต่ละสล็อต)

4) วัดโดยใช้สายเคเบิลมอเตอร์ 5 ม. แบบมีชีล ทีโหลดทีพิกัดและความถีทีพิกัด

3

ขนาดเฟรม	คำอธิบาย	น้ำหนักสูงสุด [กก.] ([ปอนด์])
D5h	พิกัด D1h + ตัวตัดการเชื่อมต่อ และ/หรือตัวสับเบรค	166 (255)
D6h	พิกัด D1h + คอนแทคเตอร์ และ/หรือเซอร์กิตเบรคเกอร์	129 (285)
D7h	พิกัด D2h + ตัวตัดการเชื่อมต่อ และ/หรือตัวสับเบรค	200 (440)
D8h	พิกัด D2h + คอนแทคเตอร์ และ/หรือเซอร์กิตเบรคเกอร์	225 (496)

ตาราง 3.6 น้ำหนัก D5h–D8h

3.1.3 ข้อมูลจำเพาะ 12 พัลส์

แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 380-480 V AC										
	P315	P355	P400	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
โหลดเกินปกติ 110% เป็นเวลา 1 นาที	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)
เอาท์พุททีเพลาทั่วไป [kW] ที 400 V	315	355	400	450	500	560	630	710	800	1000
เอาท์พุททีเพลาทั่วไป [HP] ที 460 V	450	500	550/600	600	650	750	900	1000	1200	1350
IP 21/ NEMA 1	F8/F9				F10/F11				F12/F13	
IP 54 / NEMA 12	F8/F9				F10/F11				F12/F13	
กระแสเอาท์พุท										
ต่อเนื่อง (ที 380-440 V)	600	658	745	800	880	990	1120	1260	1460	1720
ขัวขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที ที 380-440 V)	660	724	820	880	968	1089	1232	1386	1606	1892
ต่อเนื่อง (ที 400 V)	416	456	516	554	610	686	776	873	1,012	1,192
ขัวขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที ที 460-500 V)	457	501	568	610	671	754	854	960	1,113	1,311
ต่อเนื่อง (ที 441–500 V)	540	590	678	730	780	890	1,050	1,160	1,380	1,530
ขัวขณะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที 441-500 V)	594	649	746	803	858	979	1,155	1,276	1,518	1,683
ต่อเนื่อง (ที 460 V)	430	470	540	582	621	709	837	924	1,100	1,219
ต่อเนื่อง (ที 500 V)	473	517	594	640	684	780	920	1,017	1,209	1,341
กระแสอินพุทสูงสุด										
ต่อเนื่อง (3x380-440 V) [A]	590	647	733	787	857	964	1,090	1,227	1,422	1,675
ต่อเนื่อง (3x441-480 V) [A]	531	580	667	718	759	867	1,022	1,129	1,344	1,490
ฟิวส์แหล่งจ่ายไฟหลักภายนอกสูงสุด[1)]	700	700	700	700	900	900	900	1,500	1,500	1,500
ขนาดสายเคเบิลสูงสุด:										
มอเตอร์ (mm² /AWG[2)])	8 x 300 MCM (8 x 150)								12 x 300 MCM (8 x 150)	
แหล่งจ่ายไฟหลัก (mm² /AWG[2)])	8 x 500MCM (8 x 250)									
ขัวต่อสำหรับคืนพลังงานกลับ (mm²/AWG[2)])	4 x 250 MCM (4 x 120)									
เบรค (mm² /AWG[2)])	2 x 350 MCM (2 x 185)				4 x 350 MCM (4 x 185)					
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 400 VAC ทีโหลดสูงสุดทีพิกัด (W) [3)]	6705	7532	8677	9473	10162	11822	12512	14674	17293	19278
ค่าประเมินของกำลังสูญเสีย 460 VAC ทีโหลดสูงสุดทีพิกัด (W) [3)]	6705	6724	7819	8527	8876	10424	11595	13213	16229	16624
F9/F11/F13 การสูญเสียเพิ่มเติมสูงสุด-สำหรับ A1 RFI, CB หรือตัวตัดการ-เชื่อมต่อและคอนแทคเตอร์	682	766	882	963	1054	1093	1230	2280	2236	2541
น้าหนัก กรอบหุ้ม IP21 กก. (ปอนด์)	263 (580)	270 (595)	272 (600)	313 (690)	1004 (2214)				1246 (2748)	
น้าหนัก กรอบหุ้ม IP 54 กก. (ปอนด์)										
ประสิทธิภาพ4)	0.98									
ความถีเอาท์พุท	0-590 Hz									
ตัดการทำงานแผ่นระบายความร้อนร้อน-เกิน	110 °C				95 °C					
ตัดการทำงานจากอุณหภูมิแวดล้อมของ-เพาเวอร์การ์ด	85 °C									

ตาราง 3.7 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 380-480 V AC

3

แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 525-690 V AC										
	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P900	P1M0	P1M2	P1M4
โหลดเกินปกติ 110% เป็นเวลา 1 นาที	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)	โหลด-เกิน-ปกติ (NO = Normal Overload)
เอาท์พุททีเพลาทั่วไป [HP] ที 525-550 V	355	400	450	500	560	670	750	850	1000	1100
เอาท์พุททีเพลาทั่วไป [kW] ที 690	450	500	560	630	710	800	900	1000	1200	1400
เอาท์พุททีเพลาทั่วไป [HP] ที 575	450	500	600	650	750	950	1050	1150	1350	1550
IP 21/ NEMA 1 ที 525 V	F8/F9				F10/F11			F12/F13		
IP 21/ NEMA 1 ที 575 V	F8/F9				F10/F11			F12/F13		
IP 21/ NEMA 1 ที 690 V	F8/F9				F10/F11			F12/F13		
กระแสเอาท์พุท										
ต่อเนื่อง (6 x 525-550 V) [A]	470	523	596	630	763	889	988	1108	1317	1479
ชั่วขณะ (6 x 550 V)	515	575	656	693	839	978	1087	1219	1449	1627
ต่อเนื่อง (6 x 551-690 V) [A]	450	500	570	630	730	850	945	1060	1260	1415
ชั่วขณะ (6 x 551-690 V) [A]	495	550	627	693	803	935	1040	1166	1386	1557
ต่อเนื่อง KVA(550 V) [KVA]	448	498	568	600	727	847	941	1056	1255	1409
ต่อเนื่อง KVA(575 V) [KVA]	448	498	568	627	727	847	941	1056	1255	1409
ต่อเนื่อง KVA(690 V) [KVA]	538	598	681	753	872	1016	1129	1267	1506	1691
กระแสอินพุทสูงสุด										
ต่อเนื่อง (6 x 550 V) [A]	453	504	574	607	743	866	962	1079	1282	1440
ต่อเนื่อง (6 x 575V) [A]	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227	1378
ต่อเนื่อง (6 x 690 V) [A]	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227	1378
ฟิวส์แหล่งจ่ายไฟหลักภายนอกสูงสุด[1)]	630	630	630	630	900	900	900	1600	2000	2500
ขนาดสายเคเบิลสูงสุด:										
มอเตอร์ (mm² /AWG[2)])	8 x 300 MCM (8 x 150)							12 x 300 MCM (12 x 150)		
แหล่งจ่ายไฟหลัก (mm² /AWG[2)])	8 x 500 MCM (8 x 250)									
ขั้วต่อสำหรับคืนพลังงานกลับ (mm²/AWG[2)])	4 x 250 MCM (4 x 120)									
เบรค (mm² /AWG[2)])	4 x 350 MCM (4 x 185)									
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 690 VAC ที่โหลดสูงสุดที่พิกัด (W) [3)]	4974	5623	7018	7793	8933	10310	11692	12909	15358	17602
ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที 575 VAC ที่โหลดสูงสุดที่พิกัด (W) [3)]	5128	5794	7221	8017	9212	10659	12080	13305	15865	18173
น้ำหนัก กรอบหุ้ม IP21 กก. (ปอนด์)	440/656 (880/1443)			880/1096 (1936/2471)				1022/1238 (2248/2724)		
น้ำหนัก กรอบหุ้ม IP 54 กก. (ปอนด์)										
ประสิทธิภาพ4)	0.98									
ความถี่เอาท์พุท	0-525 Hz									
ตัดการทำงานแผ่นระบายความร้อนร้อน-เกิน	110 °C				95 °C	105 °C	95 °C	95 °C	105 °C	95 °C
ตัดการทำงานจากอุณหภูมิแวดล้อมของ-เพาเวอร์การ์ด	85 °C									

ตาราง 3.8 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 525-690 V AC

1) สำหรับประเภทฟิวส์ ดูคำแนะนำในการใช้งาน

2) เกจลวดอเมริกัน

3) กำลังสูญเสียทั่วไปคือทีเงื่อนไขปกติและคาดว่าจะอยู่ภายในช่วง +/- 15% (ความคลาดเคลื่อนทียอมรับได้สัมพันธ์กับแรงดันและสภาพสายเคเบิลที-ต่างกัน) ค่าต่างๆ เหล่านีขึนอยู่กับประสิทธิภาพมอเตอร์ทั่วไป (eff2/eff3 border line) มอเตอร์ทีมีประสิทธิภาพต่ำกว่ายังจะเพิมการสูญเสียกำลังในตัว-แปลงความถีและด้านตรงข้ามด้วย หากความถีการสวิตชิงเพิมขึนจากระดับปกติ กำลังสูญเสียอาจจะเพิมขึนอย่างมาก การใช้พลังงานของ LCP

และการ์ดควบคุมทั่วไปจะถูกรวมไว้ด้วย อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติมและโหลดของลูกค้าอาจเพิ่มถึง 30 W ในการสูญเสียนี้ (แม้ว่าโดยทั่วไปจะเพิ่มเพียง 4 W สำหรับการ์ดควบคุมโหลดเต็มกำลัง หรืออุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต A หรือสล็อต B แต่ละสล็อต)
4) วัดโดยใช้สายเคเบิลมอเตอร์ 5 ม. แบบมีซีล ที่โหลดที่พิกัดและความถี่ที่พิกัด

3

การป้องกันและคุณสมบัติ

- การป้องกันมอเตอร์จากการสะสมความร้อนเกินแบบอิเล็กทรอนิกส์เมื่อมีโหลดเกิน
- การตรวจดูอุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อนทำให้มันใจได้ว่าตัวแปลงความถีจะตัดการทำงานเมืออุณหภูมิมีค่าเพิมขึนถึง 95 °C ± 5 °C อุณหภูมิทีโหลดเกินจะไม่สามารถรีเซ็ตได้จนกว่าอุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อนจะต่ำกว่า 70 °C ± 5 °C (ค่าแนะนำ - อุณหภูมิเหล่านีอาจแตกต่างไปตามแต่ขนาดกำลังไฟและกรอบหุ้ม) VLT® AQUA Drive มีฟังก์ชันการลดพิกัดอัตโนมัติเพือป้องกันแผ่นระบายความร้อนขึนสูงถึง 95 °C
- ตัวแปลงความถีมีการป้องกันจากการลัดวงจรบนขัวต่อมอเตอร์ U, V, W
- หากเฟสหลักขาดหายไป ตัวแปลงความถีจะตัดการทำงานหรือส่งคำเตือน (ขึนอยู่กับโหลด)
- การตรวจดูแรงดันไฟฟ้าของวงจรขันกลางทำให้มันใจว่าตัวแปลงความถีนีจะตัดการทำงาน ถ้าแรงดันของวงจรต่ำหรือสูงเกินไป
- ตัวแปลงความถีนีมีการป้องกันต่อการเกิดฟอลต์ลงดินทีขัวต่อมอเตอร์ U, V, W

แหล่งจ่ายไฟสายหลัก	
ขัวต่อแหล่งจ่ายไฟ (6 พัลส์)	L1, L2, L3
ขัวต่อแหล่งจ่ายไฟ (12 พัลส์)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
แรงดันแหล่งจ่ายไฟ	380-480 V ±10%
แรงดันแหล่งจ่ายไฟ	525-600 V ±10%
แรงดันแหล่งจ่ายไฟ	525-690 V ±10%

แรงดันไฟฟ้าสายหลักต่ำ/การลดลงของแรงดันไฟฟ้าสายหลัก:
ระหว่างแรงดันไฟฟ้าสายหลักต่ำหรือการลดลงของแรงดันไฟฟ้าสายหลัก ตัวแปลงความถีจะทำงานต่อไปจนกระทังแรงดันวงจรขันกลางลดต่ำกว่าระดับหยุดต่ำสุด ซึงโดยปกติจะมีค่าต่ำลง 15% จากค่าแรงดันทีพิกัดต่ำสุด การเปิดเครืองหรือแรงบิดเต็มกำลังไม่สามารถทำได้เมือแรงดันไฟฟ้าสายหลักต่ำกว่า 10% จากแรงดันไฟฟ้าทีพิกัดไว้ต่ำสุด

ความถีของแหล่งจ่ายไฟ	50/60 Hz +4/-6%

แหล่งจ่ายไฟตัวแปลงความถีได้รับการทดสอบตาม IEC61000-4-28, 50 Hz +4/-6%

ความไม่สมดุลสูงสุดขัวคราวระหว่างเฟสหลัก	3.0% ของแรงดันไฟฟ้าพิกัดของแหล่งจ่ายไฟ
ค่าตัวประกอบกำลังแท้จริง (λ)	≥ 0.9 ค่าทีระบุทีพิกัดโหลด
ตัวประกอบกำลังการเข้าแทนที (cosφ) เกือบเข้ากัน	(> 0.98)
การสลับบนแหล่งจ่ายไฟด้านเข้า L1, L2, L3 (การเปิดเครือง) ≥ กรอบหุ้มประเภท D, E, F	สูงสุด 1 ครัง/2 นาที
สภาพแวดล้อมตามมาตรฐาน EN60664-1	หมวดแรงดันไฟฟ้าเกิน III/ระดับมลภาวะ 2

เครืองนีเหมาะสำหรับใช้ในวงจรทีมีความสามารถในการจ่ายกระแสไม่มากกว่า 100.000 RMS แอมแปร์แบบสมมาตร แรงดันสูงสุด 480/600 V

มอเตอร์เอาท์พุท (U, V, W)	
แรงดันเอาท์พุท	0 - 100% ของแรงดันแหล่งจ่ายไฟ
ความถีเอาท์พุท	0-590 Hz
การเปิดของเอาท์พุท	ไม่จำกัด
เวลาทีใช้เปลียนความเร็ว	1–3600 s

คุณลักษณะแรงบิด	
แรงบิดเริมต้น (แรงบิดคงที)	สูงสุด 110% นาน 1 นาที*
แรงบิดเริมต้น	สูงสุด 135% นานถึง 0.5 วินาที*
แรงบิดโอเวอร์โหลด (แรงบิดคงที)	สูงสุด 110% นาน 1 นาที*

**เปอร์เซ็นต์จะสัมพันธ์กับแรงบิดปกติของ VLT AQUA Drive*

ความยาวของสายเคเบิลและพืนทีหน้าตัด	
ความยาวสายเคเบิลมอเตอร์สูงสุด แบบชีล/ปลอกโลหะ	150 m
ความยาวสายเคเบิลมอเตอร์สูงสุด แบบไม่มีชีล/ไม่มีปลอกโลหะ	300 m
ขนาดพืนทีหน้าตัดสูงสุดของสายมอเตอร์, แหล่งจ่ายไฟหลัก, การแบ่งรับโหลด และเบรค *	
ขนาดพืนทีหน้าตัดสูงสุดของขัวต่อส่วนควบคุม, สายแข็ง	1.5 มม.^{2}/16 AWG (2 x 0.75 มม.^{2})
ขนาดพืนทีหน้าตัดสูงสุดของขัวต่อสำหรับสายเคเบิลควบคุม, สายอ่อน	1 mm^2/18AWG
ขนาดพืนทีหน้าตัดสูงสุดของขัวต่อควบคุม, สายเคเบิลทีมีปลอกหุ้มแกน	0.5 mm^2/20AWG
ขนาดพืนทีหน้าตัดต่ำสุดสำหรับขัวต่อควบคุม	0.25 มม.2

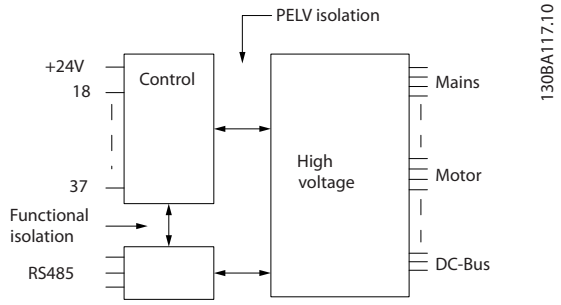
** ดู 3.1 ข้อมูลจำเพาะทัวไป สำหรับข้อมูลเพิมเติม!*

การ์ดควบคุม, การสือสารแบบอนุกรม RS-485	
หมายเลขขัวต่อ	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
หมายเลขขัวต่อ 61	จุดต่อร่วมสำหรับขัวต่อ 68 และ 69

วงจรการสือสารแบบอนุกรม RS-485 ทำงานแยกต่างหากจากวงจรส่วนกลางอืนๆ และถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV)

อินพุทอนาล็อก	
จำนวนอินพุทอนาล็อก	2
หมายเลขขัวต่อ	53, 54
โหมด	แรงดันหรือกระแส
เลือกโหมด	สวิตช์ S201 และสวิตช์ S202
โหมดแรงดัน	สวิตช์ S201/สวิตช์ S202 = ปิด (U)
ระดับแรงดันไฟฟ้า	0 ถึง + 10 V (เปลียนสเกลได้)
ความต้านทานอินพุท, Ri	ประมาณ 10 kΩ
แรงดันสูงสุด	± 20 V
โหมดกระแส	สวิตช์ S201/สวิตช์ S202 = เปิด (I)
ระดับกระแส	0/4 ถึง 20 mA (เปลียนสเกลได้)
ความต้านทานอินพุท, Ri	ประมาณ 200 Ω
กระแสสูงสุด	30 mA
ความละเอียดของอินพุทอนาล็อก	10 บิต (เครืองหมาย +)
ความแม่นยำของอินพุทอนาล็อก	ความผิดพลาดสูงสุด 0.5% ของค่าเต็มสเกล
แบนวิดท์	200 Hz

อินพุทอนาล็อกถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขัวต่อแรงดันสูงอืนๆ



ภาพประกอบ 3.1 การแยกส่วน PELV ของอินพุทอนาล็อก

3

เอาท์พุทอนาล็อก	
จำนวนเอาท์พุทอนาล็อกที่โปรแกรมได้	1
หมายเลขขั้วต่อ	42
ช่วงกระแสที่เอาท์พุทอนาล็อก	0/4-20 mA
โหลดสูงสุดของตัวต้านทานที่สามารถต่อร่วมที่เอาท์พุทอนาล็อก	500 Ω
ความแม่นยำที่เอาท์พุทอนาล็อก	ข้อผิดพลาดสูงสุด: 0.8% ของค่าเต็มสเกล
ความละเอียดของเอาท์พุทอนาล็อก	8 บิต

เอาท์พุทอนาล็อกถูกแยกทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ

อินพุทดิจิตัล	
อินพุทดิจิตัลที่สามารถตั้งโปรแกรมได้	4 (6)
หมายเลขขั้วต่อ	18, 19, 27 [1], 29 [1], 32, 33,
ตรรกะ	PNP หรือ NPN
ระดับแรงดันไฟฟ้า	0–24 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ตรรกะ '0' PNP	< 5 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ตรรกะ '1' PNP	> 10 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ตรรกะ '0' NPN	แรงดันไฟ DC 19V
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ตรรกะ '1' NPN	แรงดันไฟ DC < 14V
แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่อินพุท	28 V DC
ความต้านทานอินพุท, Ri	ประมาณ 4 kΩ

อินพุทดิจิตัลทั้งหมดถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ
1) ขั้วต่อ 27 และ 29 ยังสามารถตั้งโปรแกรมเป็นเอาท์พุทได้

เอาท์พุทดิจิตัล	
เอาท์พุทดิจิตัล/เอาท์พุทพัลส์ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้	2
หมายเลขขั้วต่อ	27, 29 [1]
ระดับแรงดันที่เอาท์พุทดิจิตัล/ความถี่	0-24 V
กระแสเอาท์พุทสูงสุด (รับหรือจ่ายกระแส)	40 mA
โหลดสูงสุดที่ความถี่เอาท์พุท	1 kΩ
โหลดแบบตัวเก็บประจุสูงสุดที่ความถี่เอาท์พุท	10 nF
ความถี่เอาท์พุทต่ำสุดที่ความถี่เอาท์พุท	0 Hz
ความถี่เอาท์พุทสูงสุดที่ความถี่เอาท์พุท	32 kHz
ความแม่นยำของความถี่เอาท์พุท	ข้อผิดพลาดสูงสุด: 0.1 % ของค่าเต็มสเกล
ความละเอียดของความถี่เอาท์พุท	12 บิต

1) ขั้วต่อ 27 และ 29 ยังสามารถตั้งโปรแกรมเป็นอินพุทได้

เอาท์พุทดิจิตัลถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ

อินพุทแบบพัลส์	
อินพุทแบบพัลส์ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้	2
หมายเลขขั้วต่อแบบพัลส์	29, 33
ความถี่สูงสุดที่ขั้วต่อ 29, 33	110 kHz (ขับแบบพุช-พูล)
ความถี่สูงสุดที่ขั้วต่อ 29, 33	5 kHz (โอเพนคอลเลคเตอร์)
ความถี่ต่ำสุดที่ขั้วต่อ 29, 33	4 Hz
ระดับแรงดันไฟฟ้า	ดูส่วนที่เกี่ยวกับอินพุทดิจิตัล
แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่อินพุท	28 V DC
ความต้านทานอินพุท, Ri	ประมาณ 4 kΩ
ความแม่นยำของอินพุทแบบพัลส์ (0.1 - 1 kHz)	ข้อผิดพลาดสูงสุด: 0.1 % ของค่าเต็มสเกล

การ์ดควบคุม, เอาท์พุท 24 V DC	
หมายเลขขั้วต่อ	12, 13
โหลดสูงสุด	200 mA

แหล่งจ่ายไฟตรง 24 V ถูกแยกอย่างสิ้นเชิงทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) แต่มีความต่างศักย์เท่ากับอินพุทและเอาท์พุททั้งอนาล็อกและดิจิตัล

3

เอาท์พุทรีเลย์	
เอาท์พุทรีเลย์ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้	2
หมายเลขขั้วต่อของรีเลย์ 01	1-3 (เบรค), 1-2 (ทำ)
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-1)[1]บน 1-3 (NC), 1-2 (NO) (โหลดตัวต้านทาน)	240 V AC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-15)[1] (โหลดตัวเหนียวนำ @ cosφ 0.4)	240 V AC, 0.2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-1)[1] บน 1-2 (NO), 1-3 (NC) (โหลดตัวต้านทาน)	60 V DC, 1 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-13)[1] (โหลดตัวเหนียวนำ)	24 V DC, 0.1 A
หมายเลขขั้วต่อของรีเลย์ 02	4-6 (เบรค), 4-5 (ทำ)
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-1)[1] บน 4-5 (NO) (โหลดตัวต้านทาน)[2][3]	400 V AC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-15)[1] on 4-5 (NO) (โหลดตัวเหนียวนำ @ cosφ 0.4)	240 V AC, 0.2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-1)[1] บน 4-5 (NO) (โหลดตัวต้านทาน)	80 V DC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-13)[1] บน 4-5 (NO) (โหลดตัวเหนียวนำ)	24 V DC, 0.1A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-1)[1] บน 4-6 (NC) (โหลดตัวต้านทาน)	240V AC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-15)[1] บน 4-6 (NC) (โหลดตัวเหนียวนำ @ cosφ 0.4)	240V AC, 0.2A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-1)[1] บน 4-6 (NC) (โหลดตัวต้านทาน)	50 V DC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-13)[1] บน 4-6 (NC) (โหลดตัวเหนียวนำ)	24 V DC, 0.1 A
โหลดต่ำสุดที่ขั้วต่อ 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
สิ่งแวดล้อมตาม EN 60664-1	หมวดแรงดันไฟฟ้าเกิน III/ระดับมลภาวะ 2

1) IEC 60947 ส่วน 4 และ 5
หน้าสัมผัสรีเลย์ถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจากส่วนที่เหลือของวงจรโดยฉนวนเสริม (PELV)
2) ประเภทแรงดันเกินII
3) การใช้งานแรงดันไฟ 300 V AC 2 A ของ UL

การ์ดควบคุม, เอาท์พุท DC 10 V	
หมายเลขขั้วต่อ	50
แรงดันเอาท์พุท	10.5 V ±0.5V
โหลดสูงสุด	25 mA

แหล่งจ่ายไฟ DC 10 V ถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ

คุณลักษณะการควบคุม	
ความละเอียดของความถี่เอาท์พุทที่ 0 - 590 Hz	±0.003Hz
เวลาตอบสนองของระบบ (ขั้วต่อ 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
ช่วงควบคุมความเร็ว (วงรอบเปิด)	1:100 ของความเร็วซิงโครนัส
ความแม่นยำของความเร็ว (วงรอบเปิด)	30–4000 rpm: ความคลาดเคลื่อนสูงสุด ±8 rpm

คุณลักษณะการควบคุมทั้งหมดอ้างอิงกับมอเตอร์อะซิงโครนัส 4 ขั้ว

สภาพแวดล้อม	
ประเภทกรอบหุ้ม D1h/D2h/E1/E2	IP00/โครงเครื่อง
ประเภทกรอบหุ้ม D3h/D4h	IP20/โครงเครื่อง
ประเภทกรอบหุ้ม D1h/D2h, E1, F1-F4, F8-F13	IP21/ประเภท 1, IP54/ประเภท 12
กรอบหุ้มทดสอบการสั่น D/E/F	1 ก.
ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด	5% - 95% (IEC 721-3-3; คลาส 3K3 (ไม่กลั่นตัว) ระหว่างการทำงาน
สภาพแวดล้อมที่รุนแรง (IEC 721-3-3), เคลือบ	คลาส 3C3
วิธีการทดสอบตาม IEC 60068-2-43 H2S (10 วัน)	
อุณหภูมิแวดล้อม (ที่โหมดสวิตชิง 60 AVM)	สูงสุด 45 °C
อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดสำหรับการทำงานแบบลดสมรรถนะลง	55 °C

การลดพิกัดสำหรับอุณหภูมิแวดล้อมที่สูง ดู 3.5 เงื่อนไขพิเศษ

อุณหภูมิแวดล้อมต่ำสุดสำหรับการทำงานเต็มที่	0 °C
อุณหภูมิแวดล้อมต่ำสุดสำหรับการทำงานแบบลดสมรรถนะลง	- 10 °C
อุณหภูมิระหว่างการเก็บ/ขนส่ง	-25 - +65/70 °C
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูงสุดโดยไม่มีการลดพิกัด	1000 m
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูงสุดโดยมีการลดพิกัด	3000 m

การลดพิกัดสำหรับกรณีที่สูง ดู 3.5 เงื่อนไขพิเศษ

มาตรฐาน EMC, การแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
มาตรฐาน EMC, ภูมิคุ้มกันสัญญาณ	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,

	EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

ดู 3.5 เงื่อนไขพิเศษ สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม

สมรรถนะการ์ดควบคุม	
ช่วงเวลาการสแกน	5 ms

การ์ดควบคุม, การสื่อสารแบบอนุกรม USB	
มาตรฐาน USB	1.1 (ความเร็วเต็ม)
ปลั๊ก USB	ปลั๊ก "อุปกรณ์" USB ประเภท B

⚠ข้อควรระวัง

การเชื่อมต่อกับพีซีดำเนินการโดยผ่านทางแม่ข่าย-มาตรฐาน/อุปกรณ์สายเคเบิล USB
การเชื่อมต่อ USB ถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจากแรงดัน-แหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันไฟฟ้าแรงสูงอื่นๆ
การเชื่อมต่อ USB ไม่ได้ ถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจาก-สายดินป้องกัน ใช้แลปท็อป/พีซีทีแยกต่างหากเท่านั้น-เพื่อเชื่อมต่อกับขั้วต่อ USB บนตัวแปลงความถี่ หรือสาย-เคเบิล/ตัวแปลงสัญญาณ USB ทีแยกโดดทางไฟฟ้า

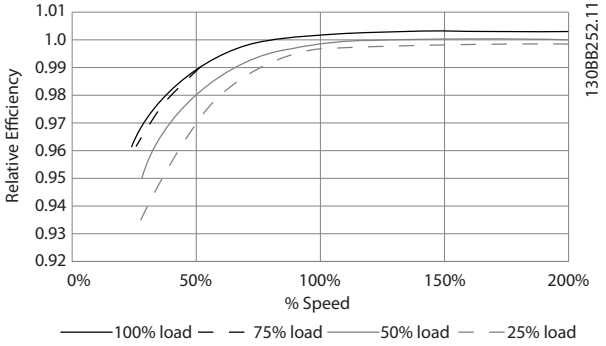
3.2 ประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของตัวแปลงความถี่ (η_{VLT})
โหลดทีตัวแปลงความถีมีผลเพียงเล็กน้อยต่อประสิทธิภาพ โดย-ทั่วไปแล้วประสิทธิภาพจะเท่าเดิมทีความถีมอเตอร์ทีพิกัด $f_{M,N}$, แม้ว่ามอเตอร์จะจ่ายแรงบิดเพลาทีระบุ 100% หรือเพียง 75% เช่นในกรณีแบ่งโหลด

ประสิทธิภาพของตัวแปลงความถีจะไม่เปลียนแปลงแม้ว่าจะ-เลือกคุณลักษณะ U/f แบบอืน
อย่างไรก็ตาม คุณลักษณะ U/f นันมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพ-ของมอเตอร์

ประสิทธิภาพจะลดลงเล็กน้อยเมือตังความถีการสวิตช์เป็นค่าสูง-กว่า 5 kHz และประสิทธิภาพจะลดลงเล็กน้อยด้วย เมือแรงดัน-ไฟหลักเท่ากับ 480 V หรือถ้าสายเคเบิลมอเตอร์ยาวกว่า 30 เมตร

การคำนวณประสิทธิภาพของตัวแปลงความถี:
คำนวณประสิทธิภาพของตัวแปลงความทีทีความเร็วและโหลด-ต่างกัน โดยยึดตาม *ภาพประกอบ 3.2* ตัวประกอบในกราฟนี-ต้องคูณด้วยตัวประกอบประสิทธิภาพเฉพาะทีแสดงในตาราง-ข้อมูลจำเพาะใน *3.1.1 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x380-480 V AC* และ *3.1.2 แหล่งจ่ายไฟสายหลัก 3x525-690 V AC*



ภาพประกอบ 3.2 กราฟประสิทธิภาพทัวไป

ตัวอย่างเช่น: สมมติว่าตัวแปลงความถี 160 kW, 380–480 V AC ทีโหลด 25% และความเร็ว 50% *ภาพประกอบ 3.2* แสดงประสิทธิภาพทีพิกัด 0.97 สำหรับตัวแปลงความถี 160 kW คือ 0.98 ดังนัน ประสิทธิภาพทีแท้จริงคือ 0.97x 0.98=0.95

ประสิทธิภาพของมอเตอร์ (η_{MOTOR})
ประสิทธิภาพของมอเตอร์ทีต่ออยู่กับตัวแปลงความถีขึนอยู่กับ-ระดับของการสร้างสนามแม่เหล็ก โดยทัวไปประสิทธิภาพจะดี-เท่ากับการทำงานกับแหล่งจ่ายไฟหลัก ประสิทธิภาพของ-มอเตอร์จะขึนอยู่กับประเภทของมอเตอร์

ในช่วง 75-100% ของแรงบิดทีระบุ ประสิทธิภาพของมอเตอร์-จะมีความคงที ทังเมือควบคุมจากตัวแปลงความถี หรือเมือ-ทำงานโดยตรงจากแหล่งจ่ายไฟหลัก

สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็ก คุณลักษณะ U/f จะมีอิทธิพลเพียง-เล็กน้อยต่อประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม สำหรับมอเตอร์ตังแต่ 11 kW ขึนไป ข้อได้เปรียบนีจะมีความเด่นชัดขึน

โดยทัวไป ความถีการสวิตช์ไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของ-มอเตอร์ขนาดเล็ก มอเตอร์จาก 11 kW ขึนไปมีประสิทธิภาพ-มากขึน (1–2%) เนืองจากรูปไซน์ของกระแสมอเตอร์เกือบเป็น-รูปสมบูรณ์แบบทีความถีการสวิตช์ระดับสูง

ประสิทธิภาพของระบบ (η_{SYSTEM})
ในการคำนวณประสิทธิภาพระบบ ประสิทธิภาพของตัวแปลง-ความถี (η_{VLT}) จะถูกคูณด้วยประสิทธิภาพของมอเตอร์ (η_{MOTOR}):
$\eta_{SYSTEM}=\eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

3.3 เสียงรบกวน

การแทรกแซงแบบเสียงรบกวนของตัวแปลงความถีมา-จากสามแหล่งคือ:

1. ขดลวด DC ของวงจรขันกลาง
2. พัดลมภายใน
3. โช๊คตัวกรอง RFI

ค่าปกติซึงวัดทีระยะห่าง 1 เมตรจากตัวเครือง คือ

กรอบหุ้ม	ความเร็วพัดลมเต็มที [dBA]
N110	71
N132	71
N160	72
N200	74
N250	75
N315	73
E1/E2 *	74
E1/E2 **	83
F1/F2/F3/F4	80
F8/F9/F10/F11/F12/F13	84.5
* 315 kW, 380–480 VAC. 450 kW และ 500 kW, 525–690 V AC เท่านัน ** ขนาดกำลัง E1+E2 ทีเหลือ	

ตาราง 3.9 ระดับเสียงรบกวน

3

3.4 แรงดันค่ายอดบนมอเตอร์

เมื่อทรานซิสเตอร์ในบริดจ์ของอินเวอร์เตอร์ทำการสลับ แรงดันของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน du/dt โดยขึ้นอยู่กับ:

- สายเคเบิลของมอเตอร์ (ประเภท พื้นที่หน้าตัด ความยาว มีชิลหรือไม่มีชิล)
- ความเหนี่ยวนำ

การเหนี่ยวนำตามธรรมชาติเป็นสาเหตุให้เกิดค่าโอเวอร์ชูต U_{PEAK} ในแรงดันของมอเตอร์ ก่อนที่จะสามารถเสถียรได้เองที่ระดับที่อิงตามแรงดันในวงจรขันกลาง เวลาในการเพิ่ม (Rise Time) และแรงดันค่ายอด U_{PEAK} จะส่งผลกระทบต่ออายุของมอเตอร์ หากแรงดันค่ายอดสูงเกินไป โดยเฉพาะมอเตอร์ที่ไม่มีฉนวนของขดลวดเฟสจะได้รับผลกระทบ หากสายเคเบิลมอเตอร์สั้น (สองถึงสามเมตร) เวลาไต่ถึงค่ายอดและแรงดันค่ายอดจะลดลง
หากสายเคเบิลมอเตอร์ยาวเกินไป (100 เมตร) เวลาในการเพิ่มและแรงดันค่ายอดจะเพิ่มขึ้น

ในมอเตอร์ที่ไม่มีกระดาษฉนวน หรือการเสริมฉนวนอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับทำงานกับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (เช่น ตัวแปลงความถี่) ให้ติดตั้ง ตัวกรองคลื่นไซน์ ที่เอาท์พุทของตัวแปลงความถี่

เพื่อให้ได้ค่าโดยประมาณสำหรับความยาวของสายเคเบิลและแรงดันที่ไม่ได้ระบุไว้ในที่นี้ ให้ใช้กฎยอดนิยมต่อไปนี้:

1. เวลาในการเพิ่ม (rise time) เพิ่มขึ้น/ลดลง ตามสัดส่วนของความยาวของสายเคเบิล
2. U_{PEAK} = แรงดันไฟตรงของดีซีลิงค์ x 1.9 (แรงดันไฟตรงของดีซีลิงค์ = แรงดันไฟฟ้าสายหลัก x 1.35)
3. $dU \Big/ dt = \frac{0.8 \times U_{PEAK}}{\text{เวลาในการเพิ่ม}}$

วัดข้อมูลตาม IEC 60034-17
ความยาวของสายเคเบิลมีค่าเป็นเมตร

ข้อมูลจำเพาะความยาวสายเคเบิล:

ตัวแปลงความถี่ N110 - N315, T4/380-500 V				
ความยาวสายเคเบิล [ม.]	แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟหลัก [V]	เวลาในการเพิ่ม [µsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µsec]
30	400	0.26	1.180	2.109

ตาราง 3.10 N110 - N315, T4/380-500 V

ตัวแปลงความถี่ P400 - P1M0, T4/380-500 V				
ความยาวสายเคเบิล [ม.]	แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟหลัก [V]	เวลาในการเพิ่ม [µsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µsec]
30	500	0.71	1.165	1.389
30	400	0.61	0.942	1.233
30	500 [1]	0.80	0.906	0.904
30	400 [1]	0.82	0.760	0.743

ตาราง 3.11 P400 - P1M0, T4/380-500 V

1) ด้วยตัวกรอง Danfoss dU/dt

N110-N160, T7 (525-690 V)				
ความยาวสายเคเบิล [ม.]	แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟหลัก [V]	เวลาในการเพิ่ม [µsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µsec]
150	690	0.36	2135	2.197

ตาราง 3.12 N110-N160, T7 (525-690 V)

N200-N400, T7 (525-690 V)				
ความยาวสายเคเบิล [ม.]	แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟหลัก [V]	เวลาในการเพิ่ม [µsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µsec]
150	690	0.46	2210	1.744

ตาราง 3.13 N200-N400, T7 (525-690 V)

ตัวแปลงความถี่ P450 - P1M4, T7/525-690 V				
ความยาวสายเคเบิล [ม.]	แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟหลัก [V]	เวลาในการเพิ่ม [µsec]	Vpeak [kV]	dU/dt [kV/µsec]
30	690	0.57	1.611	2.261
30	575	0.25		2.510
30	690 [1)]	1.13	1.629	1.150

ตาราง 3.14 P450 - P1M4, T7/525-690 V

1) ด้วยตัวกรอง Danfoss dU/dt

3.5 เงื่อนไขพิเศษ

3.5.1 วัตถุประสงค์ของการลดค่าพิกัด

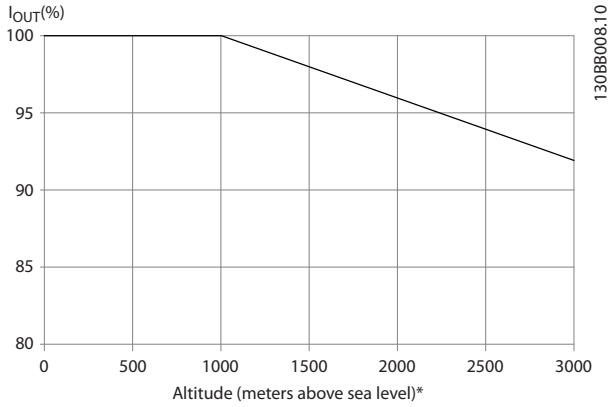
พิจารณาการลดพิกัดเมื่อใช้ตัวแปลงความถี่ที่สภาพความดันอากาศต่ำ (ติดตั้งในที่สูง), ความเร็วต่ำ, ต่อกับสายไฟของมอเตอร์ที่ยาวมาก, สายไฟที่มีพื้นที่หน้าตัดมาก หรือที่อุณหภูมิแวดล้อมสูง การดำเนินการที่จำเป็นได้อธิบายไว้ในหัวข้อนี้แล้ว

3.5.2 การลดพิกัดสำหรับแรงดันอากาศต่ำ

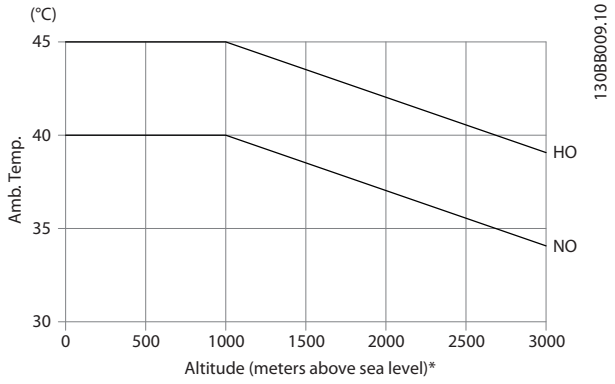
ความสามารถในการระบายความร้อนของอากาศจะลดลงเมื่อความดันอากาศต่ำ

ที่ความสูงน้อยกว่า 1,000 เมตร ไม่จำเป็นต้องลดพิกัด แต่ที่ความสูงมากกว่า 1,000 เมตร อุณหภูมิแวดล้อม (T_{AMB}) หรือกระแสเอาท์พุทสูงสุด (I_{out}) จะต้องถูกลดพิกัดตาม

ทางเลือกที่จะลดอุณหภูมิแวดล้อมที่ระดับเหนือกว่าน้ำทะเลมากๆ และต้องให้แน่ใจว่ากระแสเอาท์พุทจะเท่ากับ 100% ที่ระดับความสูงเหนือกว่าน้ำทะเล ดังตัวอย่างของวิธีที่จะอ่านกราฟ ในสถานการณ์ที่ 2 กม.โดยละเอียด ที่อุณหภูมิ 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3.3 K) กระแสเอาท์พุทที่พิกัดจะอยู่ที่ 91% ที่อุณหภูมิ 41.7 °C กระแสเอาท์พุทที่พิกัดจะอยู่ที่ 100%



ภาพประกอบ 3.3 การลดพิกัดของกระแสเอาท์พุทเทียบกับระดับความสูงที่ $T_{AMB, MAX}$



ภาพประกอบ 3.4 การลดพิกัดของกระแสเอาท์พุทเทียบกับระดับความสูงที่ $T_{AMB, MAX}$

3.5.3 การลดพิกัดสำหรับการรันที่ความเร็วต่ำ

เมื่อเชื่อมต่อมอเตอร์กับตัวแปลงความถี่ จำเป็นต้องตรวจสอบว่าการระบายความร้อนของมอเตอร์มีความเพียงพอ ระดับความร้อนขึ้นอยู่กับโหลดบนมอเตอร์ รวมถึงเวลาและความเร็วในการทำงาน

การใช้งานแรงบิดคงที่ (โหมด CT)

ในการใช้งานแรงบิดคงที่ มอเตอร์สามารถดึงกระแสเต็มที่ขณะทำงานที่ความเร็วต่ำ ในกรณีดังกล่าว พัดลมระบายความร้อนจะระบายความร้อนของมอเตอร์อย่างไม่เหมาะสม ทำให้มอเตอร์ร้อนเกินไป เมื่อมอเตอร์ทำงานต่อเนื่องด้วยความเร็วพิกัดต่ำกว่าครึ่ง ให้ระบายความร้อนเพิ่ม

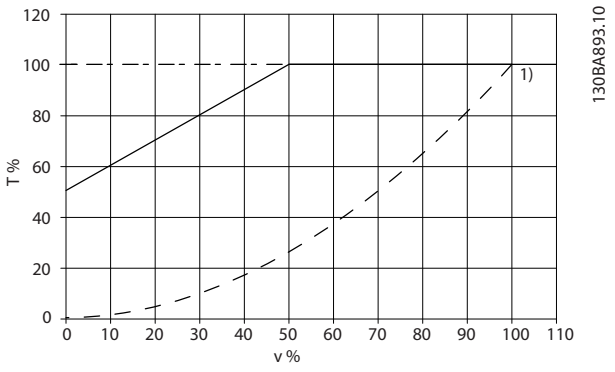
หรืออาจใช้มอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่เกินเพื่อลดระดับโหลด อย่างไรก็ตาม ขนาดมอเตอร์เถูกจำกัดให้ใหญ่กว่าที่ตัวแปลงความถี่ระบุเพียงขนาดเดียว

ทางเลือกที่จะลดระดับของภาระของมอเตอร์โดยการเลือกมอเตอร์ให้ใหญ่ขึ้น อย่างไรก็ตาม การออกแบบของตัวแปลงความถี่จะกำหนดขีดจำกัดของขนาดมอเตอร์

การใช้งานแรงบิดตัวแปร (Quadratic) (VT)

ในการใช้งาน VT เช่น พัดลมและปั๊มหอยโข่ง ในบริเวณที่แรงบิดมีสัดส่วนสัมพันธ์กับตารางความเร็วและกำลังมีสัดส่วนสัมพันธ์กับลูกบาศก์ความเร็ว ก็ไม่มีความจำเป็นต้องเพิ่มการระบายความร้อนหรือลดพิกัดของมอเตอร์

ในกราฟที่แสดงด้านล่าง เส้นโค้ง VT ทั่วไปมีระดับต่ำกว่าแรงบิดสูงสุดที่มีการลดพิกัด และแรงบิดสูงสุดที่มีการบังคับระบายความร้อนด้วยความเร็วเต็มที่



ภาพประกอบ 3.5 โหลดสูงสุดสำหรับมอเตอร์มาตรฐานที่ 40 °C

– – – –	แรงบิดทั่วไปที่โหลด VT
—•—•—	แรงบิดสูงสุดที่มีการบังคับระบายความร้อน
———	แรงบิดสูงสุด

ตาราง 3.15 คำอธิบาย *ภาพประกอบ 3.5*

ประกาศ

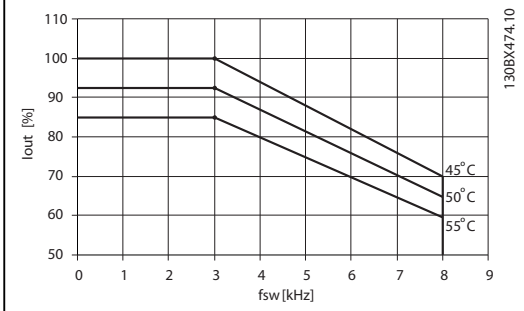
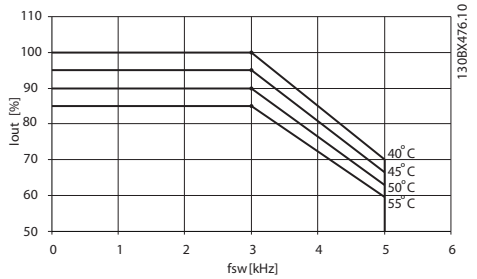
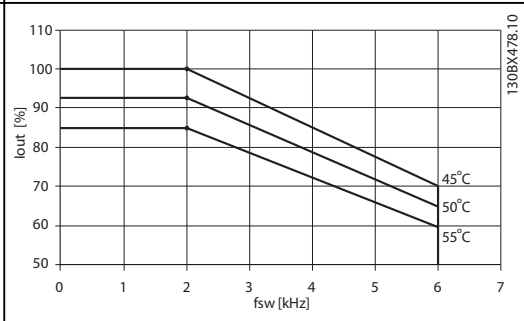
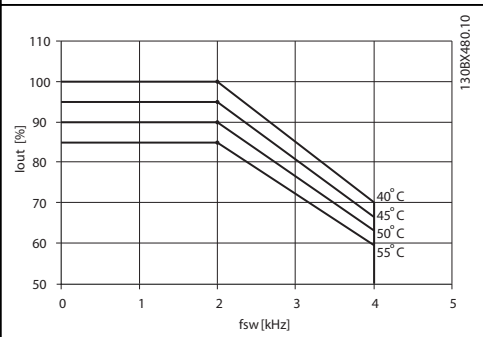
การทำงานที่สูงเกินความเร็วการซิงโครนัสจะส่งผลให้แรงบิดมอเตอร์ที่ใช้ได้ลดลงสวนทางกับสัดส่วนของความเร็วที่เพิ่มขึ้น ซึ่งต้องพิจารณาการลดลงนี้ในระหว่างเฟสการออกแบบเพื่อหลีกเลี่ยงการโหลดเกินของมอเตอร์

3

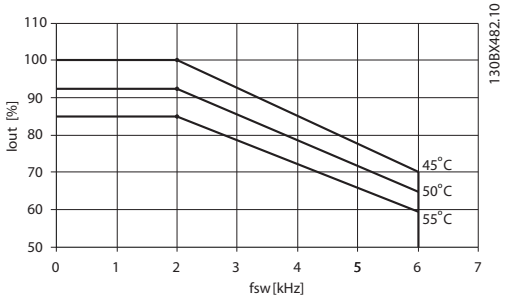
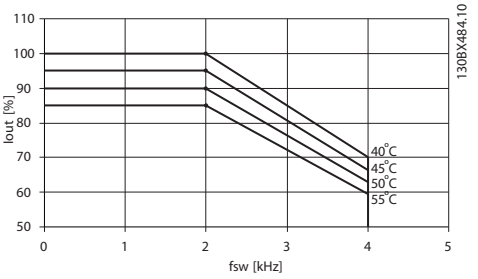
3.5.4 การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันในสมรรถนะ

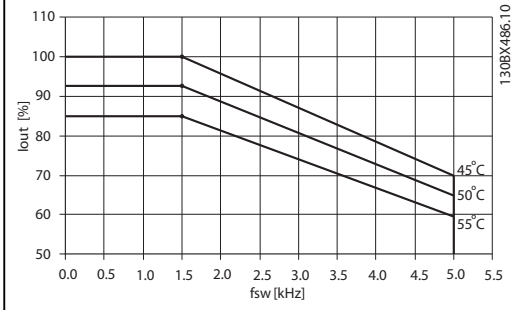
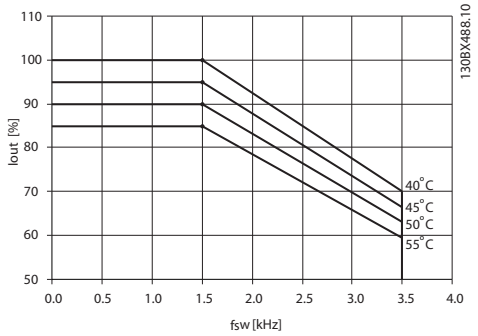
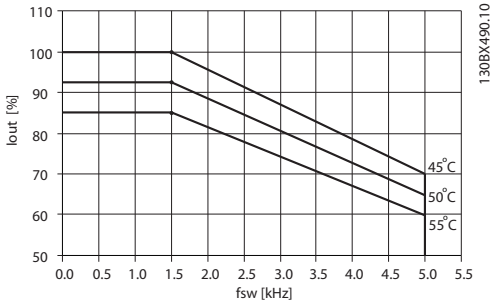
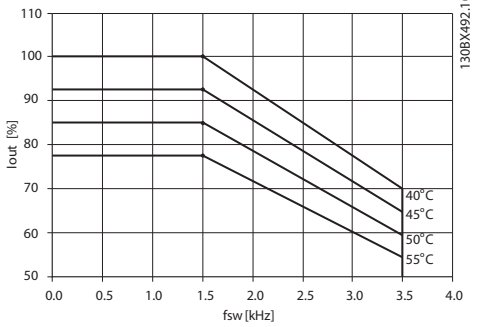
ตัวแปลงความถีจะตรวจสอบระดับความรุนแรงของอุณหภูมิภายใน กระแสโหลด แรงดันสูงบนวงจรขันกลางและความเร็วมอเตอร์ต่ำอยู่-เสมอ สำหรับการตอบสนองต่อระดับทีรุนแรง ตัวแปลงความถีสามารถปรับการสลับความถี และ/หรือเปลียนรูปแบบการสลับเพือทีจะ-ประกันในสมรรถนะของตัวแปลงความถีได้ ความสามารถทีจะลดกระแสเอาท์พุทโดยอัตโนมัติช่วยขยายสภาวะการทำงานทียอมรับได้-เพิมมากขึน

3.5.5 การลดพิกัดอุณหภูมิแวดล้อม

รุ่น เฟรม	โหลดเกินปกติ NO, 110% 60 AVM	โหลดเกินปกติ NO, 110% SFAVM
เฟรม D N110 ถึง N315 380-500 V		
เฟรม E และ F P355 ถึง P1M0 380-500 V		

ตาราง 3.16 ตารางการลดพิกัดสำหรับตัวแปลงความถีพิกัด 380–500 V (T5)

รุ่น เฟรม	โหลดเกินปกติ NO, 110% 60 AVM	โหลดเกินปกติ NO, 110% SFAVM
เฟรม D N110 ถึง N315 525-690 V		

รุ่น เฟรม	โหลดเกินปกติ NO, 110% 60 AVM	โหลดเกินปกติ NO, 110% SFAVM
เฟรม D N400 525-690 V		
เฟรม E และ F P450 ถึง P1M0 525-690 V		

ตาราง 3.17 ตารางการลดพิกัดสำหรับตัวแปลงความถีพิกัด 525–690 V (T7)

3.6 อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

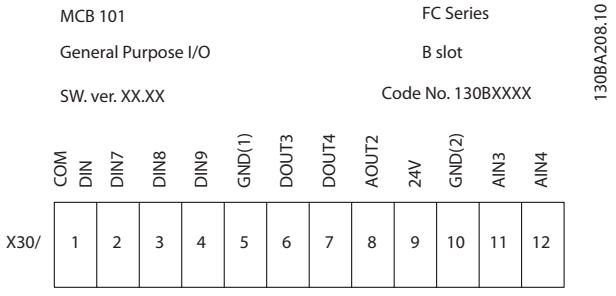
Danfoss มีอุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบสำหรับตัวแปลงความถีให้เลือกมากมาย

3.6.1 อุปกรณ์เสริมโมดูลอินพุททั่วไป เอาท์พุท สำหรับการใช้งานทั่วไป MCB 101

MCB 101 ใช้สำหรับการขยายอินพุทและเอาท์พุทดิจิตัลและอนาล็อกของตัวแปลงความถี

เนื้อหา: MCB 101 ต้องได้รับการติดตั้งภายในสล็อต B ในตัวแปลงความถี

- โมดูลอุปกรณ์เสริม MCB 101
- เฟรม LCP แบบขยาย
- ฝาปิดขั้วต่อ

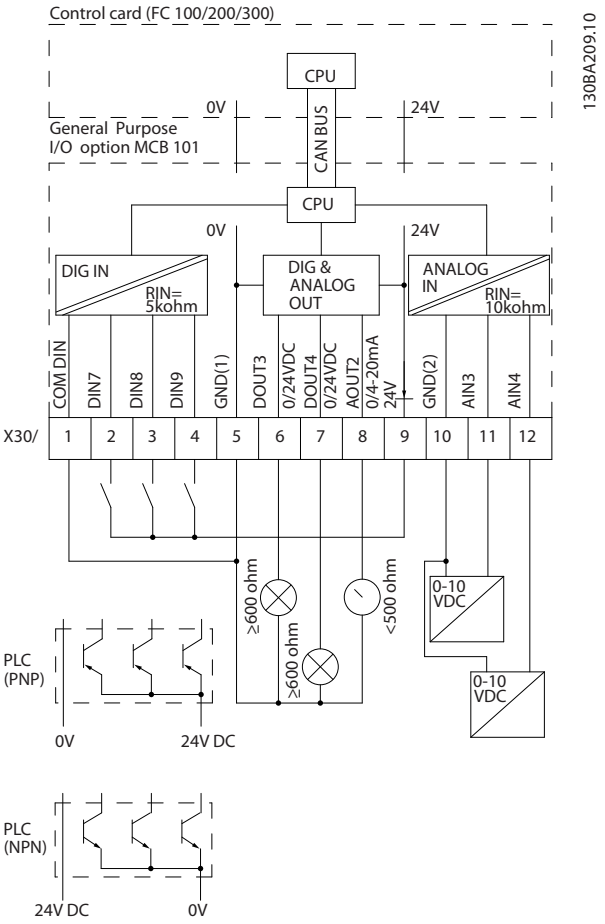


ภาพประกอบ 3.6 MCB 101

การแยกกันทางไฟฟ้าใน MCB 101

หากใช้แหล่งจ่ายไฟภายใน 24 V (ขั้ว 9) เพื่อสลับอินพุทดิจิตัล 7,8 หรือ 9 จะสร้างการเชื่อมต่อระหว่างขั้วต่อ 1 และ 5 ซึ่งอธิบายไว้ในภาพร่างใน *ภาพประกอบ 3.7*

3



ภาพประกอบ 3.7 ไดอะแกรมหลักการ

3.6.2 อินพุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/1-4

พารามิเตอร์สำหรับการตั้งค่า: 5–16, 5–17 และ 5–18				
หมายเลขของ-อินพุทดิจิตัล	ระดับแรงดัน-ไฟฟ้า	ระดับแรงดันไฟฟ้า	ความคลาดเคลื่อนที่ยินยอม	อิมพิแดนซ์ของอินพุทสูงสุด
3	0-24V DC	ประเภท PNP: ร่วม = 0V ค่าตรรกะ "0": อินพุท< 5 V DC ค่าตรรกะ "0": อินพุท > 10 V DC ประเภท NPN: ร่วม = 24 V ค่าตรรกะ "0": อินพุท > 19 V DC ค่าตรรกะ "0": อินพุท < 14 V DC	± 28 V ต่อเนื่อง ± 37 V ในชั่นต่ำ 10 วินาที	ประมาณ 5 kΩ

ตาราง 3.18 อินพุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/1-4

3.6.3 อินพุทแรงดันอนาล็อก - ขั้วต่อ X30/10-12

พารามิเตอร์สำหรับการตั้งค่า: 6–3*, 6–4* และ 16–76				
จำนวนอินพุทแรงดันอนาล็อก	สัญญาณอินพุทมาตรฐาน	ความคลาดเคลื่อนที่-ยินยอม	ความ-ละเอียด	อิมพิแดนซ์ของอินพุทสูงสุด
2	0-10V DC	± 20 V ต่อเนื่อง	10 บิต	ประมาณ 5 KΩ

ตาราง 3.19 อินพุทแรงดันอนาล็อก - ขั้วต่อ X30/10-12

3.6.4 เอาท์พุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/5-7

พารามิเตอร์สำหรับการตั้งค่า: 5–32 และ 5–33			
จำนวนเอาท์พุทดิจิตัล	ระดับเอาท์พุท	ความคลาดเคลื่อนที่-ยินยอม	อิมพีแดนซ์สูงสุด
2	0 V หรือ 2 V DC	± 4 V	≥ 600Ω

ตาราง 3.20 เอาท์พุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/5-7

3.6.5 เอาท์พุทอนาล็อก - ขั้วต่อ X30/5+8

พารามิเตอร์สำหรับการตั้งค่า: 6–6* และ 16–77			
จำนวนเอาท์พุทอนาล็อก	ระดับสัญญาณเอาท์พุท	ความคลาดเคลื่อนที่ยินยอม	อิมพีแดนซ์สูงสุด
1	0/4 - 20 mA	± 0.1 mA	< 500Ω

ตาราง 3.21 เอาท์พุทอนาล็อก - ขั้วต่อ X30/5+8:

3

3.6.6 อุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105

อุปกรณ์เสริม MCB 105 รวมหน้าสัมผัส 3 ขีนของ SPDT และต้องใส่เข้าในสล็อตสำหรับอุปกรณ์เสริม B

โหลดสูงสุดทีขัวต่อ (AC-1) [1] (โหลดต้านทาน)	240 V AC 2 A
โหลดสูงสุดทีขัวต่อ (AC-15) [1] (โหลดตัว-เหนียวนำ @ cosφ 0.4)	240 V AC 0.2 A
โหลดสูงสุดทีขัวต่อ (DC-1) [1] (โหลดต้านทาน)	24 V DC 1 A
โหลดสูงสุดทีขัวต่อ (DC-13) [1] (โหลดเหนียวนำ)	24 V DC 0.1 A
โหลดต่ำสุดทีขัวต่อ (DC)	5 V 10 mA
อัตราการสวิตช์สูงสุดทีค่าโหลดพิกัด/โหลดต่ำสุด	6 min^{-1}/20 s^{-1}

ตาราง 3.22 ข้อมูลทางไฟฟ้า

[1] IEC 947 ส่วน 4 และ 5

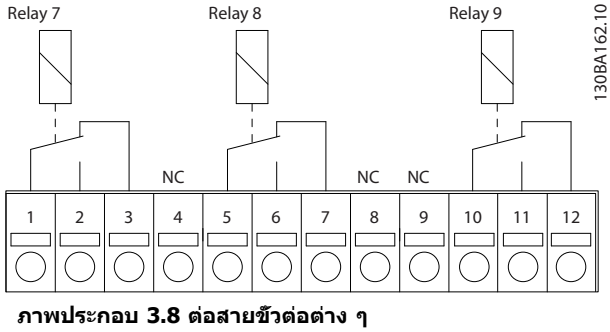
เมือสังชุดอุปกรณ์เสริมรีเลย์แยกต่างหาก ชุดอุปกรณ์จะรวมถึง:

- โมดูลรีเลย์ MCB 105
- เฟรม LCP แบบขยายและฝาปิดขัวต่อแบบขยาย
- ฉลากสำหรับปิดช่องสวิตช์ S201, S202 และ S801
- สายรัดเคเบิลสำหรับรัดสายเคเบิลกับโมดูลรีเลย์

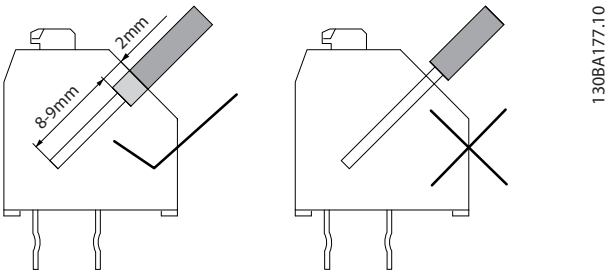
วิธีเพิมอุปกรณ์เสริม MCB 105 :

- ดูคำแนะนำในการติดตังในส่วนต้นของส่วน *อุปกรณ์-เสริมและอุปกรณ์ประกอบ*
- จะต้องตัดการจ่ายไฟทีต่อไปยังส่วนเชือมต่อทีมี-ไฟฟ้าบนขัวต่อรีเลย์
- อย่าวางส่วนทีมีไฟฟ้าปนกับสายสัญญาณควบคุม (PELV)
- เลือกฟังก์ชันรีเลย์ใน *5-40 กำหนดการทำงานของ-รีเลย์* [6–8], *5-41 หน่วงเวลา On Delay ของรีเลย์* [6–8] และ *5-42 หน่วงเวลา Off Delay ของรีเลย์* [6–8]

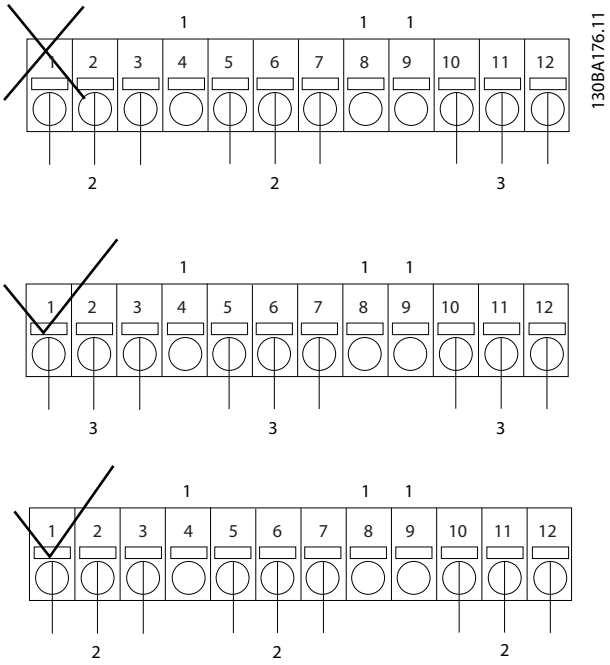
(ดัชนี [6] คือรีเลย์ 7, ดัชนี [7] คือรีเลย์ 8 และดัชนี [8] คือ-รีเลย์ 9)



ภาพประกอบ 3.8 ต่อสายขัวต่อต่าง ๆ



ภาพประกอบ 3.9 ต่อสายขัวต่อต่าง ๆ



ภาพประกอบ 3.10 1) NC
2)ส่วนทีมีไฟฟ้า
3) PELV

⚠คำเตือน

ห้ามรวมส่วนทีมีแรงดันไฟฟ้าต่ำกับระบบ PELV ทีฟอลต์-เดียว ระบบทังหมดอาจเป็นอันตรายต่อการสัมผัส และอาจส่งผลให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บรุนแรง

3.6.7 อุปกรณ์เสริมไฟสำรอง 24 V MCB 107 (อุปกรณ์เสริม D)

แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC

แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC สามารถติดตั้งได้เพื่อจ่ายไฟแรงดันต่ำให้กับการ์ดควบคุมและการ์ดอุปกรณ์เสริมอื่นๆ แหล่งจ่ายไฟภายนอกนี้จะช่วยให้การทำงานของ LCP (รวมถึงการตั้งค่าพารามิเตอร์) และฟิลด์บัส ทำได้อย่างครบถ้วนโดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบจ่ายไฟหลัก

ช่วงแรงดันอินพุท	24 V DC ±15% (สูงสุด 37 V ใน 10 วินาที)
กระแสอินพุทสูงสุด	2.2 A
กระแสอินพุทเฉลี่ย	0.9 A
ความยาวสายเคเบิลสูงสุด	75 ม.
โหลดตัวเก็บประจุอินพุท	< 10 uF
การหน่วงเมื่อเปิดเครื่อง	< 0.6 s

ตาราง 3.23 ข้อมูลจำเพาะแหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC

อินพุทได้รับการป้องกัน

หมายเลขขั้วต่อ:

ขั้วต่อ 35: - แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC

ขั้วต่อ 36: + แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC

ปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านี้:

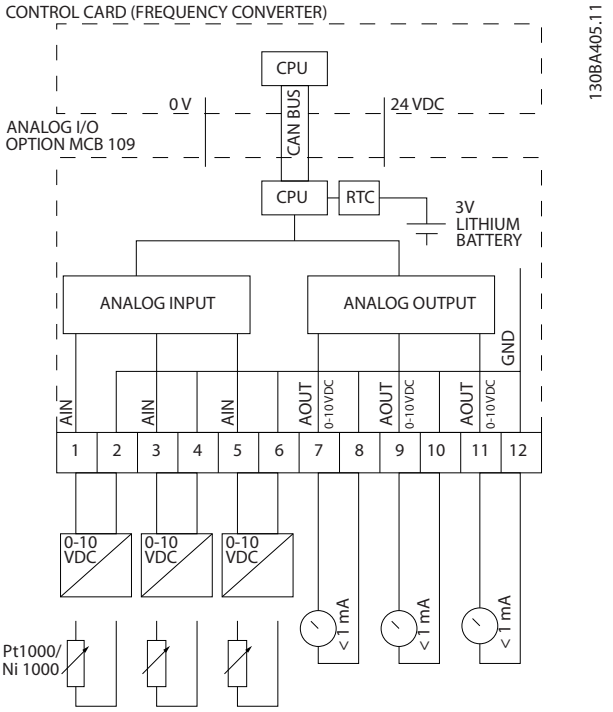
1. ถอดฝาปิดบังตา LCP
2. ถอดฝาปิดขั้วต่อ
3. ถอดแผ่นดีคัปปลิงสายเคเบิลและฝาปิดพลาสติกข้างใต้
4. เสียบอุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟสำรองภายนอก 24 V DC ในสล็อตอุปกรณ์เสริม
5. ติดแผ่นดีคัปปลิงสายเคเบิล
6. ติดฝาปิดขั้วต่อและแผง LCP หรือฝาปิดบังตา

เมืออุปกรณ์สำรองข้อมูล MCB 107, 24 V จ่ายไฟให้กับวงจรควบคุม แหล่งจ่ายไฟภายใน 24 V จะถูกตัดการเชื่อมต่อโดยอัตโนมัติ

3.6.8 อุปกรณ์เสริม I/O อนาล็อก MCB 109

ต้องใช้การ์ด I/O อนาล็อกในกรณีต่อไปนี้:

- การจัดหาแบตเตอรีสำรองของฟังก์ชันนาฬิกาบนการ์ดควบคุม
- ในการขยายทั่วไปในการเลือก I/O อนาล็อกที่มีบนการ์ดควบคุม ตัวอย่างเช่น สำหรับการควบคุมหลายเขตด้วยตัวส่งความดัน 3 ตัว
- การเปลี่ยนตัวแปลงความถี่เป็นบล็อค I/O แบบกระจายศูนย์สนับสนุนระบบการจัดการอาคารด้วยอินพุทสำหรับเซนเซอร์และเอาท์พุทสำหรับการใช้งานตัวหน่วงและหัวขับวาล์ว
- สนับสนุนตัวควบคุม PID แบบขยายที่มี I/O สำหรับอินพุทของเซ็ตพอยต์ อินพุทตัวส่งสัญญาณ/เซนเซอร์ และเอาท์พุทสำหรับหัวขับอินพุทตัวส่งสัญญาณ/เซนเซอร์



ภาพประกอบ 3.11 ไดอะแกรมหลักการสำหรับ I/O อนาล็อกที่ติดตั้งในตัวแปลงความถี่

การกำหนดรูปแบบ I/O อนาล็อก

3 x อินพุทอนาล็อก สามารถจัดการสิ่งต่อไปนี้:

- 0 - 10 V DC

หรือ

- 0-20 mA (อินพุทแรงดัน 0-10 V) ด้วยการติดตั้งตัวต้านทาน 510Ω ทั่วขั้วต่อ (ดู หมายเหตุ)
- 4-20 mA (อินพุทแรงดัน 2-10 V) ด้วยการติดตั้งตัวต้านทาน 510Ω ทั่วขั้วต่อ (ดู หมายเหตุ)
- เซนเซอร์ Ni1000 วัดอุณหภูมิ 1,000 Ω ที่ 0 ° C ข้อมูลจำเพาะตาม DIN43760
- เซนเซอร์ Pt1000 วัดอุณหภูมิ 1,000Ω ที่ 0 ° C ข้อมูลจำเพาะตาม IEC 60751

3 x เอาท์พุทอนาล็อกจ่ายไฟ 0-10 V DC

ประกาศ

โปรดทราบว่าค่าที่มีอยู่ภายในกลุ่มตัวต้านทานมาตรฐานต่างๆ:
E12: ค่ามาตรฐานใกล้เคียงที่สุดคือ 470 Ω ทำให้เกิดอินพุท 449.9 Ω และ 8.997 V
E24: ค่ามาตรฐานใกล้เคียงที่สุดคือ 510 Ω ทำให้เกิดอินพุท 486.4 Ω และ 9.728 V
E48: ค่ามาตรฐานใกล้เคียงที่สุดคือ 511 Ω ทำให้เกิดอินพุท 487.3 Ω และ 9.746 V
E96: ค่ามาตรฐานใกล้เคียงที่สุดคือ 523 Ω ทำให้เกิดอินพุท 498.2 Ω และ 9.964 V

อินพุทอนาล็อก - ขั้วต่อ X42/1-6
กลุ่มพารามิเตอร์สำหรับการอ่านค่า: *18-3* ค่าอนาล็อกที่อ่านได้* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูคู่มือการโปรแกรม

กลุ่มพารามิเตอร์สำหรับชุดค่าสั่ง: *26-0* โหมด I/O อนาล็อก, 26-1* อินพุทอนาล็อก X42/1, 26-2* อินพุทอนาล็อก X42/3 and 26-3* อินพุทอนาล็อก X42/5* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูคู่มือการโปรแกรม

3 x อินพุทอนาล็อก	ช่วงการทำงาน	ความละเอียด	ความแม่นยำ	การสุ่มตัวอย่าง	โหลดสูงสุด	อิมพีแดนซ์
ใช้เป็นอินพุทเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	-50°C ถึง +150°C	11 บิต	-50 °C ±1 °K +150 °C ±2 °K	3 Hz	-	-
ใช้เป็นอินพุทแรงดัน	0 - 10 V DC	10 บิต	0.2% ของค่าเต็มสเกลที่อุณหภูมิที่คำนวณ	2.4 Hz	+/- 20 V ต่อเนื่อง	โดยประมาณ 5 kΩ

ตาราง 3.24 อินพุทอนาล็อก

เมื่อใช้สำหรับแรงดัน อินพุทอนาล็อกจะปรับระดับได้ด้วยพารามิเตอร์สำหรับแต่ละอินพุท

เมื่อใช้สำหรับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ การปรับระดับอินพุทอนาล็อกถูกกำหนดล่วงหน้าเป็นระดับสัญญาณที่จำเป็นสำหรับช่วงอุณหภูมิที่ระบุ

เมื่อใช้สำหรับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ อินพุทอนาล็อกสามารถอ่านค่าป้อนกลับทั้งใน °C และ °F

เมื่อใช้งานกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความยาวสูงสุดของสายเคเบิลที่เชื่อมต่อเซนเซอร์คือสายไม่บิดเกลียวแบบไม่มีชีลขนาด 80 ม.

เอาท์พุทอนาล็อก - ขั้วต่อ X42/7-12
กลุ่มพารามิเตอร์สำหรับการอ่านค่าและการเขียน: 18-3*
สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูคู่มือการโปรแกรม
กลุ่มพารามิเตอร์สำหรับชุดค่าสั่ง: *26-4* เอาท์พุทอนาล็อก X42/7, 26-5* เอาท์พุทอนาล็อก X42/9 and 26-6* เอาท์พุทอนาล็อกX42/11* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูคู่มือการโปรแกรม

3 x เอาท์พุทอนาล็อก	ระดับสัญญาณเอาท์พุท	ความละเอียด	ความเป็นเชิงเส้น	โหลดสูงสุด
โวลต์	0-10V DC	11 บิต	1% ของค่าเต็มสเกล	1 mA

ตาราง 3.25 เอาท์พุทอนาล็อก

เอาท์พุทอนาล็อกปรับระดับได้ด้วยพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเอาท์พุท

ฟังก์ชันที่กำหนดนี้ปรับระดับได้ด้วยพารามิเตอร์ และมีตัวเลือกเช่นเดียวกับสำหรับอินพุทอนาล็อกบนการ์ดควบคุม

สำหรับคำอธิบายโดยละเอียดเพิ่มเติมของพารามิเตอร์ โปรดดูคู่มือการโปรแกรม

นาฬิกาตามเวลาจริง (RTC) พร้อมข้อมูลสำรอง
รูปแบบข้อมูลของ RTC ครอบคลุมปี เดือน วันที่ ชั่วโมง นาที และวันในสัปดาห์

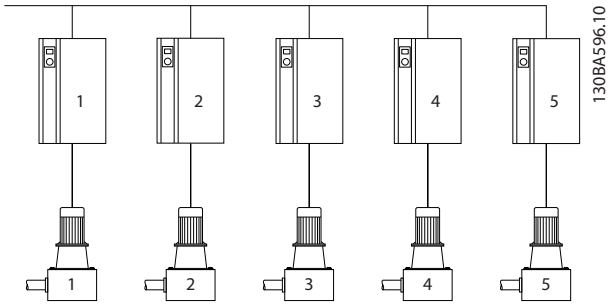
ความแม่นยำของนาฬิกาสูงกว่า ± 20 ppm ที่ 25 °C

แบตเตอรี่ลิเธียมสำรองในตัวมีอายุเฉลี่ยอย่างน้อย 10 ปี เมื่อตัวแปลงความถี่ทำงานที่อุณหภูมิแวดล้อม 40 °C หากชุดแบตเตอรี่สำรองไม่ทำงาน ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์เสริม I/O อนาล็อก

การควบคุมคาสเคดเป็นระบบควบคุมธรรมดาที่ใช้ในการควบคุมที่เปรียบเสมือนปั๊มหรือพัดลมในการก่อให้เกิดพลังงาน

อุปกรณ์ควบคุมคาสเคดขยายความสามารถในการควบคุมปั๊มแบบหลายตัวซึ่งต่อแบบขนานกันให้กลายเป็นปั๊มเดียวขนาดที่ใหญ่กว่าได้

เพื่อตอบสนองต่อระบบที่ต้องการ เอาท์พุทสำหรับการไหลหรือความดันของระบบเมื่อใช้ตัวควบคุมคาสเคด ปั๊มแต่ละตัวจะเปิด (สเตจ) และปิด (ดีสเตจ) โดยอัตโนมัติตามความจำเป็น ความเร็วของปั๊มที่เชื่อมต่อกับ VLT® AQUA Drive FC 202 จะยังถูกควบคุมเพื่อให้มีช่วงเอาท์พุทของระบบที่ต่อเนื่องอีกด้วย



ภาพประกอบ 3.12 ตัวควบคุมคาสเคดของปั๊มหลายตัว

ตัวควบคุมคาสเคดเป็นส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่สามารถเพิ่มลงใน VLT® AQUA Drive FC 202 โดยประกอบด้วยแผงอุปกรณ์เสริมที่มีรีเลย์ 3 ตัว ที่จะติดตั้งลงในตำแหน่งอุปกรณ์เสริม B บนชุดขับ เมื่ออุปกรณ์เสริมถูกติดตั้งแล้ว พารามิเตอร์ที่ต้องใช้เพื่อสนับสนุนการทำงานของตัวควบคุมคาสเคดจะสามารถกำหนดผ่านแผงควบคุมในกลุ่มพารามิเตอร์ 27-** *การควบคุมคาสเคดส่วนขยาย* ตัวควบคุมคาสเคดส่วนขยายจะมอบความสามารถในการทำงานที่มากกว่าตัวควบคุมคาสเคดแบบพื้นฐาน โดยสามารถใช้เพื่อขยายการคาสเคดพื้นฐานด้วยรีเลย์ 3 ตัวและเทียบเท่ากับรีเลย์ 8 ตัวในการติดตั้งการ์ดควบคุมคาสเคดสูงสุด

ถึงแม้ว่าตัวควบคุมคาสเคดจะถูกออกแบบสำหรับการใช้งานด้านปั๊ม และเอกสารนี้ก็ได้อธิบายตัวควบคุมคาสเคดสำหรับการใช้ประโยชน์ดังกล่าว แต่คุณยังสามารถใช้ตัวควบคุมคาสเคดสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้มอเตอร์หลายตัวต่อแบบขนานกันได้อีกด้วย

การใช้งานตัวหลัก/ตัวตาม
ซอฟต์แวร์ของตัวควบคุมคาสเคดจะทำงานจาก VLT AQUA Drive หนึ่งตัวที่ติดตั้งการ์ดอุปกรณ์สริมตัวควบคุมคาสเคด ตัวแปลงความถี่นี้จะถูกเรียกว่าชุดขับหลัก โดยจะควบคุมชุดของปั๊มที่ควบคุมโดยตัวแปลงความถี่แต่ละตัวหรือเชื่อมต่อโดยตรงเข้ากับแหล่งจ่ายไฟหลักผ่านคอนแทคเตอร์ หรือผ่านชุดสตาร์ทแบบนุ่มนวล

ตัวแปลงความถี่ที่เพิ่มเข้ามาแต่ละตัวในระบบจะถูกเรียกว่าชุดขับตัวตาม ตัวแปลงความถี่เหล่านี้ไม่ต้องติดตั้งการ์ดอุปกรณ์เสริมตัวควบคุมคาสเคด ชุดขับเหล่านี้จะทำงานในโหมดวงรอบเปิด และรับค่าอ้างอิงความเร็วมาจากชุดขับตัวหลัก ปั๊มที่เชื่อมต่อกับตัวแปลงความถี่เหล่านี้จะถูกเรียกว่าปั๊มที่ปรับความเร็วได้

ปั๊มซึ่งเพิ่มขึ้นมาแต่ละตัวที่เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลักผ่านทางคอนแทคเตอร์ หรือผ่านชุดซอฟต์สตาร์ทจะถูกเรียกว่า ปั๊มที่มีความเร็วคงที่

ปั๊มแต่ละตัวทั้งที่ปรับความเร็วได้หรือที่มีความเร็วคงที่จะตอบสนองต่อรีเลย์ในชุดขับตัวหลัก ตัวแปลงความถี่ที่มีการ์ดอุปกรณ์เสริมตัวควบคุมคาสเคดติดตั้งอยู่ จะมีรีเลย์ 5 ตัวที่ใช้สำหรับการควบคุมปั๊ม เป็นรีเลย์ 2 ตัวที่ได้มาตรฐานในตัวแปลงความถี่และการเพิ่มรีเลย์ 3 ตัวจะพบได้บนการ์ดอุปกรณ์เสริม MCO 101 หรือรีเลย์ 8 ตัวและเอาท์พุทดิจิตัลบนการ์ดอุปกรณ์เสริม MCO 102

ความแตกต่างระหว่าง MCO 101 และ MCO 102 อยู่ที่หมายเลขหลักของรีเลย์เสริมเป็นตัวทำให้หาง่ายสำหรับตัวแปลงความถี่ เมื่อ MCO 102 ถูกติดตั้ง การ์ดอุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105 อาจจะถูกติดตั้งในสล็อต B

ตัวควบคุมคาสเคดสามารถควบคุมระบบที่มีทั้งปั๊มที่ปรับความเร็วได้และปั๊มที่มีความเร็วคงที่ การกำหนดรูปแบบที่สามารถทำได้ได้อธิบายอย่างละเอียดเพิ่มเติมใน *3.6.9 คำอธิบายทั่วไป* เพื่อความง่ายในการอธิบายในคู่มือนี้จะใช้ความดันและการไหลเพื่ออธิบายเอาท์พุทที่ปรับได้ของชุดของปั๊มที่ควบคุมโดยตัวควบคุมคาสเคด

3.6.9 คำอธิบายทั่วไป

ซอฟต์แวร์ของตัวควบคุมคาสเคดจะทำงานจาก VLT® AQUA Drive FC 202 หนึ่งตัวที่ติดตั้งการ์ดอุปกรณ์เสริมตัวควบคุมคาสเคด ตัวแปลงความถี่นี้จะถูกเรียกว่าชุดขับหลัก โดยจะควบคุมชุดของปั๊มที่ควบคุมโดยตัวแปลงความถี่แต่ละตัวหรือเชื่อมต่อโดยตรงเข้ากับแหล่งจ่ายไฟหลักผ่านคอนแท็คเตอร์ หรือผ่านชุดสตาร์ทแบบนุ่มนวล

ตัวแปลงความถี่ที่เพิ่มเข้ามาแต่ละตัวในระบบจะถูกเรียกว่าชุดขับตัวตาม ตัวแปลงความถี่เหล่านี้ไม่ต้องติดตั้งการ์ดอุปกรณ์เสริมตัวควบคุมคาสเคด ชุดขับเหล่านี้จะทำงานในโหมดวงรอบเปิด และรับค่าอ้างอิงความเร็วมาจากชุดขับตัวหลัก ปั๊มที่เชื่อมต่อกับตัวแปลงความถี่เหล่านี้จะถูกเรียกว่าปั๊มที่ปรับความเร็วได้

ปั๊มซึ่งเพิ่มขึ้นมาแต่ละตัวที่เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลักผ่านทางคอนแทคเตอร์ หรือผ่านชุดซอฟต์สตาร์ทจะถูกเรียกว่า ปั๊มที่มีความเร็วคงที่

ปั๊มแต่ละตัวทั้งที่ปรับความเร็วได้หรือที่มีความเร็วคงที่จะตอบสนองต่อรีเลย์ในชุดขับตัวหลัก ตัวแปลงความถี่ที่มีการ์ดอุปกรณ์เสริมตัวควบคุมคาสเคดติดตั้งอยู่ จะมีรีเลย์ 5 ตัวที่ใช้สำหรับการควบคุมปั๊ม เป็นรีเลย์ 2 ตัวที่ได้มาตรฐานในตัวแปลงความถี่ และการเพิ่มรีเลย์ 3 ตัวจะพบได้บนการ์ดอุปกรณ์เสริม MCO 101หรือ รีเลย์ 8 ตัวและอุปกรณ์อินพุทดิจิตัล 7 ตัวบนการ์ดอุปกรณ์เสริม MCO 102

ความแตกต่างระหว่าง MCO 101 และ MCO 102 อยู่ที่หมายเลขหลักของรีเลย์เสริมเป็นตัวทำให้หาง่ายสำหรับตัวแปลงความถี่ เมื่อ MCO 102 ถูกติดตั้ง การ์ดอุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105 อาจจะถูกติดตั้งในสล็อต B

ตัวควบคุมคาสเคดสามารถควบคุมระบบที่มีทั้งปั๊มที่ปรับความเร็วได้และปั๊มที่มีความเร็วคงที่ การกำหนดรูปแบบที่สามารถทำได้ได้อธิบายอย่างละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อถัดไป เพื่อความง่ายในการอธิบายในคู่มือนี้ จะใช้ความดันและการไหล-

เพืออธิบายเอาท์พุทที่ปรับได้ของชุดของปั๊มที่ควบคุมโดยตัว-ควบคุมคาสเคด

3.6.10 ตัวควบคุมคาสเคดส่วนขยาย MCO 101

3

อุปกรณ์เสริม MCO 101 ประกอบด้วยชุดหน้าสัมผัสที่สลับข้างได้ 3 ชิ้น และสามารถประกอบลงในสล็อต Bของอุปกรณ์เสริมได้

โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC)	240 V AC 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC)	24 V DC 1 A
โหลดต่ำสุดที่ขั้วต่อ (DC)	5 V 10 mA
อัตราการสวิตช์สูงสุดที่ค่าโหลดพิกัด/โหลดต่ำสุด	6 min^{-1}/20 s^{-1}

ตาราง 3.26 ข้อมูลทางไฟฟ้า

⚠คำเตือน

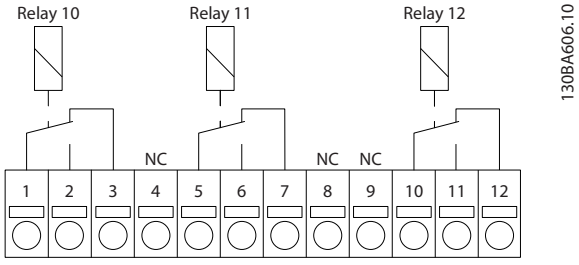
คำเตือนแหล่งจ่ายไฟคู่

ประกาศ

ติดฉลากบนเฟรมของ LCP ดังแสดง (รับรองโดย UL)

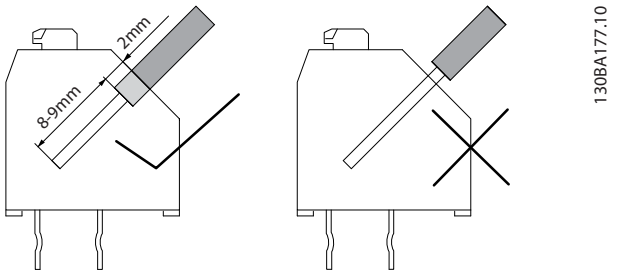
วิธีการเพิ่มอุปกรณ์เสริม MCO 101:

- จะต้องตัดการจ่ายไฟฟ้าที่ต่อไปยังตัวแปลงความถี่
- จะต้องตัดการจ่ายไฟที่ต่อไปยังส่วนเชื่อมต่อที่มีไฟฟ้าบนขั้วต่อรีเลย์
- ถอด LCP, ฝาครอบขั้วต่อ และเครเดิล (cradle) ออกจาก FC 202
- ใส่อุปกรณ์เสริม MCO 101 ในสล็อต B
- เชื่อมต่อสายเคเบิลควบคุมและรัดสายเคเบิลให้แน่นด้วยสายรัดที่ให้มา
- ระบบต่างๆ จะต้องไม่ถูกนำมาปะปนกัน
- ประกอบส่วนขยายเครเดิล (extended cradle) และฝาครอบขั้วต่อ
- ใส่ LCP
- จ่ายไฟฟ้าไปยังตัวแปลงความถี่



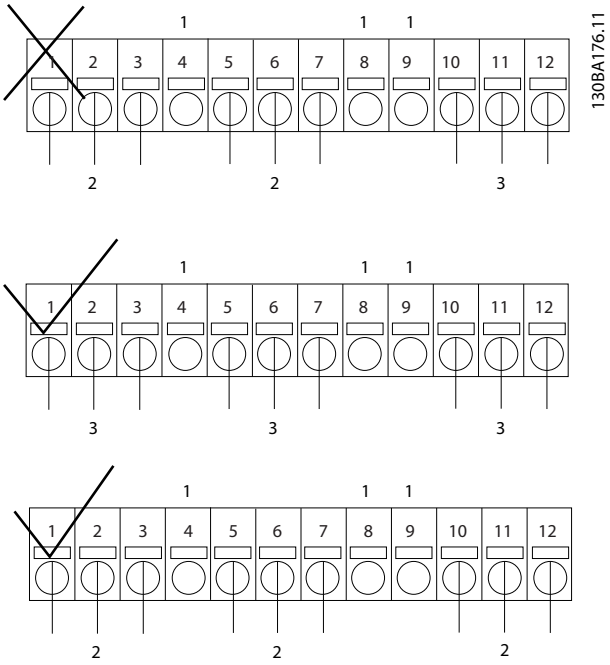
130BA606.10

ภาพประกอบ 3.13 ต่อสายขั้วต่อต่าง ๆ



130BA177.10

ภาพประกอบ 3.14 ต่อสายขั้วต่อต่าง ๆ



130BA176.11

ภาพประกอบ 3.15 ขั้วต่อ

1	NC
2	Live part
3	PELV

ตาราง 3.27 คำอธิบาย *ภาพประกอบ 3.15*

⚠คำเตือน

ห้ามรวมส่วนที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำกับระบบ PELV

3.6.11 ตัวต้านทานเบรค

ในการใช้งานที่มอเตอร์ถูกใช้เป็นเบรค มอเตอร์จะสร้างพลังงานและส่งกลับไปยังตัวแปลงความถี่ ถ้าพลังงานไม่สามารถส่งกลับไปที่มอเตอร์ จะส่งผลให้มีแรงดันเพิ่มขึ้นในสายไฟกระแสตรงของตัวแปลง ในการใช้งานที่ต้องมีการเบรคบ่อยๆ และ/หรือเป็นโหลดที่มีความเฉื่อยสูง ส่งผลให้มีการตัดการทำงานจากภาวะแรงดันเกินเพิ่มขึ้นในตัวแปลงความถี่ และปิดเครื่องในท้ายที่สุด ตัวต้านทานเบรคจะถูกใช้เพื่อปล่อยพลังงานส่วนเกินที่เป็นผลมาจากการเบรคที่สร้างขึ้น ตัวต้านทานจะถูกเลือกโดยสัมพันธ์กับค่าโอห์ม อัตราการปล่อยกำลัง และขนาดทางกายภาพของตัวต้านทานเอง Danfoss มีความต้านทานที่-

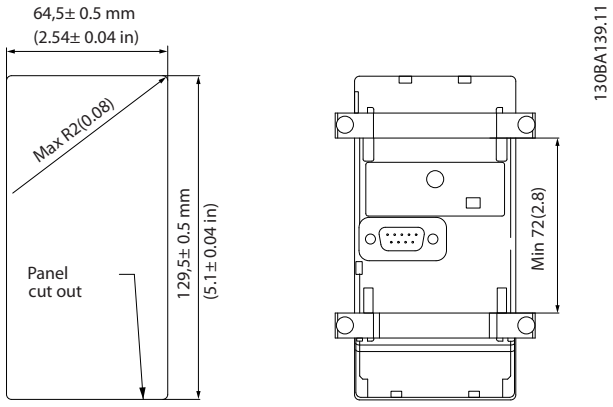
แตกต่างกันและครอบคลุมหลากหลายประเภทที่มีการออกแบบให้กับตัวแปลงความถี่โดยเฉพาะ ดู *2.13 การควบคุมด้วยฟังก์ชันเบรค* สำหรับขนาดของตัวต้านทานเบรค สามารถดูหมายเลขรหัสได้ใน *4 วิธีการสั่งซื้อ*

3.6.12 ชุดติดตั้งระยะไกลสำหรับ LCP

สามารถย้าย LCP ไปไว้ที่ด้านหน้าของตู้ได้ โดยใช้ชุดติดตั้งระยะไกล กรอบหุ้มคือ IP66 จะต้องขันสกรูสำหรับยึดให้แน่นด้วยค่าแรงบิดสูงสุด 1 Nm

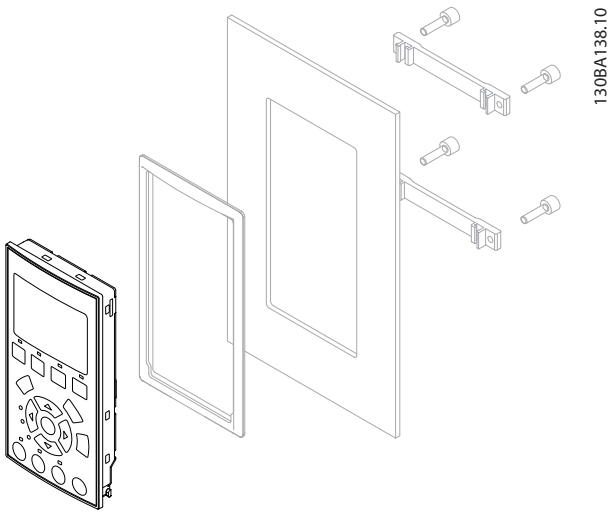
กรอบหุ้ม	IP66 ด้านหน้า
ความยาวสูงสุดของสายเคเบิลระหว่างและตัวเครื่อง	3 ม.
มาตรฐานการสื่อสาร	RS-485

ตาราง 3.28 ข้อมูลทางเทคนิค

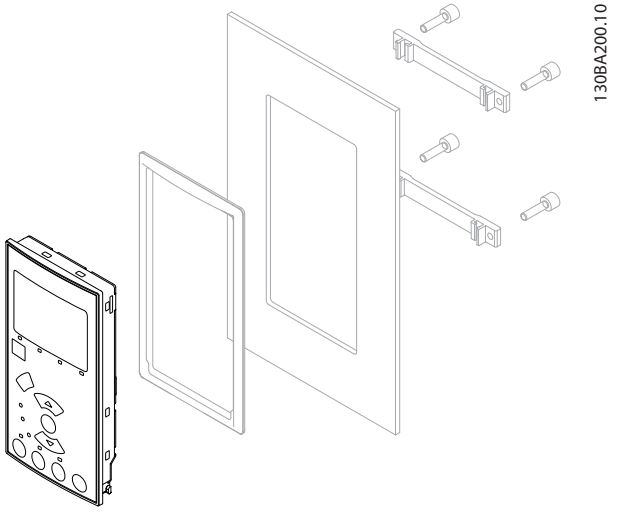


ภาพประกอบ 3.16

ชุด LCP



ภาพประกอบ 3.17 ชุด LCP ประกอบด้วย LCP แบบกราฟิก, ตัวยึด, สายเคเบิลยาว 3 ม. และปะเก็น
หมายเลขการสั่งซื้อ 130B1113



ภาพประกอบ 3.18 ชุด LCP ประกอบด้วย LCP แบบตัวเลข, ตัวยึด และปะเก็น
หมายเลขการสั่งซื้อ 130B1114

3.6.13 ตัวกรองอินพุท

วงจรเรียงกระแสไดโอด 6 พัลส์ทำให้กระแสฮาร์โมนิคเพียนกระแสฮาร์โมนิคส่งผลต่ออุปกรณ์อนุกรมที่ติดตั้งเช่นเดียวกับกระแสรีแอ็คทีฟ ผลลัพธ์คือความเพียนของกระแสฮาร์โมนิคอาจส่งผลให้ตัวแปลง สายเคเบิล ฯลฯ ในการจ่ายไฟร้อนเกินไป ความเพียนของกระแสฮาร์โมนิคอาจนำไปสู่ความเพียนของแรงดันที่ส่งผลต่ออุปกรณ์ที่ได้รับพลังงานจากตัวแปลงเดียวกันเช่นกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับอิมพีแดนซ์ของวงจรกำลังไฟฟ้า ความเพียนของแรงดันทำให้เกิดความสูญเสียมากขึ้น จากการทำให้อุปกรณ์เสื่อมสภาพก่อนเวลา และที่ร้ายที่สุดคือการทำงานไม่เสถียร ขดลวด DC ในตัวทำให้ฮาร์โมนิคส่วนใหญ่ลดลง แต่หากจำเป็นต้องลดเพิ่ม Danfoss เสนอตัวกรองแบบพาสซีฟ 2 ประเภท

Danfoss AHF 005 และ AHF 010 เป็นตัวกรองฮาร์โมนิคขั้นสูงที่ตัวกรองดักจับฮาร์โมนิคทั่วไปเทียบไม่ติด ตัวกรองฮาร์โมนิคของ Danfoss ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษให้เหมาะสมกับตัวแปลงความถี่ของ Danfoss

AHF 010 ลดกระแสฮาร์โมนิคลงเหลือต่ำกว่า 10% ขณะที่ AHF 005 ลดกระแสฮาร์โมนิคลงเหลือต่ำกว่า 5% ที่ความเพียนพื้นหลัง 2% และความไม่สมดุล 2%

3.6.14 ตัวกรองเอาท์พุท

การสวิตช์ความถี่สูงของตัวแปลงความถี่ให้ผลลัพธ์รองบางอย่างซึ่งมีอิทธิพลต่อมอเตอร์และสภาพแวดล้อมแบบปิด ตัวกรองสองประเภทคือตัวกรอง dU/dt และตัวกรองคลื่นไซน์มีพร้อมสำหรับการจัดการผลข้างเคียงเหล่านี้

ตัวกรอง dU/dt
การผสมผสานระหว่างแรงดันที่มีความเร็วกับกระแสที่เพิ่มขึ้นทำให้ฉนวนมอเตอร์ตึง การเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างรวดเร็วยังสะท้อนกลับไปยังสายไฟกระแสตรงในอินเวอร์เตอร์และ-

3

ทำให้เครื่องปิด ตัวกรอง dU/dt ได้รับการออกแบบมาเพื่อลดเวลาในการเพิ่มของแรงดัน/การเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างรวดเร็วในมอเตอร์ ดังนั้น การแทรกแซงจึงช่วยป้องกันอุปกรณ์เสื่อมสภาพก่อนเวลาและการลุกไหม้อย่างรุนแรงของฉนวนมอเตอร์ ตัวกรอง dU/dt มีอิทธิพลด้านบวกต่อการแพร่กระจายสัญญาณรบกวนคลื่นแม่เหล็กในสายเคเบิลที่เชื่อมต่อตัวแปลงความถี่กับมอเตอร์ รูปแบบคลื่นแรงดันยังเป็นรูปทรงพัลส์ แต่อัตราส่วน dU/dt ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งโดยไม่มีตัวกรอง

ตัวกรองคลื่นไซน์
ตัวกรองคลื่นไซน์ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ความถี่ต่ำผ่านเท่านั้น ขณะที่ความถี่สูงจะถูกผลักดันออกไปซึ่งส่งผลให้เฟสคลื่นไซน์เปลี่ยนเป็นรูปแบบคลื่นแรงดันและรูปแบบคลื่นกระแสไซน์
ด้วยรูปแบบคลื่นไซน์ จึงไม่จำเป็นต้องใช้มอเตอร์ตัวแปลงความถี่พิเศษที่มีฉนวนเสริมอีกต่อไป เสียงรบกวนจากมอเตอร์ยังลดลงอันเป็นผลจากเงื่อนไขคลื่น
นอกจากคุณสมบัติของตัวกรอง dU/dt แล้ว ตัวกรองคลื่นไซน์ยังลดความเครียดของฉนวนและกระแสรองลื่นในมอเตอร์ ดังนั้น มอเตอร์จึงมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น เช่นเดียวกับระยะเวลารับการซ่อมแซม ตัวกรองคลื่นไซน์ช่วยให้สามารถใช้สายเคเบิลมอเตอร์ที่ยาวขึ้นในการใช้งานที่มีการติดตั้งมอเตอร์ใกล้จากตัวแปลงความถี่ อย่างไรก็ดี ความยาวถูกจำกัดเนื่องจากตัวกรองไม่ได้ช่วยลดกระแสรั่วไหลในสายเคเบิล

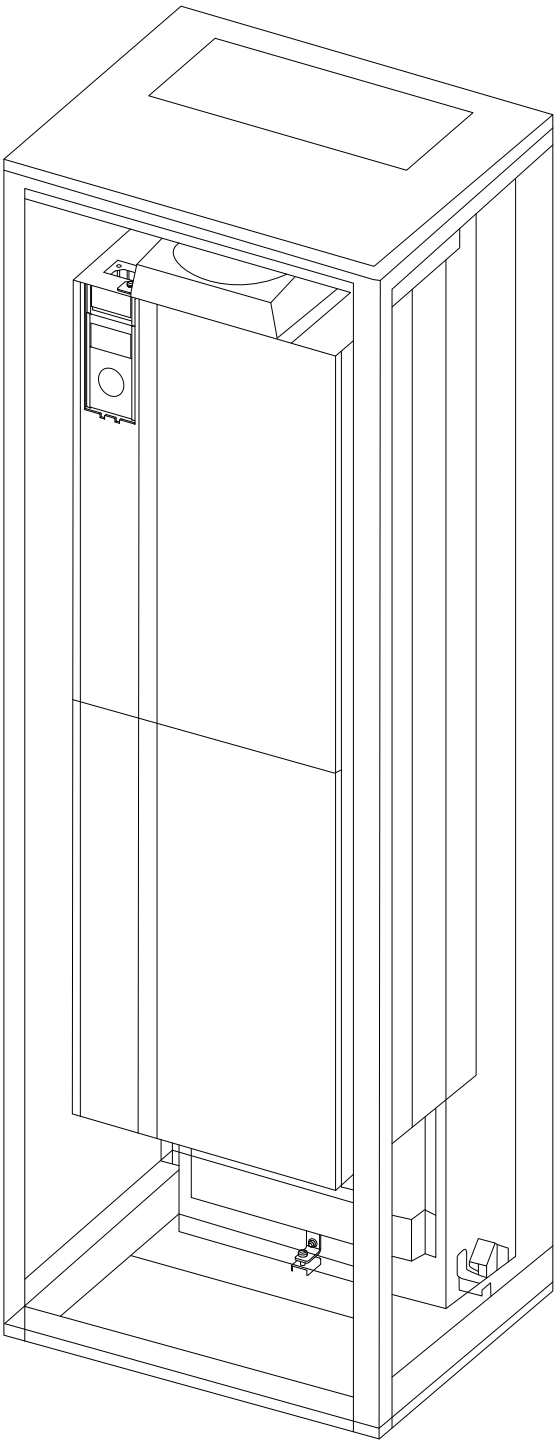
3.7 อุปกรณ์เสริมกำลังสูง

ข้อควรระวัง

พัดลมที่ประดู่เป็นอุปกรณ์ที่ต้องมีในกรอบหุ้มเพื่อระบายอากาศร้อนออกไม่รวมถึงช่องด้านหลังของตัวแปลงความถี่และความร้อนเพิ่มเติมที่เกิดจากอุปกรณ์อื่นที่ติดตั้งภายในกรอบหุ้ม โดยต้องคำนวณการหมุนเวียนอากาศโดยรวมที่ต้องการ เพื่อให้สามารถเลือกใช้พัดลมอย่างเหมาะสม ผู้ผลิตกรอบหุ้มบางรายได้เสนอซอฟต์แวร์สำหรับการคำนวณนี้ (ซอฟต์แวร์ Rittal Therm) หากตัวแปลงความถี่เป็นส่วนประกอบเพียงชิ้นเดียวที่ทำให้เกิดความร้อนในกรอบหุ้ม การหมุนเวียนอากาศขั้นต่ำที่ต้องการที่อุณหภูมิแวดล้อม 45°C สำหรับตัวแปลงความถี่ D3h และ D4h คือ 391 m^3/h (230 cfm) การหมุนเวียนอากาศขั้นต่ำที่ต้องการที่อุณหภูมิแวดล้อม 45°C สำหรับตัวแปลงความถี่คือ 782 m^3/h (460 cfm)

3.7.1 การติดตั้งชุดระบายความร้อนที่ช่องด้านหลังในกรอบหุ้ม Rittal

ส่วนนี้อธิบายการติดตั้งตัวแปลงความถี่ IP00/IP20/โครงเครื่องที่มีชุดระบายความร้อนที่ช่องด้านหลังในกรอบหุ้ม Rittal นอกจากกรอบหุ้มแล้วยังต้องมีการติดตั้งบนฐานด้วย



ภาพประกอบ 3.19 การติดตั้ง IP00/IP20/โครงเครื่องในกรอบหุ้ม Rittal TS8

ขนาดต่ำสุดของกรอบหุ้มคือ:

- เฟรม D3h ลึก 500 มม. และกว้าง 400 มม.
- เฟรม D4h ลึก 500 มม. และกว้าง 600 มม.
- ขนาดชุดเฟรม E2 52: ลึก 600 มม. และกว้าง 800 มม.

ความลึกและความกว้างต่ำสุดต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดด้านการติดตั้ง เมื่อใช้ตัวแปลงความถี่หลายตัวในกรอบหุ้มเดียว ให้ติดตั้งตัวแปลงความถี่แต่ละตัวบนแผงด้านหลังและหนุนตลอดช่วงกลางของแผง ชุดระบายความร้อนที่ช่องด้านหลังไม่สนับสนุนการติดตั้งแผง "ในเฟรม" (ดูรายละเอียดในแคตตาล็อก Rittal TS8) ชุดระบายความร้อนที่แสดงใน *ตาราง 3.29* เหมาะสำหรับใช้กับตัวแปลงความถี่โครงเครื่อง IP00/IP20 ในกรอบหุ้ม Rittal TS8 IP 20 และ UL และ NEMA 1 และ IP 54 และ UL และ NEMA 12 เท่านั้น

⚠ข้อควรระวัง

สำหรับเฟรม E2 ขนาดชุด 52 สิ่งสำคัญคือการติดตั้งแผ่นที่ด้านหลังสุดของกรอบหุ้ม Rittal เนื่องจากน้ำหนักของตัวแปลงความถี่

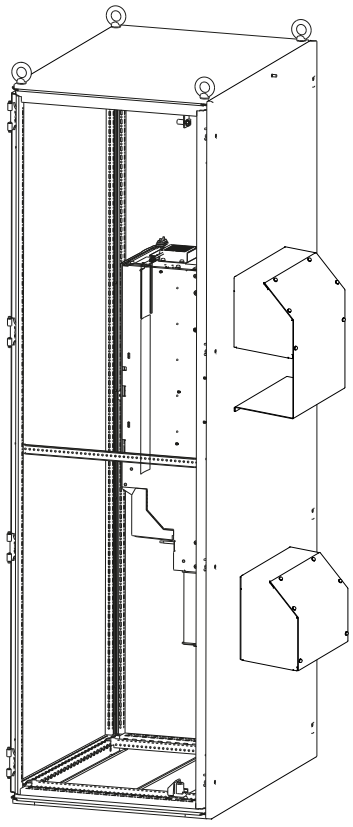
กรอบหุ้ม Rittal TS-8	หมายเลขชิ้นส่วนชุดเฟรม D3h	หมายเลขชิ้นส่วนชุดเฟรม D4h	หมายเลขชิ้นส่วนเฟรม E2
1,800 มม.	176F3625	176F3628	ไม่ได้
2,000 มม.	176F3629	176F3630	176F1850
2,200 มม.			176F0299

ตาราง 3.29 ข้อมูลการสั่งซื้อ

ดู *คู่มือการใช้งานชุดท่อ 175R5640* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับชุดเฟรม E

ท่อภายนอก
หากมีท่อต่อเพิ่มเติมภายนอกกับตู้ Rittal ต้องมีการคำนวณความดันตกในท่อ ดู *5.2.7 การระบายความร้อนและการหมุนเวียนอากาศ* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม

3.7.2 การติดตั้งภายนอก/ชุด NEMA 3R สำหรับกรอบหุ้ม Rittal



ภาพประกอบ 3.20 ภาพมุมตัดด้านข้างของตู้

ส่วนนี้จัดทำขึ้นสำหรับการติดตั้งชุด NEMA 3R ที่พร้อมใช้งานสำหรับตัวแปลงความถี่เฟรม D3h, D4h และ E2 ชุดเหล่านี้ได้รับการออกแบบและทดสอบเพื่อใช้กับ IP00/IP20/โครงเครื่องในเวอร์ชันของเฟรมเหล่านี้ในกรอบหุ้ม Rittal TS8 NEMA 3R หรือ NEMA 4 กรอบหุ้ม NEMA-3R เป็นกรอบหุ้มสำหรับนอกอาคารที่ให้การป้องกันฝนและน้ำแข็งในระดับหนึ่ง กรอบหุ้ม NEMA-4 เป็นกรอบหุ้มสำหรับนอกอาคารที่ให้การป้องกันสภาพอากาศและน้ำจากท่อในระดับหนึ่ง
ความลึกต่ำสุดของกรอบหุ้มคือ 500 มม. (600 มม.สำหรับเฟรม E2) และชุดออกแบบมาสำหรับกรอบหุ้มกว้าง 600 มม. (800 มม.สำหรับเฟรม E2) สามารถใช้กับกรอบหุ้มที่มีความกว้างระดับอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ต้องใช้ฮาร์ดแวร์ Rittal เพิ่ม ดูข้อกำหนดในการติดตั้งสำหรับความลึกและความกว้างสูงสุด

ประกาศ

พิกัดกระแสของตัวแปลงความถี่ในกรอบ D3h และ D4h ถูกลดพิกัดลง 3% เมื่อเพิ่มชุด NEMA 3R ตัวแปลงความถี่ในเฟรม E2 ไม่ต้องลดพิกัด

ขนาดเฟรม	หมายเลขชิ้นส่วน	หมายเลขคำแนะนำ
D3h	176F3633	177R0460
D4h	176F3634	177R0461
E2	176F1852	176R5922

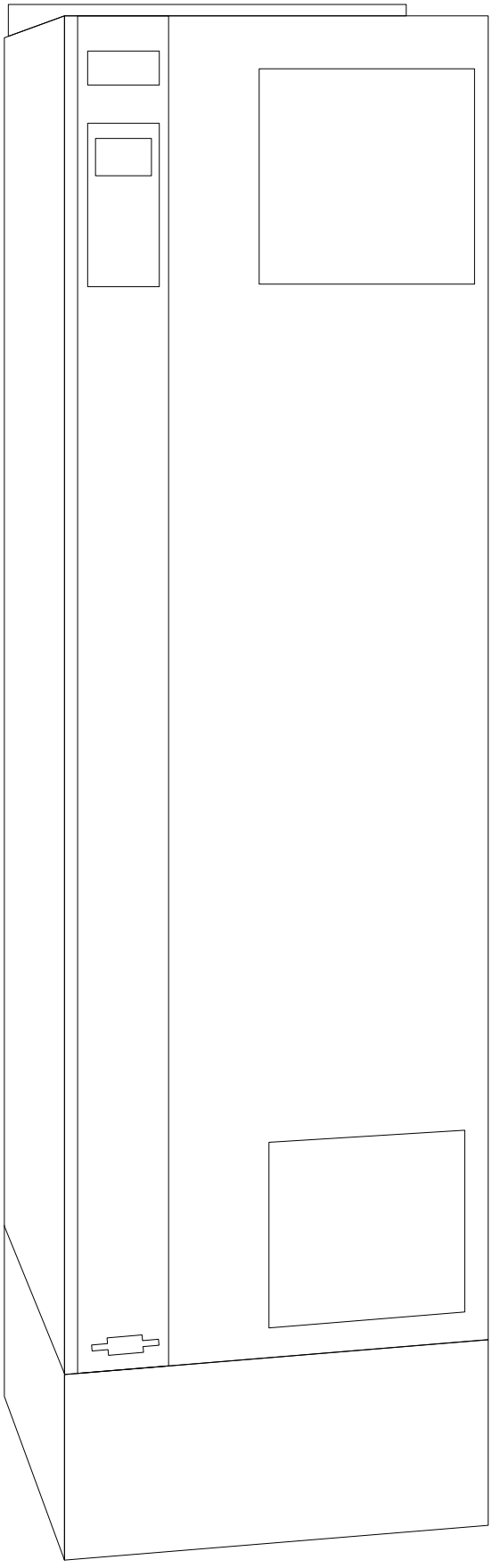
ตาราง 3.30 ข้อมูลการสั่งซื้อชุด NEMA-3R

3.7.3 การติดตั้งบนฐาน

ส่วนนี้จะอธิบายการติดตั้งเครื่องบนพื้นที่พร้อมใช้งานสำหรับตัวแปลงความถี่เฟรม D1h, D2h, D5h และ D6h ฐานทำให้สามารถติดตั้งตัวแปลงความถี่เหล่านี้บนพื้นได้ ด้านหน้าของฐานมีช่องเปิดเพื่อให้อากาศเข้าสู่ส่วนประกอบกำลัง

ต้องติดตั้งแผ่นกันตัวแปลงความถี่เพื่อให้มีการระบายความร้อนที่เหมาะสมสำหรับส่วนประกอบกำลังของตัวแปลงความถี่ และเพื่อรักษาพิกัดของกรอบหุ้ม IP21 (NEMA 1) หรือ IP54 (NEMA 12)

3



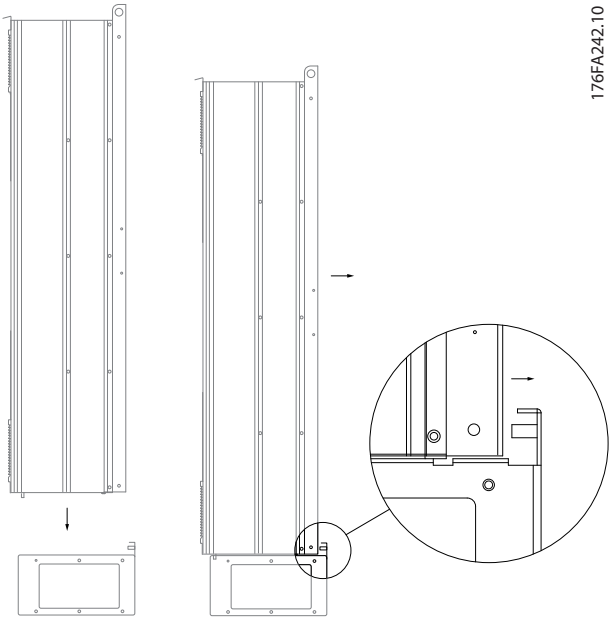
175ZT976.10

ภาพประกอบ 3.21 ตัวแปลงความถี่ทีติดตั้งบนฐาน

หมายเลขการสั่งซื้อและความสูงของฐานแสดงอยู่ใน *ตาราง 3.31*

ขนาดเฟรม	หมายเลขชิ้นส่วน	หมายเลขคำแนะนำ	ความสูง [มม.]
D1h	176F3631	177R0452	400
D2h	176F3632	177R0453	400
D5h/D6h	176F3452	177R0500	200
D7h/D8h	รวมอยู่กับชุด	รวมอยู่กับชุด	200
E1	รวมอยู่กับชุด	รวมอยู่กับชุด	200

ตาราง 3.31 ข้อมูลการสั่งซื้อฐาน



176FA242.10

ภาพประกอบ 3.22 การติดตั้งตัวแปลงความถีกับฐาน

3.7.4 การติดตั้งอุปกรณ์เสริมแผ่นอินพุท

ส่วนนี้จัดทำขึ้นสำหรับการติดตั้งฟิลด์ของชุดอุปกรณ์เสริมอินพุทสำหรับตัวแปลงความถี่เฟรม E
อย่าพยายามถอดตัวกรอง RFI ออกจากแผ่นอินพุท การถอดตัวกรอง RFI ออกจากแผ่นอินพุทอาจทำให้เกิดความเสียหาย

ประกาศ

หากมีตัวกรอง RFI พร้อมใช้งาน จะมีตัวกรอง RFI 2 ประเภทต่างกัน ขึ้นอยู่กับการประกอบแผ่นอินพุทและสามารถสลับตัวกรอง RFI ได้ ชุดที่ติดตั้งฟิลด์ในบางกรณีเป็นชุดเดียวกันสำหรับทุกระดับแรงดัน

	380-480 V [kW] 380-500 V [kW]	**ฟิวส์**	**ตัดการเชื่อมต่อ-ฟิวส์**	**RFI**	**ฟิวส์ RFI**	**ตัดการเชื่อมต่อฟิวส์ RFI**
E1	FC102/FC202: 315 FC302: 250	176F0253	176F0255	176F0257	176F0258	176F0260
	FC102/FC202: 355–450 FC302: 315–400	176F0254	176F0256	176F0257	176F0259	176F0262

ตาราง 3.32 อุปกรณ์เสริมอินพุท

	525-690 V [kW]	**ฟิวส์**	**ตัดการเชื่อมต่อ-ฟิวส์**	**RFI**	**ฟิวส์ RFI**	**ตัดการเชื่อมต่อฟิวส์ RFI**
E1	FC102/FC202: 450-500 FC302: 355-400	176F0253	176F0255	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
	FC102/FC202: 560–630 FC302: 500–560	176F0254	176F0258	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้

ตาราง 3.33 อุปกรณ์เสริมอินพุท

ประกาศ

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม โปรดดูเอกสารคำแนะนำ *175R5795*

3.7.5 การติดตั้งชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับตัวแปลงความถี่

ส่วนนี้จัดทำขึ้นสำหรับการติดตั้งชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับตัวแปลงความถี่ ไม่สามารถติดตั้งในเวอร์ชัน IP00/โครงเครื่องเนื่องจากกรอบหุ้มเหล่านี้มีมาตรฐานฝาปิดโลหะ ชีลด์เหล่านี้สอดคล้องกับข้อกำหนด VBG-4

หมายเลขการสั่งซื้อ:
เฟรม E1: 176F1851

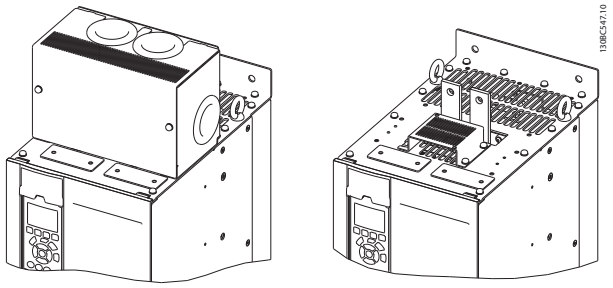
ประกาศ

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม โปรดดูเอกสารคำแนะนำ *175R5923*

3.7.6 อุปกรณ์เสริมเฟรม D

3.7.6.1 ขั้วต่อการแบ่งโหลด

ขั้วต่อการแบ่งโหลดช่วยให้สามารถเชื่อมต่อวงจรกระแสตรงของตัวแปลงความถี่จำนวนมาก ขั้วต่อการแบ่งโหลดมีอยู่ในตัวแปลงความถี่ IP20 โดยยื่นออกมาจากด้านบนของตัวแปลงความถี่ ฝาครอบขั้วต่อที่จัดส่งให้พร้อมกับตัวแปลงความถี่ ต้องได้รับการติดตั้งเพื่อคงพิกัด IP20 ของกรอบหุ้ม *ภาพประกอบ 3.23* แสดงทั้งขั้วต่อที่มีฝาครอบและขั้วต่อที่ไม่มีฝาครอบ



ภาพประกอบ 3.23 ขั้วต่อการแบ่งโหลดหรือขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับที่มีฝาครอบ (ซ้าย) และที่ไม่มีฝาครอบ (ขวา)

3.7.6.2 ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ

ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับสามารถจัดหาให้สำหรับการใช้งานที่มีโหลดแบบคืนพลังงานกลับ เครื่องแบบคืนพลังงานกลับที่ผู้ผลิตอื่นจัดหาให้ จะเชื่อมต่อกับขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ เพื่อให้สามารถคืนพลังงานกลับไปยังแหล่งจ่ายไฟหลัก ผลลัพธ์คือการประหยัดพลังงาน ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับมีอยู่ในตัวแปลงความถี่ IP20 โดยยื่นออกมาจากด้านบนของตัวแปลงความถี่ ฝาครอบขั้วต่อที่จัดส่งให้พร้อมกับตัวแปลงความถี่ ต้องได้รับการติดตั้งเพื่อคงพิกัด IP20 ของกรอบหุ้ม *ภาพประกอบ 3.23* แสดงทั้งขั้วต่อที่มีฝาครอบและขั้วต่อที่ไม่มีฝาครอบ

3

3.7.6.3 เครื่องทำความร้อนแบบป้องกันการควบแน่น

เครื่องทำความร้อนแบบป้องกันการควบแน่นสามารถติดตั้งในตัวแปลงความถี่เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการควบแน่นในกรอบหุ้มเมื่อปิดเครื่อง กระแสสลับ 230 V ที่ลูกค้าเป็นผู้จัดหา จะควบคุมเครื่องทำความร้อน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ควรใช้งานเครื่องทำความร้อนเมื่อเครื่องไม่ได้ทำงานอยู่ และปิดเครื่องทำความร้อนเมื่อเครื่องรันอยู่

แนะนำให้ใช้ฟิวส์แบบหน่วงเวลา 2.5 amp เช่น Bussmann LPJ-21/2SP เพื่อปกป้องเครื่องทำความร้อน

3.7.6.4 ตัวสับเบรค

ตัวสับเบรคสามารถจัดหาให้สำหรับการใช้งานที่มีโหลดแบบคืนพลังงานกลับ ตัวสับเบรคเชื่อมต่อกับตัวต้านทานเบรคที่ใช้พลังงานในการเบรค ป้องกันฟอลต์แรงดันเกินบนบัสกระแสตรง ตัวสับเบรคจะเปิดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อแรงดันบัสกระแสตรงเกินระดับที่ระบุ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับแรงดันที่พิกัดของตัวแปลงความถี่

3.7.6.5 ชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลัก

ชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลักคือฝาครอบ Lexan ที่ติดตั้งอยู่ภายในกรอบหุ้มเพื่อให้การป้องกันตามข้อกำหนดการป้องกันอุบัติเหตุ VBG-4

3.7.6.6 แผงวงจรแผ่นพิมพ์ที่ทนทานต่อการใช้งานหนัก

แผงที่ทนทานต่อการใช้งานหนักพร้อมสำหรับการใช้งานในทะเลและการใช้งานอื่นๆ ที่มีการสัมผัสสะเทือนสูงกว่าปกติ

ประกาศ

แผงที่ทนทานต่อการใช้งานหนักจำเป็นสำหรับตัวแปลงความถี่เฟรม D ในการตอบสนองต่อข้อกำหนดเพื่อรับการอนุมัติเกี่ยวกับการใช้งานในทะเล

3.7.6.7 แผงเข้าใช้แผ่นระบายความร้อน

แผงเข้าใช้แผ่นระบายความร้อนที่เป็นอุปกรณ์เสริมเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำความสะอาดแผ่นระบายความร้อน การสะสมของเศษซากเป็นเรื่องปกติในสภาพแวดล้อมที่โน้มเอียงที่จะมีการปนเปื้อนในอากาศ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ

3.7.6.8 การตัดแหล่งจ่ายไฟหลัก

อุปกรณ์เสริมตัดการเชื่อมต่อมีให้ในตู้อุปกรณ์เสริมหลากหลายรุ่น ตำแหน่งของตัวตัดการเชื่อมต่อจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของตู้อุปกรณ์เสริมนั้น และขึ้นอยู่กับว่ามีอุปกรณ์เสริมอื่นด้วยหรือไม่ *ตาราง 3.34* มีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวตัดการเชื่อมต่อที่ใช้

แรงดัน	รุ่นตัวแปลงความถี่	ผู้ผลิตและประเภทตัวตัดการเชื่อมต่อ
380–500 V	N110T5–N160T4	ABB OT400U03
	N200T5–N315T4	ABB OT600U03
525–690 V	N75KT7–N160T7	ABB OT400U03
	N200T7–N400T7	ABB OT600U03

ตาราง 3.34 ข้อมูลการตัดแหล่งจ่ายไฟหลัก

3.7.6.9 คอนแทคเตอร์

สัญญาณ 230 V AC 50/60 Hz ที่ลูกค้าจัดหาจ่ายไฟให้แก่คอนแทคเตอร์

แรงดัน	รุ่นตัวแปลงความถี่	ผู้ผลิตและประเภทของคอนแทคเตอร์	หมวดหมู่การใช้งาน IEC
380–500 V	N110T5–N160T4	GE CK95BE311N	AC-3
	N200T5–N250T4	GE CK11CE311N	AC-3
	N315T4	GE CK11CE311N	AC-1
525–690 V	N75KT7–N160T7	GE CK95BE311N	AC-3
	N200T7–N400T7	GE CK11CE311N	AC-3

ตาราง 3.35 ข้อมูลคอนแทคเตอร์

ประกาศ

ในการใช้งานที่ต้องใช้การแสดง UL เมื่อตัวแปลงความถี่ถูกจัดส่งมาพร้อมกับคอนแทคเตอร์ ลูกค้าต้องใช้ฟิวส์ภายนอกเพื่อรักษาพิกัด UL ของตัวแปลงความถี่และพิกัดกระแสลัดวงจรที่ 100,000 A ดู *5.3.8 ข้อมูลจำเพาะของฟิวส์* สำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับฟิวส์

3.7.6.10 เซอร์กิตเบรคเกอร์

ตาราง 3.36 มีรายละเอียดของประเภทเซอร์กิตเบรคเกอร์ที่มีให้เป็นอุปกรณ์เสริมโดยมีช่วงกำลังไฟฟ้าและขนาดเครื่องต่างๆ กัน

แรงดัน	รุ่นตัวแปลงความถี่	ผู้ผลิตและประเภทเซอร์กิตเบรคเกอร์
380–500 V	N110T5–N132T5	ABB T5L400TW
	N160T5	ABB T5LQ400TW
	N200T5	ABB T6L600TW
	N250T5	ABB T6LQ600TW
	N315T5	ABB T6LQ800TW
525–690 V	N75KT7–N160T7	ABB T5L400TW
	N200T7–N315T7	ABB T6L600TW
	N400T7	ABB T6LQ600TW

ตาราง 3.36 ข้อมูลเซอร์กิตเบรคเกอร์

3.7.7 อุปกรณ์เสริมขนาดเฟรม F

เครื่องทำความร้อนขนาดเล็กและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
เครื่องทำความร้อนขนาดเล็กที่ติดตั้งภายในตู้ของตัวแปลงความถี่ขนาดเฟรม F จะควบคุมผ่านเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ช่วยให้สามารถควบคุมความชื้นภายในกรอบหุ้ม เพิ่มอายุการใช้งานของส่วนประกอบในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้น การตั้งค่ามาตรฐานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิในเครื่องทำความร้อนอยู่ที่ 10 °C (50 °F) และปิดการทำงานที่ 15.6 °C (60 °F)

ไฟในตู้พร้อมเอาท์เล็ตกำลัง
ไฟที่ติดภายในตู้ของตัวแปลงความถี่ขนาดเฟรม F เพิ่มความสามารถในการมองเห็นระหว่างการซ่อมแซมและการบำรุงรักษา ตัวเรือนครอบคลุมเอาท์เล็ตกำลังสำหรับเครื่องมือจ่ายพลังงานชั่วคราวหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่มีให้เลือกในความดันสองระดับ:

- 230 V, 50 Hz, 2.5A, CE/ENEC
- 120 V, 60 Hz, 5A, UL/cUL

ชุดคำสั่งแท็ปหม้อแปลง
หากติดตั้งไฟและเอาท์เล็ตของตู้ และ/หรือเครื่องควบคุมอุณหภูมิและเครื่องทำความร้อนขนาดเล็ก Transformer T1 จะต้องตั้งค่าแท็ปเป็นแรงดันอินพุทที่เหมาะสม ตัวแปลงความถี่ 380-480/500 V ถูกตั้งค่าเริ่มแรกเป็นแท็ป 525 V และตัวแปลงความถี่ 525–690 V ถูกตั้งค่าเป็นแท็ป 690 V เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีแรงดันเกินเกิดขึ้นในอุปกรณ์รอง หากไม่ได้เปลี่ยนแท็ปก่อนจ่ายกระแสไฟ ดู *ตาราง 3.37* เพื่อตั้งแท็ปที่เหมาะสมบน TB3 ในตู้วงจรเรียงกระแส สำหรับตำแหน่งในตัวแปลงความถี่ ดู *5.4.2 การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ*

ช่วงแรงดันอินพุท [V]	แตะเพื่อเลือก [V]
380-440	400
441-490	460
491-550	525
551-625	575
626-660	660
661-690	690

ตาราง 3.37 แท็ปหม้อแปลงไฟฟ้า

ขั้วต่อ NAMUR
NAMUR คือสมาคมผู้ใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติระหว่างประเทศในอุตสาหกรรมการแปรรูป เคมีภัณฑ์หลัก และเวชภัณฑ์ในเยอรมนี การเลือกตัวเลือกนี้จะทำให้ขั้วต่อได้รับการจัดระเบียบและติดฉลากสำหรับข้อมูลจำเพาะของมาตรฐาน NAMUR สำหรับอินพุทของชุดขับและขั้วต่อเอาท์พุทที่ต้องใช้MCB 112 การ์ดเทอร์มิสเตอร์ PTC และ MCB 113 การ์ดรีเลย์แบบขยาย

(RCD) อุปกรณ์ป้องกันไฟดูด
ใช้วิธีการสมดุลหลักเพื่อตรวจสอบกระแสฟอลต์ลงดินในการต่อสายดินและระบบสายดินที่มีความต้านทานสูง (ระบบ TN และ TT ในศัพท์บัญญัติของ IEC) มีการเตือนล่วงหน้า (50% ของเซ็ตพอยต์สัญญาณเตือนหลัก) และเซ็ตพอยต์สัญญาณเตือนหลัก ทีเกียวกับแต่ละเซ็ตพอยต์คือ รีเลย์สัญญาณเตือน SPDT สำหรับการใช้ภายนอก RCD ต้องใช้ตัวแปลงกระแส "ประเภทหน้าต่าง" ภายนอก (จัดหาและติดตั้งโดยลูกค้า)

- รวมอยู่ในวงจรการหยุดอย่างปลอดภัยของตัวแปลงความถี่
- อุปกรณ์ประเภท B IEC 60755 ตรวจสอบ AC, DC ที่พัลส์ และกระแสฟอลต์ลงดิน DC บริสุทธิ์
- ไฟแสดงสถานะกราฟแถบ LED ของระดับกระแสฟอลต์ลงดินจาก 10–100% ของเซ็ตพอยต์
- หน่วยความจำฟอลต์
- ปุ่ม [Test/Reset]

ตรวจสอบการต้านทานของฉนวน (IRM)
ตรวจสอบการต้านทานของฉนวนในระบบสายดิน (ระบบ IT ในศัพท์บัญญัติของ IEC) ระหว่างตัวนำเฟสระบบกับกราวด์ มีคำเตือนล่วงหน้าเกียวกับค่าโอห์มและเซ็ตพอยต์สัญญาณเตือนหลักสำหรับระดับฉนวน ทีเกียวกับแต่ละเซ็ตพอยต์คือ รีเลย์สัญญาณเตือน SPDT สำหรับการใช้ภายนอก

ประกาศ

มีการตรวจสอบการต้านทานของฉนวนรายการเดียวทีสามารถเชื่อมต่อกับระบบสายดิน (IT) แต่ละระบบได้

- รวมอยู่ในวงจรการหยุดอย่างปลอดภัยของตัวแปลงความถี่
- หน้าจอ LCD ของค่าโอห์มของการต้านทานของฉนวน
- หน่วยความจำฟอลต์
- ปุ่ม [Info], [Test] และ [Reset]

หยุดฉุกเฉินของ IEC ด้วยรีเลย์ความปลอดภัย Pilz
มีปุ่มกดหยุดฉุกเฉิน 4 สายติดตั้งอยู่ที่ด้านหน้าของกรอบหุ้ม และรีเลย์ Pilz ทีตรวจสอบปุ่มนี้ด้วยวงจรหยุดแบบปลอดภัย และคอนแทคเตอร์แหล่งจ่ายไฟหลักในตู้อุปกรณ์เสริม

การหยุดแบบปลอดภัย + รีเลย์ Pilz
นำเสนอโซลูชันสำหรับตัวเลือก "หยุดฉุกเฉิน" โดยไม่มีคอนแทคเตอร์ในตัวแปลงความถี่เฟรม F

ชุดสตาร์ทมอเตอร์ด้วยตนเอง
นำเสนอกำลัง 3 เฟสสำหรับเครื่องเปาลมไฟฟ้าที่มักจำเป็นสำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่ กำลังสำหรับชุดสตาร์ทได้มาจากด้านโหลดของคอนแทคเตอร์ เซอร์กิตเบรคเกอร์ หรือสวิตช์ปลดการเชื่อมต่อที่จัดหาให้ กำลังติดตั้งฟิวส์ก่อนชุดสตาร์ทมอเตอร์แต่ละชุด และปิดเมื่อกำลังที่เข้าสู่ตัวแปลงความถี่ปิด อนุญาตชุดสตาร์ทสูงสุด 2 ชุด (ชุดเดียวหากสังซื้อวงจรที่มีการป้องกันฟิวส์ 30A) และรวมอยู่กับวงจรหยุดแบบปลอดภัย คุณลักษณะของชุด ได้แก่

- สวิตช์ทำงาน (เปิด/ปิด)
- การป้องกันการลัดวงจรและโหลดเกินด้วยฟังก์ชันทดสอบ
- ฟังก์ชันรีเซ็ตด้วยมือกด

ขั้วต่อที่มีการป้องกันฟิวส์ 30 A

- กำลัง 3 เฟสจับคู่แรงดันไฟฟ้าสายหลักขาเข้าเพื่อจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์เสริมของลูกค้า
- ไม่พร้อมใช้งานหากเลือกชุดสตาร์ทมอเตอร์ด้วยมือสองชุด
- ขั้วต่อถูกปิดเมื่อกำลังเข้าสู่ตัวแปลงความถี่ปิด

- กำลังสำหรับขั้วต่อที่มีการป้องกันฟิวส์ได้รับมาจากด้านโหลดของคอนแทคเตอร์ เซอร์กิตเบรคเกอร์ หรือสวิตช์ปลดการเชื่อมต่อ

แหล่งจ่ายไฟ 24 V DC

- 5 A, 120 W, 24 V DC
- ปลอดภัยจากเอาท์พุทกระแสเกิน โหลดเกิน วงจรลัด และอุณหภูมิสูงเกิน
- สำหรับการจ่ายไฟให้อุปกรณ์เสริมที่ลูกค้าจัดหา เช่น เซนเซอร์, PLC I/O, คอนแทคเตอร์, หัววัดอุณหภูมิ, ไฟแสดงสถานะ และ/หรือฮาร์ดแวร์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ
- การวินิจฉัยรวมถึง DC-ok contact, ไฟ LED DC-ok สีเขียว และไฟ LED โหลดเกินสีแดง

การตรวจสอบอุณหภูมิภายนอก
ออกแบบมาเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิของส่วนประกอบระบบภายนอก เช่น ขดลวดมอเตอร์ และ/หรือตลับลูกปืน มีโมดูลอินพุทเอนกประสงค์ 5 โมดูล โมดูลเหล่านี้รวมอยู่ในวงจรหยุดแบบปลอดภัย (ต้องซื้อหยุดแบบปลอดภัย) และสามารถตรวจสอบผ่านเครือข่ายฟิลด์บัส (ต้องซื้อบัสคัปเปลอร์/โมดูลแยกต่างหาก)

อินพุทเอนกประสงค์ (5)
ประเภทสัญญาณ:

- อินพุท RTD (รวม PT100), 3 สายหรือ 4 สาย
- เทอร์โมคัปเปิล
- กระแสอนาล็อกหรือแรงดันอนาล็อก

คุณสมบัติเพิ่มเติม:

- เอาท์พุทเอนกประสงค์ กำหนดรูปแบบได้สำหรับแรงดันอนาล็อกหรือกระแสอนาล็อก
- รีเลย์เอาท์พุท 2 ตัว (N.O.)
- จอแสดงผล Dual-line LC และไฟ LED การวินิจฉัย
- เบรคสายตะกั้วเซนเซอร์, ลัดวงจร และการตรวจสอบขั้วไม่ถูกต้อง
- ซอฟต์แวร์ชุดคำสั่งอินเทอร์เฟส

4 วิธีการสั่งซื้อ

4.1 แบบฟอร์มการสั่งซื้อ

4.1.1 เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับ

สามารถออกแบบตัวแปลงความถี่ VLT® AQUA Drive FC 202 ตามความต้องการใช้งานได้ โดยใช้ระบบหมายเลขการสั่งซื้อ

หากต้องการสั่งซื้อตัวแปลงความถี่มาตรฐานและตัวแปลงความถี่ที่มีอุปกรณ์เสริม ให้ส่งสตริงรหัสประเภทที่อธิบายถึงผลิตภัณฑ์ไปให้ฝ่ายขายของ Danfoss รหัสประเภทตัวอย่าง:

FC-202N132T4E21H2XGCXXXSXXXXAXBKCXXXXDX

ความหมายของตัวอักษรในข้อความนี้สามารถดูได้จากหน้าที่มีหมายเลขการสั่งซื้อใน *4.1 แบบฟอร์มการสั่งซื้อ* ในตัวอย่างด้านบน ตัวเลือกการทำงาน Profibus LON และตัวเลือก I/O วัตถุประสงค์ทั่วไปถูกรวมอยู่ในตัวแปลงความถี่

หมายเลขการสั่งซื้อสำหรับอุปกรณ์ที่ต่างไปจากมาตรฐาน VLT AQUA Drive สามารถดูได้จากบท *4.2 หมายเลขการสั่งซื้อ*.

ใช้เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับบนเว็บ เพื่อกำหนดรูปแบบตัวแปลงความถี่ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่เหมาะสม และสร้างสตริงรหัสประเภทขึ้น เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับจะสร้างหมายเลขการขาย 8 หลักโดยอัตโนมัติ เพื่อนำส่งให้กับสำนักงานขายในพื้นที่ของคุณ
นอกจากนี้ ยังสามารถสร้างรายการโปรเจ็กต์ที่รวมผลิตภัณฑ์หลายๆ แบบ และส่งให้กับตัวแทนขายของ Danfoss

เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับสามารถดูได้จากไซต์ทางอินเทอร์เน็ตที่: www.danfoss.com/drives

ประกาศ

ข้อมูลรหัสประเภทครอบคลุมขนาดเฟรม A, B และ C สำหรับข้อมูลโดยละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ดูคู่มือการออกแบบที่เกี่ยวข้อง

4.1.2 สตริงรหัสชนิด

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-	2	0	2					T					H						X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D	

130BC529.10

ภาพประกอบ 4.1 รหัสชนิด

คำอธิบาย	ตำแหน่ง	ทางเลือกที่เป็นไปได้
กลุ่มผลิตภัณฑ์	1–3	FC
ซีรีส์ของชุดขับ	4–6	202
รหัสการสร้าง	7	N
พิกัดกำลัง	8–10	75–400 kW
แรงดันหลัก	11–12	T4: 380–480 V AC T7: 525–690 V AC

4

คำอธิบาย	ตำแหน่ง	ทางเลือกที่เป็นไปได้
กรอบหุ้ม	13–15	E20: IP20 (โครงเครื่อง - สำหรับการติดตั้งกรอบหุ้มภายนอก) E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) มีชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลัก E5M: IP54 (NEMA 12) มีชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลัก C20: IP20 (โครงเครื่อง - สำหรับการติดตั้งกรอบหุ้มภายนอก + ช่องสเตนเลสสตีลด้านหลัง H21: IP21 (NEMA 1) + เครื่องทำความร้อน H54: IP54 (NEMA 12) +เครื่องทำความร้อน
ตัวกรอง RFI	16–17	H2: ตัวกรอง RFI, คลาส A2 (มาตรฐาน) H4: ตัวกรอง RFI คลาส A1[1)]
เบรค	18	X: ไม่มีเบรค IGBT B: เบรค IGBT ติดตั้งแล้ว T: การหยุดแบบปลอดภัย U: ตัวสับเบรค + การหยุดแบบปลอดภัย R: ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ S: เบรค + การคืนพลังงานกลับ (IP 20 เท่านั้น)
จอแสดงผล	19	G: แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบกราฟิก N: แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบตัวเลข X: ไม่มีแผงควบคุมหน้าเครื่อง
การเคลือบ PCB	20	C: เคลือบ PCB R: PCB ทีทนทานต่อการใช้งานหนัก
อุปกรณ์เสริมชุดหลัก	21	X: ไม่มีอุปกรณ์เสริมชุดหลัก 3: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักและฟิวส์ 4: คอนแทคเตอร์หลัก + ฟิวส์ 7: ฟิวส์ A: ฟิวส์และการแบ่งรับโหลด (IP20 เท่านั้น) D: ขั้วต่อการแบ่งโหลด (IP20 เท่านั้น) E: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก + คอนแทคเตอร์ + ฟิวส์ J: เซอร์กิตเบรคเกอร์ + ฟิวส์
การปรับให้เหมาะสม	22	X: ช่องใส่สายเคเบิลมาตรฐาน Q: แผงเข้าสู่แผ่นระบายความร้อน
การปรับให้เหมาะสม	23	X: ไม่ปรับให้เหมาะสม
รีลีสของซอฟต์แวร์	24–27	ซอฟต์แวร์ทำงานจริง
ภาษาของซอฟต์แวร์	28	
อุปกรณ์เสริมที่หลากหลายมีอธิบายเพิ่มเติมในคู่มือการออกแบบนี 1): พร้อมใช้งานสำหรับเฟรม D ทั้งหมด		

ตาราง 4.1 รหัสประเภทคำสั่งซื้อสำหรับตัวแปลงความถี่เฟรม D เท่านั้น

คำอธิบาย	ตำแหน่ง	ทางเลือกที่เป็นไปได้
กลุ่มผลิตภัณฑ์	1–3	FC
ซีรีส์ของชุดขับ	4–6	202
พิกัดกำลัง	8–10	30-90 kW
เฟส	11	สามเฟส (T)
แรงดันหลัก	11- 12	T 4: 380–500 VAC T 7: 525–690 VAC
กรอบหุ้ม	13- 15	E00: IP00/โครงเครื่อง - สำหรับการติดตั้งในกรอบหุ้มภายนอก C00: IP00/โครงเครื่อง (สำหรับการติดตั้งในกรอบหุ้มภายนอก) ทีมีช่องสเตนเลสสตีลด้านหลัง E21: IP 21/NEMA ประเภท 1 E54: IP 54/NEMA ประเภท 12 E2M: IP 21/NEMA ประเภท 1 มีชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลัก E5M: IP 54/NEMA ประเภท 12 มีชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลัก

คำอธิบาย	ตำแหน่ง	ทางเลือกที่เป็นไปได้
ตัวกรอง RFI	16-17	H2: ตัวกรอง RFI, คลาส A2 (มาตรฐาน) H4: ตัวกรอง RFI คลาส A1[1)]
เบรค	18	B: เบรค IGBT ติดตั้งแล้ว X: ไม่มีเบรค IGBT R: ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ
จอแสดงผล	19	G: แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบกราฟิก LCP N: แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบตัวเลข (LCP) X: ไม่มีแผงควบคุมหน้าเครื่อง (IP00 และ IP 21 เฟรม D เท่านั้น)
การเคลือบ PCB	20	C: เคลือบ PCB
อุปกรณ์เสริมชุดหลัก	21	X: ไม่มีอุปกรณ์เสริมชุดหลัก 3: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักและฟิวส์ 5: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก ฟิวส์ และการแบ่งรับโหลด 7: ฟิวส์ A: ฟิวส์และการแบ่งรับโหลด D: การแบ่งรับโหลด
การปรับให้เหมาะสม	22	สำรองไว้
การปรับให้เหมาะสม	23	สำรองไว้
รีลีสของซอฟต์แวร์	24-27	ซอฟต์แวร์ทำงานจริง
ภาษาของซอฟต์แวร์	28	
อุปกรณ์เสริม A	29–30	AX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: IP สำหรับอีเทอร์เน็ต MCA 121
อุปกรณ์เสริม B	31–32	BX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม BK: MCB 101 อุปกรณ์เสริม I/O สำหรับใช้งานทั่วไป BP: MCB 105 อุปกรณ์เสริมรีเลย์ BO: MCB 109 อุปกรณ์เสริม I/O อนาล็อก BY: MCO 101 ตัวควบคุมคาสเคดส่วนขยาย
C_0 อุปกรณ์เสริม	33–34	CX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม
อุปกรณ์เสริม C1	35	X: ไม่มีอุปกรณ์เสริม 5: MCO 102 ตัวควบคุมคาสเคดชั้นสูง
ซอฟต์แวร์เสริม C	36–37	XX: ซอฟต์แวร์มาตรฐาน
อุปกรณ์เสริม D	38–39	DX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม D0: ไฟสำรอง DC
อุปกรณ์เสริมที่หลากหลายมีอธิบายเพิ่มเติมในคู่มือการออกแบบนี้		
1): พร้อมใช้งานสำหรับ 380-480/500 VAC เฟรม E ทั้งหมดเท่านั้น 2) ปรึกษาโรงงานสำหรับการใช้งานที่ต้องมีการรับรองทางทะเล		

ตาราง 4.2 รหัสประเภทคำสั่งซื้อสำหรับตัวแปลงความถี่เฟรม E เท่านั้น

คำอธิบาย	ตำแหน่ง	ทางเลือกที่เป็นไปได้
กลุ่มผลิตภัณฑ์	1–3	FC
ซีรีส์ของชุดขับ	4–6	202
พิกัดกำลัง	8–10	500–1200 kW
แรงดันหลัก	11-12	T 4: 380–480 V AC T 7: 525–690 V AC

4

คำอธิบาย	ตำแหน่ง	ทางเลือกที่เป็นไปได้
กรอบหุ้ม	13- 15	E21: IP 21/NEMA ประเภท 1 E54: IP 54/NEMA ประเภท 12 L2X: IP21/NEMA 1 พร้อมไฟที่ตู้และเต้าเสียบไฟฟ้า IEC 230 V L5X: IP54/NEMA 12 พร้อมไฟที่ตู้และเต้าเสียบไฟฟ้า 230 V L2A: IP21/NEMA 1 พร้อมไฟที่ตู้และเต้าเสียบไฟฟ้า NAM 115 V L5A: IP54/NEMA 12 พร้อมไฟที่ตู้และเต้าเสียบไฟฟ้า NAM 115 V H21: IP21 พร้อมเครื่องปรับอุณหภูมิและเครื่องทำความร้อนขนาดเล็ก H54: IP54 พร้อมเครื่องทำความร้อนขนาดเล็กและเครื่องปรับอุณหภูมิ R2X: IP21/NEMA1 พร้อมเครื่องทำความร้อนขนาดเล็ก เครื่องปรับอุณหภูมิ ไฟ และเต้าเสียบไฟฟ้า IEC 230 V R5X: IP54/NEMA12 พร้อมเครื่องทำความร้อนขนาดเล็ก เครื่องปรับอุณหภูมิ ไฟ และเต้าเสียบไฟฟ้า IEC 230 V R2A: IP21/NEMA1 พร้อมเครื่องทำความร้อนขนาดเล็ก เครื่องปรับอุณหภูมิ ไฟ และเต้าเสียบไฟฟ้า NAM 115 V R5A: IP54/NEMA12 พร้อมเครื่องทำความร้อนขนาดเล็ก เครื่องปรับอุณหภูมิ ไฟ และเต้าเสียบไฟฟ้า NAM 115 V
ตัวกรอง RFI	16- 17	B2: 12 พัลส์ พร้อม RFI คลาส A2 BE: 12 พัลส์ พร้อม RFI RCD/A2 BH: 12 พัลส์ พร้อม RFI IRM/A1 BG: 12 พัลส์ พร้อม RFI IRM/A2 B4: 12 พัลส์ พร้อม RFI คลาส A1 BF: 12 พัลส์ พร้อม RFI RCD/A1 BH: 12 พัลส์ พร้อม RFI IRM/A1 H2: ตัวกรอง RFI, คลาส A2 (มาตรฐาน) H4: ตัวกรอง RFI, คลาส A1[2, 3)] HE: RCD พร้อมตัวกรอง RFI คลาส A2[2)] HF: RCD พร้อมตัวกรอง RFI คลาส A1[2, 3)] HG: IRM พร้อมตัวกรอง RFI คลาส A2[2)] HH: IRM พร้อมตัวกรอง RFI คลาส A1[2, 3)] HJ: ขั้วต่อ NAMUR และตัวกรอง RFI คลาส A2[1)] HK: ขั้วต่อ NAMUR และตัวกรอง RFI คลาส A1[1, 2, 3)] HL: RCD พร้อมขั้วต่อ NAMUR และตัวกรอง RFI คลาส A2[1, 2)] HM: RCD พร้อมขั้วต่อ NAMUR และตัวกรอง RFI คลาส A1[1, 2, 3)] HN: IRM พร้อมขั้วต่อ NAMUR และตัวกรอง RFI คลาส A2[1, 2)] HP: IRM พร้อมขั้วต่อ NAMUR และตัวกรอง RFI คลาส A1[1, 2, 3)]
เบรค	18	B: ติดตั้งเบรค IGBT C: การหยุดแบบปลอดภัยพร้อมรีเลย์ความปลอดภัย Pilz D: การหยุดแบบปลอดภัยพร้อมรีเลย์ความปลอดภัย Pilz และเบรค IGBT E: การหยุดแบบปลอดภัยพร้อมรีเลย์ความปลอดภัย Pilz และขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ X: ไม่มีเบรค IGBT R: ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ M: ปุ่มกดหยุดฉุกเฉิน IEC (พร้อมรีเลย์ความปลอดภัย Pilz)[4)] N: ปุ่มกดหยุดฉุกเฉิน IEC พร้อมเบรค IGBT และขั้วต่อเบรค [4)] P: ปุ่มกดหยุดฉุกเฉิน IEC พร้อมขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ [4)]
จอแสดงผล	19	G: แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบกราฟิก LCP
การเคลือบ PCB	20	C: เคลือบ PCB

อุปกรณ์เสริมชุดหลัก	21	X: ไม่มีอุปกรณ์เสริมชุดหลัก 7: ฟิวส์ 3[2)]: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักและฟิวส์ 5[2)]: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก ฟิวส์ และการแบ่งโหลด A: ฟิวส์และการแบ่งรับโหลด D: การแบ่งโหลด E: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก คอนแทคเตอร์ และฟิวส์[2)] F: เซอร์กิตเบรคเกอร์แหล่งจ่ายไฟหลัก คอนแทคเตอร์ และฟิวส์[2)] G: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก คอนแทคเตอร์ การแบ่งโหลด และฟิวส์[2)] H: ตัวตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก คอนแทคเตอร์ ขั้วต่อการแบ่งโหลด และฟิวส์[2)] J: เซอร์กิตเบรคเกอร์แหล่งจ่ายไฟหลักและฟิวส์ [2)] K: เซอร์กิตเบรคเกอร์แหล่งจ่ายไฟหลัก ขั้วต่อการแบ่งโหลด และฟิวส์ [2)]
อุปกรณ์เสริม A	29–30	AX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: IP สำหรับอีเทอร์เน็ต MCA 121
อุปกรณ์เสริม B	31–32	BX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม BK: MCB 101 อุปกรณ์เสริม I/O สำหรับใช้งานทั่วไป BP: MCB 105 อุปกรณ์เสริมรีเลย์ BO: MCB 109 อุปกรณ์เสริม I/O อนาล็อก BY: MCO 101 ตัวควบคุมคาสเคดส่วนขยาย
C_0 อุปกรณ์เสริม	33–34	CX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม
อุปกรณ์เสริม C1	35	X: ไม่มีอุปกรณ์เสริม 5: MCO 102 ตัวควบคุมคาสเคดชั้นสูง
ซอฟต์แวร์เสริม C	36–37	XX: ซอฟต์แวร์มาตรฐาน
อุปกรณ์เสริม D	38–39	DX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม D0: ไฟสำรอง DC
อุปกรณ์เสริมที่หลากหลายมีอธิบายเพิ่มเติมในคู่มือการออกแบบนี		

ตาราง 4.3 รหัสประเภทคำสั่งซื้อสำหรับตัวแปลงความถี่เฟรม F

4.2 หมายเลขการสั่งซื้อ

4.2.1 หมายเลขการสั่งซื้อ: อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

ประเภท	คำอธิบาย	หมายเลขการสั่งซื้อ	
ฮาร์ดแวร์เป็ดเตล็ด			
Profibus D-Sub 9	ชุดขั้วต่อสำหรับ IP20	130B1112	
MCF 103	สายเคเบิล USB 350 มม., IP55/66	130B1155	
MCF 103	สายเคเบิล USB 650 มม., IP55/66	130B1156	
บล็อคขั้วต่อ	สกรูบล็อคขั้วต่อสำหรับเปลี่ยนขั้วต่อโหลดแบบสปริง ขั้วต่อ 1 pc 10 pin 1 pc 6 pin และ 1 pc 3 pin	130B1116	
LCP			
LCP 101	แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบตัวเลข (NLCP)	130B1124	
LCP 102	แผงควบคุมหน้าเครื่อง (LCP) แบบกราฟิก	130B1107	
สายเคเบิล LCP	สายเคเบิล LCP แยกต่างหากยาว 3 ม.	175Z0929	
ชุด LCP	ชุดติดตั้งแผงควบคุม รวม LCP แบบกราฟิก, ตัวยึด, สายเคเบิล 3 ม. และปะเก็น	130B1113	
ชุด LCP	ชุดติดตั้งแผงควบคุม รวม LCP แบบตัวเลข, ตัวยึด และปะเก็น	130B1114	
ชุด LCP	ชุดติดตั้งสำหรับแผงควบคุมทุกแบบ รวมตัวยึด, สายเคเบิล 3 ม. และปะเก็น	130B1117	
ชุด LCP	ชุดติดตั้งสำหรับแผงควบคุมทุกแบบ รวมตัวยึดและปะเก็น แต่ไม่มีสายเคเบิล 3 ม.	130B1170	
ชุด LCP	ชุดติดตั้งสำหรับแผงควบคุมทุกแบบ รวมตัวยึด, สายเคเบิล 3 ม. แผ่นกันและปะเก็นสำหรับกรอบหุ้ม IP55/66	130B1129	
อุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต A ไม่เคลือบ/เคลือบ		**ไม่เคลือบ**	**เคลือบ**
MCA 101	อุปกรณ์เสริม Profibus DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	อุปกรณ์เสริม DeviceNet	130B1102	130B1202
MCA 108	LON works	130B1106	130B1206
อุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต B			
MCB 101	อุปกรณ์เสริมอินพุท เอาท์พุท สำหรับการใช้งานทั่วไป	130B1125	130B1212
MCB 105	อุปกรณ์เสริมรีเลย์	130B1110	130B1210
MCB 109	อุปกรณ์เสริม I/O อนาล็อก	130B1143	130B1243
MCB 114	อินพุทเซนเซอร์ PT 100 / PT 1000	130B1172	10B1272
MCO 101	ตัวควบคุมคาสเคดส่วนขยาย	130B1118	130B1218
อุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต C			
MCO 102	ตัวควบคุมคาสเคดขั้นสูง	130B1154	130B1254
อุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต D			
MCB 107	ไฟสำรอง 24 V DC	130B1108	130B1208

ตาราง 4.4 หมายเลขการสั่งซื้อ: อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

ประเภท	คำอธิบาย	หมายเลขการสั่งซื้อ	
อุปกรณ์เสริมภายนอก			
IP สำหรับอีเทอร์เน็ต	อีเทอร์เน็ต	130B1119	130B1219
อะไหล่สำรอง			
บอร์ดควบคุม VLT® AQUA Drive FC 202	พร้อมฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัย		130B1167
บอร์ดควบคุม VLT® AQUA DriveFC 202	ไม่มีฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัย		130B1168
ขั้วต่อส่วนควบคุมกระเป๋าอุปกรณ์-เสริม		130B0295	
1) IP21/> 11 kW เท่านั้น			

ตาราง 4.5 หมายเลขการสั่งซื้อ: อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

สามารถสั่งซื้ออุปกรณ์เสริมเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในจากโรงงานได้ โปรดดูข้อมูลการสั่งซื้อ
สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับความเข้ากันได้ของอุปกรณ์เสริมฟิลด์บัสและอุปกรณ์เสริมสำหรับการประยุกต์ใช้งานกับซอฟต์แวร์เวอร์ชันเก่า โปรดติดต่อ Danfoss ตัวแทนจำหน่ายของคุณ

4.2.2 หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวกรองฮาร์โมนิคชันสูง

ตัวกรองฮาร์โมนิคใช้สำหรับการลดฮาร์โมนิคที่สำคัญ

สำหรับข้อมูลโดยละเอียดเกี่ยวกับตัวกรองฮาร์โมนิคชันสูง
ดูคู่มือการออกแบบ AHF

- AHF 010: ความเพี้ยนกระแส 10
- AHF 005: ความเพี้ยนกระแส 5%

หมายเลขรหัส AHF005 IP00 IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00 IP20	พิกัด-กระแสตัว-กรอง	มอเตอร์ปกติ	รุ่น VLT และพิกัด-กระแส		การสูญเสีย		เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม	
						AHF005	AHF010			
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]	AHF005	AHF010
130B1446 130B1251	130B1295 130B1214	204	110	N110	204	1080	742	<75	X6	X6
130B1447 130B1258	130B1369 130B1215	251	132	N132	251	1195	864	<75	X7	X7
130B1448 130B1259	130B1370 130B1216	304	160	N160	304	1288	905	<75	X7	X7
130B3153 130B3152	130B3151 130B3136	325	การขนานสำหรับ 355 kW			1406	952	<75	X8	X7
130B1449 130B1260	130B1389 130B1217	381	200	N200	381	1510	1175	<77	X8	X7
130B1469 130B1261	130B1391 130B1228	480	250	N250	472	1852	1542	<77	X8	X8
2x130B1448 2x130B1259	2x130B1370 2x130B1216	608	315	N315	590	2576	1810	<80		

ตาราง 4.6 ตัวกรองฮาร์โมนิคชันสูง 380-415 V, 50 Hz, เฟรม D

4

หมายเลขรหัส AHF005 IP00 IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00 IP20	พิกัด-กระแสตัว-กรอง	มอเตอร์ปกติ	รุ่น VLT และพิกัด-กระแส		การสูญเสีย AHF005	การสูญเสีย AHF010	เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม AHF005	ขนาดเฟรม AHF010
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]		
2x130B3153 2x130B3152	2x130B3151 2x130B3136	650	355	P355	647	2812	1904	<80		
130B1448+ 130B1449 130B1259+ 130B1260	130B1370+ 130B1389 130B1216+ 130B1217	685	400	P400	684	2798	2080	<80		
2x130B1449 2x130B1260	2x130B1389 2x130B1217	762	450	P450	779	3020	2350	<80		
130B1449+ 130B1469 130B1260+ 130B1261	130B1389+ 130B1391 130B1217+ 130B1228	861	500	P500	857	3362	2717	<80		
2x130B1469 2x130B1261	2x130B1391 2x130B1228	960	560	P560	964	3704	3084	<80		
3x130B1449 3x130B1260	3x130B1389 3x130B1217	1140	630	P630	1090	4530	3525	<80		
2x130B1449+ 130B1469 2x130B1260+ 130B1261	2x130B1389+ 130B1391 2x130B1217+ 130B1228	1240	710	P710	1227	4872	3892	<80		
3x130B1469 3x1301261	3x130B1391 3x130B1228	1440	800	P800	1422	5556	4626	<80		
2x130B1449+ 2x130B1469 2x130B1260+ 2x130B1261	2x130B1389+2 x130B1391 2x130B1217+2 x130B1228	1720	1000	P1000	1675	6724	5434	<80		

ตาราง 4.7 ตัวกรองฮาร์โมนิคซีนสูง 380-415 V, 50 Hz, เฟรม E และ F

หมายเลขรหัส AHF005 IP00 IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00 IP20	พิกัด-กระแสตัว-กรอง	มอเตอร์ปกติ	รุ่น VLT และพิกัด-กระแส		การสูญเสีย AHF005	การสูญเสีย AHF010	เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม AHF005	ขนาดเฟรม AHF010
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]		
130B3131 130B2869	130B3090 130B2500	204	110	N110	204	1080	743	<75	X6	X6
130B3132 130B2870	130B3091 130B2700	251	132	N132	251	1194	864	<75	X7	X7
130B3133 130B2871	130B3092 130B2819	304	160	N160	304	1288	905	<75	X8	X7
130B3157 130B3156	130B3155 130B3154	325	การขนานสำหรับ 355 kW			1406	952	<75	X8	X7
130B3134 130B2872	130B3093 130B2855	381	200	N200	381	1510	1175	<77	X8	X7
130B3135 130B2873	130B3094 130B2856	480	250	N250	472	1850	1542	<77	X8	X8
2x130B3133 2x130B2871	2x130B3092 2x130B2819	608	315	N315	590	2576	1810	<80		

ตาราง 4.8 ตัวกรองฮาร์โมนิคซีนสูง, 380-415 V, 60 Hz, เฟรม D

หมายเลขรหัส AHF005 IP00 IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00 IP20	พิกัด-กระแสตัว-กรอง	มอเตอร์ปกติ	รุ่น VLT และพิกัด-กระแส		การสูญเสีย AHF005	การสูญเสีย AHF010	เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม AHF005	ขนาดเฟรม AHF010
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]		
2x130B3157 2x130B3156	2x130B3155 2x130B3154	650	315	P355	647	2812	1904	<80		
130B3133+130B3134 130B2871+130B2872	130B3092+130B3093 130B2819+130B2855	685	355	P400	684	2798	2080	<80		
2x130B3134 2x130B2872	2x130B3093 2x130B2855	762	400	P450	779	3020	2350	<80		
130B3134+130B3135 130B2872+130B3135	130B3093+130B3094 130B2855+130B2856	861	450	P500	857	3362	2717	<80		
2x130B3135 2x130B2873	2x130B3094 2x130B2856	960	500	P560	964	3704	3084	<80		
3x130B3134 3x130B2872	3x130B3093 3x130B2855	1140	560	P630	1090	4530	3525	<80		
2x130B3134+130B3135 2x130B2872+130B2873	2x130B3093+130B3094 2x130B2855+130B2856	1240	630	P710	1227	4872	3892	<80		
3x130B3135 3x130B2873	3x130B3094 3x130B2856	1440	710	P800	1422	5556	4626	<80		
2x130B3134+2x130B3135 2x130B2872+2x130B2873	2x130B3093+2x130B3094 2x130B2855+2x130B2856	1722	800	P1M0	1675	6724	5434	<80		

ตาราง 4.9 ตัวกรองฮาร์โมนิคซีนสูง, 380-415 V, 60 Hz, เฟรม E และ F

หมายเลขรหัส AHF005 IP00 IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00 IP20	พิกัด-กระแสตัว-กรอง	มอเตอร์ปกติ	รุ่น VLT และพิกัด-กระแส		การสูญเสีย AHF005	การสูญเสีย AHF010	เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม AHF005	ขนาดเฟรม AHF010
		[A]	[HP]	[HP]	[A]	[W]	[W]	[dBA]		
130B1799 130B1764	130B1782 130B1496	183	150	N110	183	1080	743	<75	X6	X6
130B1900 130B1765	130B1783 130B1497	231	200	N132	231	1194	864	<75	X7	X7
130B2200 130B1766	130B1784 130B1498	291	250	N160	291	1288	905	<75	X8	X7
130B2257 130B1768	130B1785 130B1499	355	300	N200	348	1406	952	<75	X8	X7
130B3168 130B3167	130B3166 130B3165	380	ใช้สำหรับการขนานที 355 kW			1510	1175	<77	X8	X7
130B2259 130B1769	130B1786 130B1751	436	350	N250	436	1852	1542	<77	X8	X8
130B1900+130B2200 130B1765+130B1766	130B1783+130B1784 130B1497+130B1498	522	450	N315	531	2482	1769	<80		

ตาราง 4.10 ตัวกรองฮาร์โมนิคซีนสูง 440-480 V, 60 Hz, เฟรม D

4

หมายเลขรหัส AHF005 IP00/IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00/IP20	พิกัด-กระแสตัว-กรอง	มอเตอร์ปกติ	รุ่น VLT และพิกัด-กระแส		การสูญเสีย		เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม	
						AHF005	AHF010			
		[A]	[HP]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]	AHF005	AHF010
2x130B2200 2x130B1766	2x130B1784 2x130B1498	582	500	P355	580	2576	1810	<80		
130B2200+130B3166 130B1766+130B3167	130B1784+130B3166 130B1498+130B3165	671	550	P400	667	2798	2080	<80		
2x130B2257 2x130B1768	2x130B1785 2x130B1499	710	600	P450	711	2812	1904	<80		
2x130B3168 2x130B3167	2x130B3166 2x130B3165	760	650	P500	759	3020	2350	<80		
2x130B2259 2x130B1769	2x130B1786 2x130B1751	872	750	P560	867	3704	3084	<80		
3x130B2257 3x130B1768	3x130B1785 3x130B1499	1065	900	P630	1022	4218	2856	<80		
3x130B3168 3x130B3167	3x130B3166 3x130B3165	1140	1000	P710	1129	4530	3525	<80		
3x130B2259 3x130B1769	3x130B1786 3x130B1751	1308	1200	P800	1344	5556	4626	<80		
2x130B2257+ 2x130B2259 2x130B1768+ 2x130B1768	2x130B17852x130B1785 +2x130B1786 2x130B1499+2x130B1751	1582	1350	P1M0	1490	6516	5988	<80		

ตาราง 4.11 ตัวกรองฮาร์โมนิคซีนสูง, 440-480 V, 60 Hz, เฟรม E และ F

หมายเลขรหัส AHF005 IP00/IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00/IP20	พิกัด กระแส ตัวกรอง	มอเตอร์-ทั่วไป	รุ่น VLT และพิกัด-กระแส		การสูญเสีย		เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม	
		50 Hz				AHF005	AHF010			
		[A]	[HP]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBa]	AHF005	AHF010
130B5269 130B5254	130B5237 130B5220	87	75	N75K	85	962	692	<72	X6	X6
130B5270 130B5255	130B5238 130B5221	109	100	N90K	106	1080	743	<72	X6	X6
130B5271 130B5256	130B5239 130B5222	128	125	N110	124	1194	864	<72	X6	X6
130B5272 130B5257	130B5240 130B5223	155	150	N132	151	1288	905	<72	X7	X7
130B5273 130B5258	130B5241 130B5224	197	200	N160	189	1406	952	<72	X7	X7
130B5274 130B5259	130B5242 130B5225	240	250	N200	234	1510	1175	<75	X8	X8
130B5275 130B5260	130B5243 130B5226	296	300	N250	286	1852	1288	<75	X8	X8
2x130B5273 2x130B5258	130B5244 130B5227	366	350	N315	339	2812	1542	<75		X8
2x130B5273 2x130B5258	130B5245 130B5228	395	400	N400	395	2812	1852	<75		X8

ตาราง 4.12 ตัวกรองฮาร์โมนิคซีนสูง, 600 V, 60 Hz

หมายเลขรหัส AHF005 IP00/IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00/IP20	พิกัด-กระแส-ตัวกรอง	มอเตอร์-ทั่วไป	รุ่น VLT และพิกัด-กระแส		การสูญเสีย		เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม	
		50 Hz				AHF005	AHF010			
		[A]	[HP]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBa]	AHF005	AHF010
2x130B5274 2x130B5259	2x130B5242 2x130B5225	480	500	P500	482	3020	2350			
2x130B5275 2x130B5260	2x130B5243 2x130B5226	592	600	P560	549	3704	2576			
3x130B5274 3x130B5259	2x130B5244 2x130B5227	732	650	P630	613	4530	3084			
3x130B5274 3x130B5259	2x130B5244 2x130B5227	732	750	P710	711	4530	3084			
3x130B5275 3x130B5260	3x130B5243 3x139B5226	888	950	P800	828	5556	3864			
4x130B5274 4x130B5259	3x130B5244 3x130B5227	960	1050	P900	920	6040	4626			
4x130B5275 4x130B5260	3x130B5244 3x130B5227	1098	1150	P1M0	1032	7408	4626			
	4x130B5244 4x130B5227	1580	1350	P1M2	1227		6168			

ตาราง 4.13 ตัวกรองฮาร์โมนิคซีนสูง, 600 V, 60 Hz

หมายเลขรหัส AHF005 IP00/IP20	หมายเลข-รหัส AHF010 IP00/IP20	พิกัด-กระแส-ตัวกรอง	รุ่น VLT และพิกัดกระแส						การสูญเสีย		เสียง-รบกวน	ขนาดเฟรม	
		50 Hz	ขนาด-มอเตอร์-ทั่วไป	500-550 V		ขนาด-มอเตอร์ทั่วไป	551-690 V		AHF005	AHF010			
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBa]	AHF005	AHF010
130B5024	130B5325	77	45	N55K	71	75	N75K	76	841	488	<72	X6	X6
130B5169	130B5287												
130B5025	130B5326	87	55	N75K	89				962	692	<72	X6	X6
130B5170	130B5288												
130B5026	130B5327	109	75	N90K	110	90	N90K	104	1080	743	<72	X6	X6
130B5172	130B5289												
130B5028	130B5328	128	90	N110	130	110	N110	126	1194	864	<72	X6	X6
130B5195	130B5290												
130B5029	130B5329	155	110	N132	158	132	N132	150	1288	905	<72	X7	X7
130B5196	130B5291												
130B5042	130B5330	197	132	N160	198	160	N160	186	1406	952	<72	X7	X7
130B5197	130B5292												
130B5066	130B5331	240	160	N200	245	200	N200	234	1510	1175	<75	X8	X7
130B5198	130B5293												
130B5076	130B5332	296	200	N250	299	250	N250	280	1852	1288	<75	X8	X8
130B5199	130B5294												
2x130B5042	130B5333	366	250	N315	355	315	N315	333	2812	1542			X8
2x130B5197	130B5295												
2x130B5042	130B5334	395	315	N355	381	400			2812	1852			X8
130B5042 +130B5066	130B5330 +130B5331	437	355	N400	413	500	N400	395	2916	2127			
130B5197 +130B5198	130B5292 +130B5293												

ตาราง 4.14 ตัวกรองฮาร์โมนิคซีนสูง, 500-690 V, 50 Hz

หมายเลขรหัส AHF005 IP00/IP20	หมายเลขรหัส AHF010 IP00/IP20	พิกัดกระแสตัวกรอง	รุ่น VLT และพิกัดกระแส						การสูญเสีย		เสียงรบกวน	ขนาดเฟรม	
		50 Hz	ขนาดมอเตอร์ทั่วไป	500-550 V		ขนาดมอเตอร์ทั่วไป	551-690 V		AHF005	AHF010			
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBa]	AHF005	AHF010
130B5066 +130B5076	130B5331 +130B5332	536	400	P450	504	560	P500	482	3362	2463			
130B5198 +130B5199	130B5292 +130B5294												
2 x130B5076	2x130B5332	592	450	P500	574	630	P560	549	3704	2576			
2 x130B5199	2x130B5294												
130B5076 +2x130B5042	130B5332 +130B5333	662	500	P560	642	710	P630	613	4664	2830			
130B5199 +2x130B5197	130B5294 +130B5295												
4x130B5042	2x130B5333	732	560	P630	743	800	P710	711	5624	3084			
4x130B5197	2x130B5295												
3x130B5076	3x130B5332	888	670	P710	866	900	P800	828	5556	3864			
3x130B5199	3x130B5294												
2x130B5076 +2x130B5042	2x130B5332 +130B5333	958	750	P800	962	1000	P900	920	6516	4118			
2x130B5199 +2x130B5197	2x130B5294 +130B5295												
6x130B5042	3x130B5333	1098	850	P1M0	1079		P1M0	1032	8436	4626			
6x130B5197	3x130B5295												

ตาราง 4.15 ตัวกรองฮาร์โมนิคชั้นสูง, 500-690 V, 50 Hz

4.2.3 หมายเลขการสั่งซื้อ: ชุดตัวกรองคลื่นไซน์, 380–690 V AC

400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		ขนาดเฟรม	หมายเลขการสั่งซื้อชุดตัวกรอง	
[kW]	[A]	[HP]	[A]	[kW]	[A]		IP00	IP23
90	177	125	160	110	160	D1h/D3h	130B3182	130B3183
110	212	150	190	132	190	D1h/D3h	130B3184	130B3185
132	260	200	240	160	240	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
160	315	250	302	200	302	D2h/D4h, D13	130B3186	130B3187
200	395	300	361	250	361	D2h/D4h, D13		
250	480	350	443	315	443	D2h/D4h, D13, E1/E2, E9, F8/F9	130B3188	130B3189
315	600	450	540	355	540	E1/E2, E9, F8/F9	130B3191	130B3192
355	658	500	590	400	590	E1/E2, E9, F8/F9		
400	745	600	678	500	678	E1/E2, E9, F8/F9	130B3193	130B3194
450	800	600	730	530	730	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	530	730	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3186	2X130B3187
500	880	650	780	560	780	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3188	2X130B3189
560	990	750	890	630	890	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	710	1050	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3191	2X130B3192
710	1260	1000	1160	800	1160	F1/F3, F10/F11, F18		
710	1260	1000	1160	800	1160	F2/F4, F12/F13	3X130B3188	3X130B3189
800	1460					F2/F4, F12/F13		
		1200	1380	1000	1380	F2/F4, F12/F13	3X130B3191	3X130B3192
1000	1720	1350	1530	1100	1530	F2/F4, F12/F13		

ตาราง 4.16 ชุดตัวกรองคลื่นไซน์, 380-500 V

525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		ขนาดเฟรม	หมายเลขการสั่งซื้อชุดตัวกรอง	
[kW]	[A]	[HP]	[A]	[kW]	[A]		IP00	IP23
75	113	100	108	90	108	D1h/D3h	130B4118	130B4119
90	137	125	131	110	131	D1h/D3h	130B4121	130B4124
110	162	150	155	132	155	D1h/D3h		
132	201	200	192	160	192	D1h/D3h, D2h/D4h	130B4125	130B4126
160	253	250	242	200	242	D2h/D4h		
200	303	300	290	250	290	D2h/D4h	130B4129	130B4151
250	360			315	344	D2h/D4h, F8/F9		
		350	344	355	380	D2h/D4h, F8/F9	130B4152	130B4153
315	429	400	400	400	410	D2h/D4h, F8/F9		
		400	410			E1/E2, F8/F9	130B4154	130B4155
355	470	450	450	450	450	E1/E2, F8/F9		
400	523	500	500	500	500	E1/E2, F8/F9		
450	596	600	570	560	570	E1/E2, F8/F9	130B4156	130B4157
500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9		
500	659			630	630	F1/F3, F10/F11	2X130B4129	2X130B4151
		650	630			F1/F3, F10/F11	2X130B4152	2X130B4153
560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11		
670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11	2X130B4154	2X130B4155
750	988	1050	945	900	945	F1/F3, F10/F11		
750	988	1050	945	900	945	F2/F4, F12/F13	3X130B4152	3X130B4153
850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13		
1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13	3X130B4154	3X130B4155

ตาราง 4.17 ชุดตัวกรองคลื่นไซน์ 525-690 V

ประกาศ

เมื่อใช้ตัวกรองคลื่นไซน์ ความถี่สวิตชิ่งควรสอดคล้องกับข้อมูลจำเพาะของตัวกรองใน *14-01 ความถี่สลับ*

ประกาศ

ดู *คู่มือการออกแบบตัวกรองเอาท์พุท* ประกอบ

4.2.4 หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวกรอง dU/dt

4

พิกัดการใช้งานทั่วไป										ขนาดเฟรม	หมายเลขการสั่งซื้อตัวกรอง	
380-480 V [T4]				525-690 V [T7]								
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz				
[kW]	[A]	[HP]	[A]	[kW]	[A]	[HP]	[A]	[kW]	[A]		IP00	IP23
90	177	125	160	90	137	125	131			D1h/D3h	130B2847	130B2848
110	212	150	190	110	162	150	155	110	131	D1h/D3h		
132	260	200	240	132	201	200	192	132	155	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
160	315	250	302	160	253	250	242	160	192	D2h/D4h, D13		
200	395	300	361	200	303	300	290	200	242	D2h/D4h, D13	130B2849	130B3850
250	480	350	443	250	360	350	344	250	290	D2h/D4h, D11 E1/E2, E9, F8/F9		
315	588	450	535	315	429	400	410	315	344	D2h/D4h, E9, F8/F9	130B2851	130B2852
355	658	500	590	355	470	450	450	355	380	E1/E2, E9, F8/F9		
								400	410	E1/E2, F8/F9		
								450	450	E1/E2, F8/F9	130B2853	130B2854
400	745	600	678	400	523	500	500	500	500	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	450	596	600	570	560	570	E1/E2, E9, F8/F9		
				500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9		
450	800	600	730							F1/F3, F10/F11, F18	2x130B28492	2x130B28502
500	880	650	780	500	659	650	630			F1/F3, F10/F11, F18		
								630[2]	630[2]	F1/F3, F10/F11	2x130B2851	2x130B2852
560	990	750	890	560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11, F18		
710	1260	1000	1160	750	988	1050	945			F1/F3, F10/F11, F18	2x130B2851	2x130B2852
								900	945	F1/F3, F10/F11	2x130B2853	2x130B2854
710	1260	1000	1160	750	988	1050	945			F2/F4, F12/F13	3x130B2849	3x130B2850
								900	945	F2/F4, F12/F13	3x130B2851	3x130B2852
800	1460	1200	1380	850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13		
1000	1720	1350	1530	1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13		
				1100	1479	1550	1415	1400	1415	F2/F4, F12/F13	3x130B2853	3x130B2854

ตาราง 4.18 หมายเลขการสั่งซื้อตัวกรอง dU/dt

ประกาศ

ดู *คู่มือการออกแบบตัวกรองเอาท์พุท* ประกอบ

4.2.5 หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวต้านทานเบรค

สำหรับข้อมูลการเลือกตัวตัวต้านทานเบรค ดู *คู่มือการออกแบบตัวต้านทานเบรค*
ใช้ตารางนี้เพื่อพิจารณาความต้านทานขั้นต่ำที่ใช้กับตัวแปลงความถี่แต่ละขนาด

380-480 V AC			
ข้อมูลชุดขับ			
Aqua FC202 [T4]	**Pm (NO) [kW]**	**จำนวนตัวสับเบรค [1)]**	**R_{min}**
N110	110	1	3.6
N132	132	1	3
N160	160	1	2.5
N200	200	1	2
N250	250	1	1.6
N315	315	1	1.2
P355	355	1	1.2
P400	400	1	1.2
P500	500	2	0.9
P560	560	2	0.9
P630	630	2	0.8
P710	710	2	0.7
P800	800	3	0.6
P1M0	1000	3	0.5

ตาราง 4.19 ข้อมูลตัวสับเบรค, 380-480 V

525-690 V AC			
ข้อมูลชุดขับ			
Aqua FC202 [T7]	**Pm (NO) [kW]**	**จำนวนตัวสับเบรค[1)]**	**R_{min}**
N75K	75	1	13.5
N90K	90	1	8.8
N110	110	1	8.2
N132	132	1	6.6
N160	160	1	4.2
N200	200	1	4.2
N250	250	1	3.4
N315	315	1	2.3
N400	400	1	2.3
P450	450	1	2.3
P500	500	1	2.1
P560	560	1	2
P630	630	1	2
P710	710	2	1.3
P800	800	2	1.1
P900	900	2	1.1
P1M0	1000	3	1
P1M2	1200	3	0.8
P1M4	1400	3	0.7

ตาราง 4.20 ข้อมูลตัวสับเบรค 525-690 V

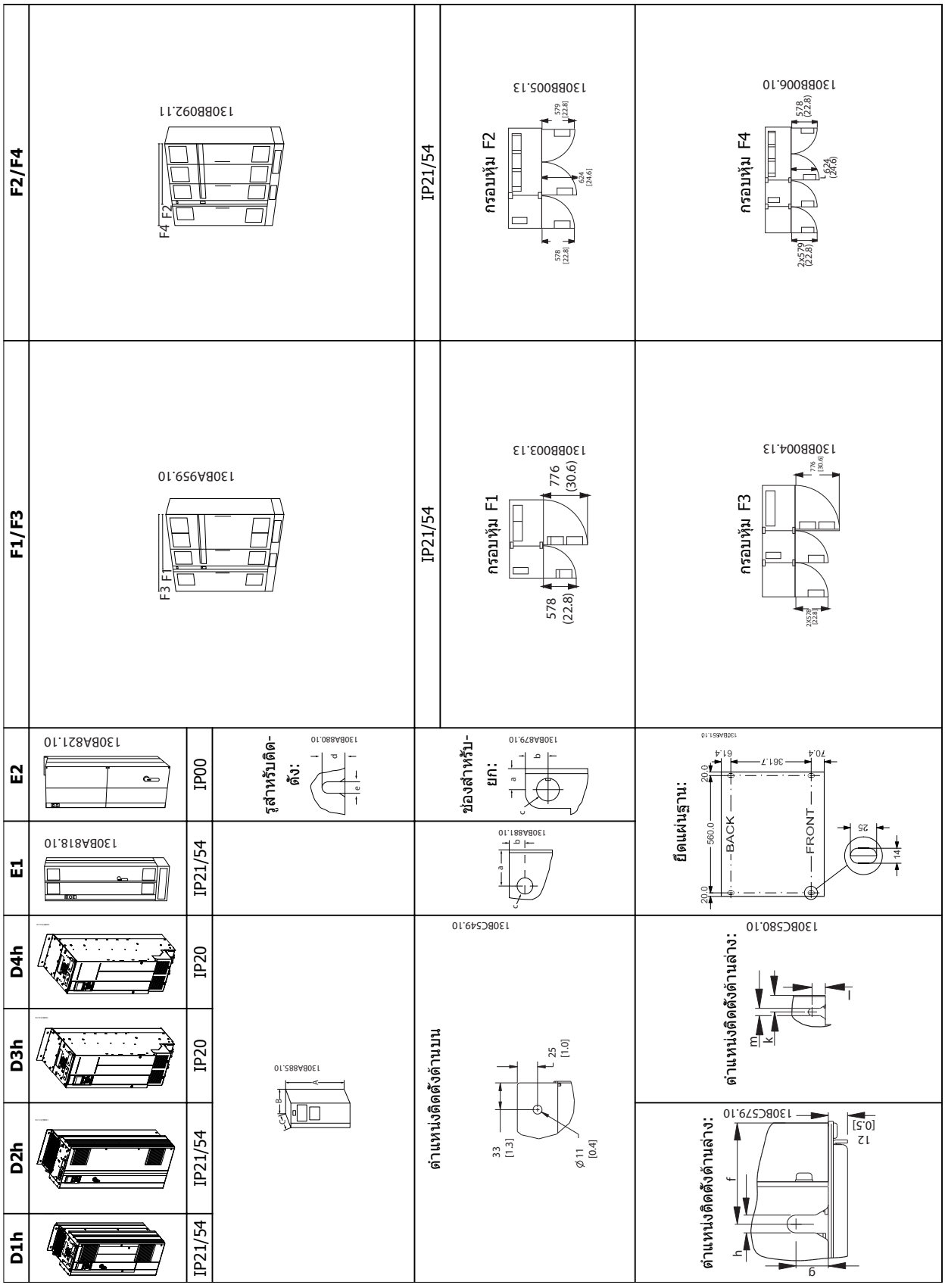
R_{min}=ความต้านทานเบรคขั้นต่ำสุดที่สามารถใช้กับตัวแปลงความถี่นี้ หากตัวแปลงความถี่มีตัวสับเบรคจำนวนมาก ค่าความต้านทานคือยอดรวมของ-ความต้านทานทั้งหมดที่เกิดขึ้นขนานกัน

$R_{br,\ nom}$=ความต้านทานที่ระบุที่จำเป็นเพื่อให้ได้แรงบิดการเบรค150%

1) ตัวแปลงความถี่ขนาดใหญ่กว่ามีโมดูลอินเวอเตอร์จำนวนมากพร้อมตัวสับเบรคในอินเวอร์เตอร์แต่ละตัว เชื่อมต่อตัวต้านทานจำนวนเท่ากับตัวสับเบรค-แต่ละตัว

5 วิธีการติดตั้ง

5.1 การติดตั้งเชิงกล

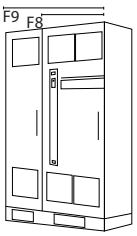
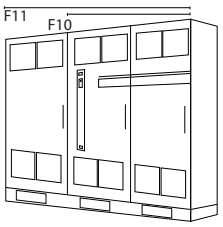
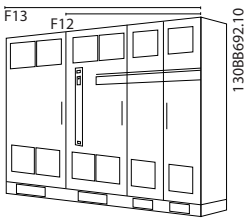


ตาราง 5.1 ภาพรวมผลิตภัณฑ์, ตัวแปลงความถี่ 6 พัลส์

ขนาดกรอบหุ้ม [kW]		D1h	D2h	D3h*	D4h*	E1	E2*	F1	F2	F3	F4
380–480 V AC 525–690 V AC		110–160 45-160	200–315 200–400	110–160 45–160	200–315 200–400	315–450 450–630	315–450 450–630	500–710 710–900	800–1000 1000–1400	500–710 710–900	800–1000 1000–1400
ขนาดเชิงกล											
IP NEMA		21/54 ประเภท 1/12	21/54 ประเภท 1/12	20 โครงเครื่อง	20 โครงเครื่อง	21/54 ประเภท 1/12	00 โครงเครื่อง	21/54 ประเภท 1/12	21/54 ประเภท 1/12	21/54 ประเภท 1/12	21/54 ประเภท 1/12
ขนาดสำหรับการขนส่ง [มม.]											
ความกว้าง		997	1,170	997	1,170	2,197	1,705	2,324	2,324	2,324	2,324
ความสูง		587	587	587	587	840	831	1,569	1,962	2,159	2,559
ความลึก		460	535	460	535	736	736	927	927	927	927
ขนาดตัวแปลงความถี [มม.]											
ความสูง											
	A	901	1107	909	1122	2000	1547	2281	2281	2281	2281
ความกว้าง											
	B	325	420	250	350	600	585	1400	1800	2000	2400
ความลึก											
	C	380	380	375	375	494	494	607	607	607	607
ขนาดในวงเล็บ [มม./นิ้ว]											
รูตรงกลางของขอบด้านหลัง	a	ใช้ไม่ได้				56/2.2	23/0.9				
รูตรงกลางของขอบด้านบน	b					25/1.0	25/1.0				
เส้นผ่าศูนย์กลางของรู	c					25/1.0	25/1.0				
ด้านบนของช่องสำหรับติด-ตั้งจนถึงขอบด้านล่าง	d						27/1.1				
ความกว้างของช่องสำหรับ-ติดตั้ง	e						13/0.5				
รูสำหรับติดตั้งด้านล่างจาก-ขอบด้านข้าง	f	63/2.5	75/3.0	ใช้ไม่ได้							
รูสำหรับติดตั้งด้านล่างจาก-ขอบด้านล่าง	g	20/0.8	20/0.8								
ความกว้างของช่องสำหรับ-ติดตั้ง	h	11/0.4	11/0.4								
รูสำหรับติดตั้งด้านล่างจาก-ขอบด้านข้าง	k	ใช้ไม่ได้		25/1.0	40/1.6	ใช้ไม่ได้					
รูสำหรับติดตั้งด้านล่างจาก-ขอบด้านล่าง	l			20/0.8	20/0.8						
ความกว้างของช่องสำหรับ-ติดตั้ง	m			11/0.4	11/0.4						

ขนาดกรอบหุ้ม [kW]		D1h	D2h	D3h*	D4h*	E1	E2*	F1	F2	F3	F4
380–480 V AC **525–690 V AC**		**110–160** **45-160**	**200–315** **200–400**	**110–160** **45–160**	**200–315** **200–400**	**315–450** **450–630**	**315–450** **450–630**	**500–710** **710–900**	**800–1000** **1000–1400**	**500–710** **710–900**	**800–1000** **1000–1400**
น้ำหนักสูงสุด [กก.]		98	164	98	164	313	277	1017	1260	1318	1561
ติดต่อ Danfoss สำหรับข้อมูลโดยละเอียดเพิ่มเติมและภาพร่าง CAD สำหรับวัตถุประสงค์ในการวางแผนของคุณเอง **ชุดขับโครงเครื่องมีวัตถุประสงค์เพื่อการติดตั้งในกรอบหุ้มภายนอก*											

ตาราง 5.2 คำอธิบาย *ตาราง 5.1*

ขนาดเฟรม		F8	F9	F10	F11	F12	F13
							
การป้องกันกรอบหุ้ม	IP	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54
	NEMA	ประเภท 1/ ประเภท 12	ประเภท 1/ประเภท 12	ประเภท 1/ประเภท 12	ประเภท 1/ประเภท 12	ประเภท 1/ประเภท 12	ประเภท 1/ประเภท 12
กำลังทีพิกัดโหลดเกิน-สูง - แรงบิดโหลดเกิน 160%		315-450 kW (380-480 V) 450-630 kW (525-690 V)	315-350 kW (380-480 V) 450-630 kW (525-690 V)	500-710 kW (380-480 V) 710-900 kW (525-690 V)	500-710 kW (380-480 V) 710-900 kW (525-690 V)	800-1000 kW (380-480 V) 1000-1400 kW (525-690 V)	800-1000 kW (380-480V) 1000-1400 kW (525-690 V)
ขนาด-สำหรับ-การขนส่ง [มม.]	ความ-สูง	2324	2324	2324	2324	2324	2324
	ความ-กว้าง	970	1568	1760	2559	2160	2960
	ความ-ลึก	1130	1130	1130	1130	1130	1130
ขนาดชุดขับ [มม.]	ความ-สูง	2204	2204	2204	2204	2204	2204
	ความ-กว้าง	800	1400	1600	2200	2000	2600
	ความ-ลึก	606	606	606	606	606	606
น้าหนักสูงสุด [กก.]		447	669	893	1116	1037	1259

ตาราง 5.3 ภาพรวมผลิตภัณฑ์, ตัวแปลงความถี่ 12 พัลส์

ประกาศ

เฟรม F มีให้เลือกใช้โดยมีหรือไม่มีตู้อุปกรณ์เสริม โดย F8, F10 และ F12 ประกอบด้วยตู้อินเวอร์เตอร์ทางด้านขวาและตู้-วงจรเรียงกระแสทางด้านซ้าย ส่วน F9, F11 และ F13 มีตู้อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติมทางด้านซ้ายของตู้วงจรเรียงกระแส F9 คือ F8 ทีมีตู้อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติม ส่วน F11 คือ F10 ทีมีตู้อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติม และ F13 คือ F12 ทีมีตู้อุปกรณ์เสริม-เพิ่มเติม

5

5.1.1 การติดตั้งเชิงกล

1. เจาะรูตามระยะทีให้มา
2. หาสกรูทีเหมาะสมสำหรับพืนผิวติดตัง ขันสกรูทัง 4 ตัวให้แน่น

ตัวแปลงความถีช่วยให้สามารถติดตังชิดกันได้ ผนังด้านหลังจะต้องมีความแข็งแรง

กรอบหุ้ม	พืนทีว่าง [มม.]
D1h/D2h/D3h/D4h/D5h/D6h/D7h/D8h	225
E1/E2	225
F1/F2/F3/F4	225
F8/F9/F10/F11/F12/F13	225

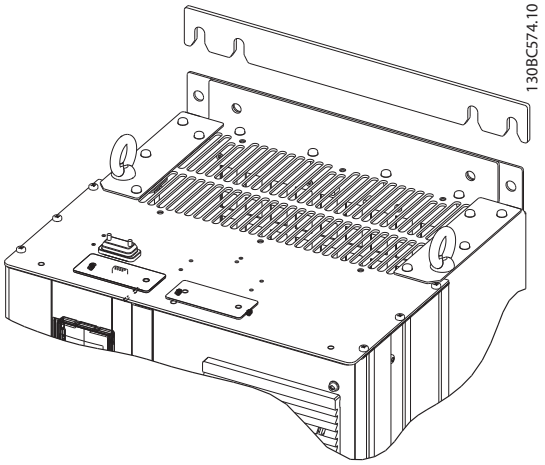
ตาราง 5.4 ต้องมีพืนทีว่างด้านบนและด้านล่างตัวแปลงความถี

ประกาศ

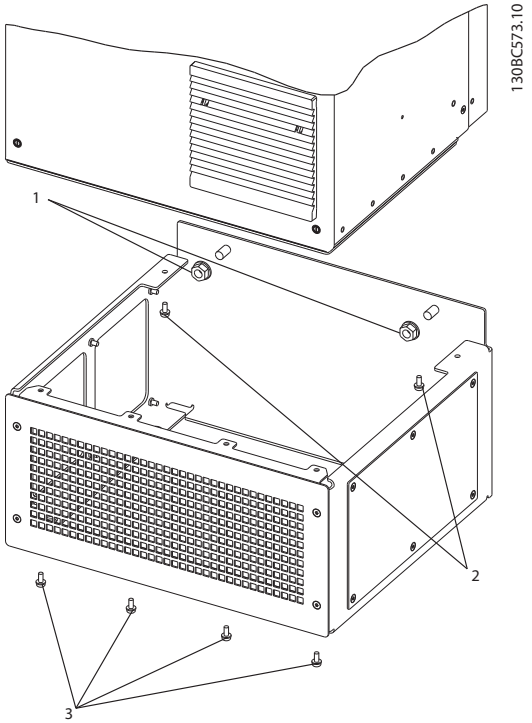
หากใช้ชุดอุปกรณ์เพือกำหนดทิศทางการระบายความร้อนของแผ่นระบายความร้อนออกจากด้านหลังของตัวแปลงความถี ต้องเว้นพืนทีว่างทีด้านบน 100 มม.

5.1.2 การติดตังเฟรม D บนฐาน

ตัวแปลงความถี D7h และ D8h จัดส่งมาพร้อมฐานและอุปกรณ์สำหรับแขวนบนผนัง ก่อนทีจะยึดกรอบหุ้มกับผนัง ให้ติดตังฐานด้านหลังหน้าแปลนการติดตังตามทีแสดงใน *ภาพประกอบ 5.1*



ภาพประกอบ 5.1 อุปกรณ์สำหรับแขวนบนผนัง



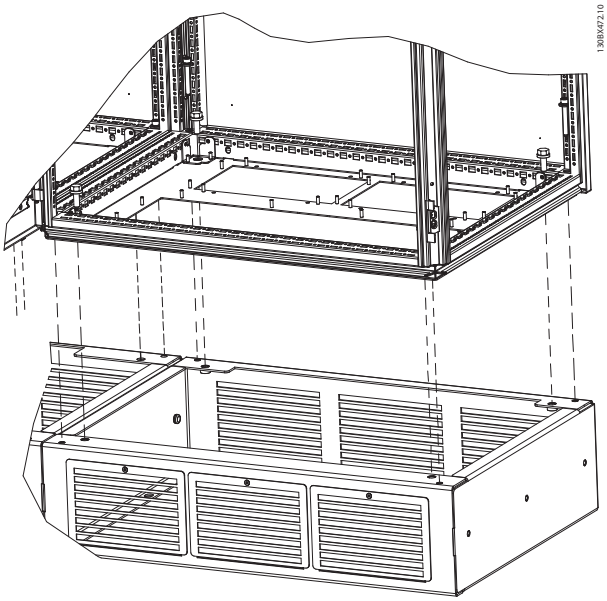
ภาพประกอบ 5.2 การติดตังฮาร์ดแวร์สำหรับฐาน

1	ติดตังฐานกับช่องด้านหลังโดยใช้แป้นเกลียว M10 2 อัน
2	ขันสกรู M5 2 ตัวให้ทะลุหน้าแปลนของฐานด้านหลังไปถึงตัวยึดชุดขับบนฐาน
3	ขันสกรู M5 4 ตัวให้ทะลุหน้าแปลนของฐานด้านหน้าเข้าไปในรูสำหรับติดตังแผ่นกันด้านหน้า

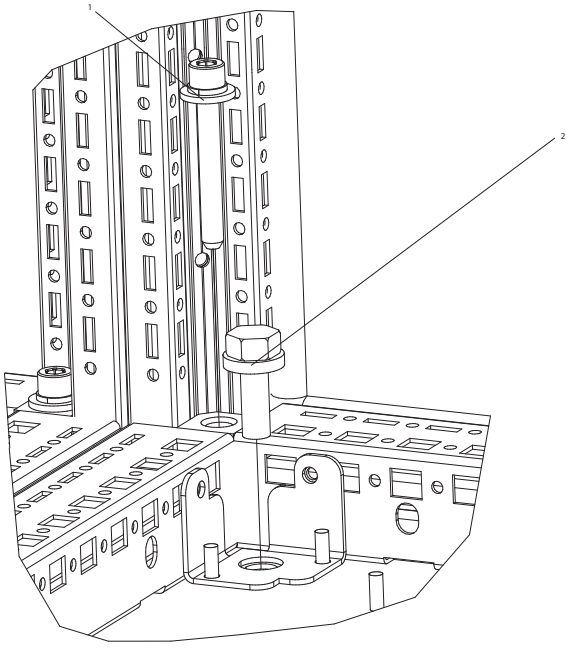
ตาราง 5.5 คำอธิบาย *ภาพประกอบ 5.2*

5.1.3 การติดตังฐานบนชุดขับเฟรม F

ฐานบนตัวแปลงความถีเฟรม F ใช้สลัก 8 อันแทนทีจะเป็น 4 อัน



ภาพประกอบ 5.3 การติดตั้งแป้นเกลียวบนฐาน



ภาพประกอบ 5.4 รายละเอียดจากระยะใกล้

1	ติดตั้งสลักขนาด M8x60 มม. แต่ละอันกับแหวนรองสำหรับล็อคและแหวนรองชนิดหน้าเรียบในรูที่เป็นเกลียวในฐาน ติดตั้งสลัก 4 อันต่อตู้ 1 ใบ
2	ติดตั้งสลัก M10x30 แต่ละอันกับแหวนรองสำหรับล็อคและแหวนรองชนิดหน้าเรียบให้ทะลุแผ่นฐานเข้าไปในรูที่เป็นเกลียวในฐาน ติดตั้งสลัก 4 อันต่อตู้ 1 ใบ

ตาราง 5.6 คำอธิบาย *ภาพประกอบ 5.4*

5.1.4 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งเชิงกล

⚠คำเตือน

ปฏิบัติตามข้อกำหนดที่นำมาใช้และชุดอุปกรณ์ติดตั้งภาคสนาม เพื่อหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บที่รุนแรงหรือความเสียหายของอุปกรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ขนาดใหญ่ ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดในคำแนะนำ

⚠ข้อควรระวัง

ตัวแปลงความถี่จะต้องมีการระบายความร้อนด้วยวิธีการระบายอากาศ
เพื่อไม่ให้เครื่องร้อนเกินไป ตรวจสอบให้แน่ใจว่าอุณหภูมิแวดล้อม *ไม่เกินอุณหภูมิพิกัดสูงสุด* ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วง 45 °C - 55 °C การลดพิกัดของตัวแปลงความถี่จะเป็นสิ่งที่สำคัญ ดู *3.5.5 การลดพิกัดอุณหภูมิแวดล้อม*
If derating for ambient temperature is not taken into account, the service life of the frequency converter is reduced.

5.2 ก่อนการติดตั้ง

5.2.1 การวางแผนสถานที่ติดตั้ง

ประกาศ

เพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มภาระระหว่างและหลังการติดตั้ง สิ่งสำคัญคือต้องวางแผนการติดตั้งตัวแปลงความถี่ล่วงหน้า

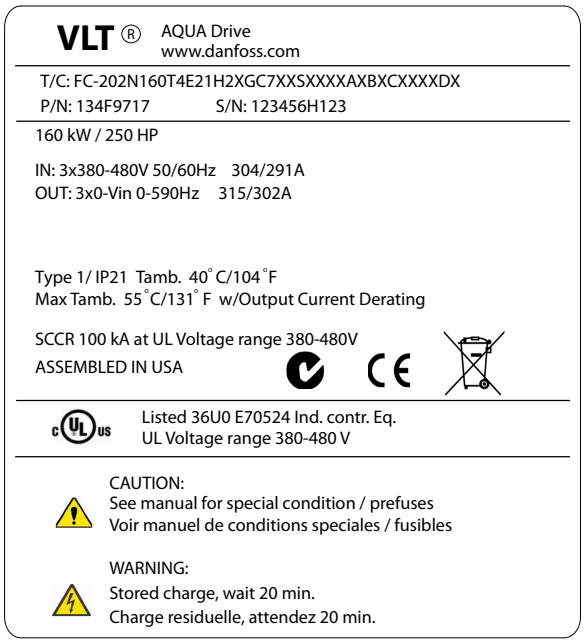
เลือกสถานที่ใช้งานที่ดีที่สุดด้วยการพิจารณาสิ่งต่อไปนี้:

- อุณหภูมิการทำงานแวดล้อม
- วิธีการติดตั้ง
- วิธีการระบายความร้อนของเครื่อง
- ตำแหน่งจัดวางตัวแปลงความถี่
- การวางสายเคเบิล
- ตรวจดูว่าแหล่งจ่ายไฟจ่ายแรงดันที่ถูกต้องและกระแสไฟตามที่ต้องการ
- ตรวจดูว่าพิกัดกระแสมอเตอร์อยู่ภายในกระแสสูงสุดจากตัวแปลงความถี่
- หากตัวแปลงความถี่ไม่มีฟิวส์ภายในตัว ตรวจดูว่าฟิวส์ภายนอกมีพิกัดที่ถูกต้อง

5

5.2.2 การรับตัวแปลงความถี่

เมื่อได้รับตัวแปลงความถี่ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเครื่องไม่มีความเสียหายและมีความสมบูรณ์ และตรวจดูความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องระหว่างการขนส่ง หากมีความชำรุดเสียหายเกิดขึ้น ติดต่อบริษัทจัดส่งสินค้าเพื่อเรียกร้องการชดเชยค่าเสียหาย



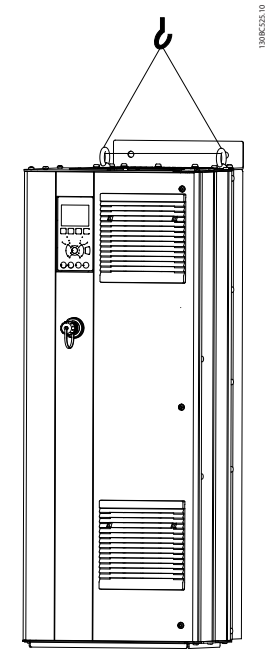
ภาพประกอบ 5.5 ป้ายชื่อ

5.2.3 การขนส่งและการนำผลิตภัณฑ์ออกจากกล่อง

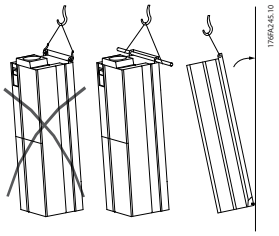
ก่อนนำตัวแปลงความถี่ออกจากกล่อง ให้วางในบริเวณที่ใกล้เคียงกับสถานที่ติดตั้งสุดท้ายให้มากที่สุด
นำกล่องออกและวางตัวแปลงความถี่ทิ้งไว้บนพาเลตนานที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

5.2.4 การยก

ยกตัวแปลงความถี่โดยใช้ช่องสำหรับยกที่ติดกับเครื่องเสมอ สำหรับกรอบหุ้ม E2 (IP00) ทั้งหมด ใช้บาร์เพื่อป้องกันไม่ให้ช่องยกของตัวแปลงความถี่โค้งงอ



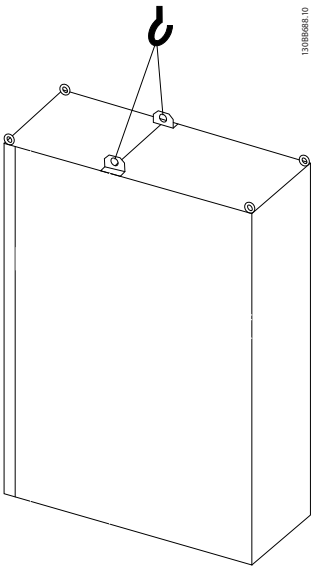
ภาพประกอบ 5.6 วิธีการยกที่แนะนำ, ขนาดเฟรม D



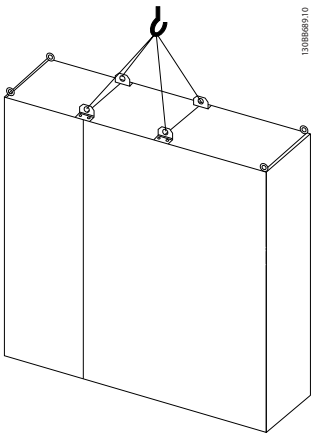
ภาพประกอบ 5.7 วิธีการยกที่แนะนำ, ขนาดเฟรม E

⚠คำเตือน

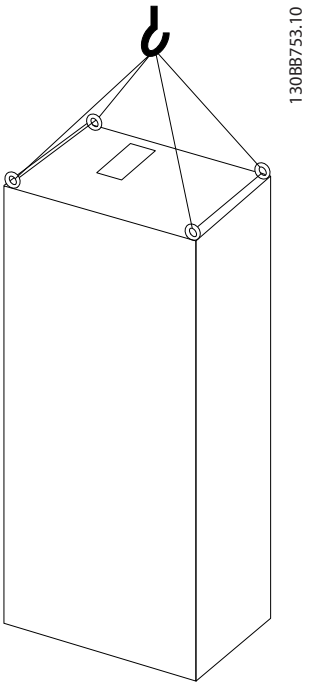
บาร์สำหรับยกต้องสามารถรองรับน้ำหนักของตัวแปลงความถี่ได้ ดู *ตาราง 5.2* สำหรับน้ำหนักของขนาดเฟรมต่างๆ เส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดสำหรับบาร์คือ 2.5 ซม. (1 นิ้ว) มุมจากด้านบนสุดของชุดขับกับสายเคเบิลยกควรอยู่ที่ 60° หรือมากกว่า



ภาพประกอบ 5.8 วิธีการยกทีแนะนำ, ขนาดเฟรม F1, F2, F9 และ F10



ภาพประกอบ 5.9 วิธีการยกทีแนะนำ, ขนาดเฟรม F3, F4, F11, F12 และ F13



ภาพประกอบ 5.10 วิธีการยกทีแนะนำ, ขนาดเฟรม F8

ประกาศ

ฐานสีเหลียมถูกจัดมาให้ในบรรจุภัณฑ์เดียวกับตัวแปลงความถี แต่ไม่ได้ให้มาสำหรับขนาดเฟรม F1-F4 ระหว่างการจัดส่ง ต้องใช้ฐานสีเหลียมเพื่อให้อากาศไหลเวียนสำหรับตัวแปลงความถีเพื่อระบายความร้อนอย่างเหมาะสม วางเฟรม F ด้านบนของฐานสีเหลียมในตำแหน่งติดตั้งสุดท้าย มุมจากด้านบนสุดของตัวแปลงความถีกับสายเคเบิลยกควรอยู่ที 60° หรือมากกว่า นอกจากภาพร่างด้านบน สามารถใช้บาร์ยึดช่วงไหล่เพื่อยกเฟรม F ได้

5.2.5 เครื่องมือทีต้องใช้

ในการดำเนินการติดตั้งเชิงกล จำเป็นต้องมีเครื่องมือต่อไปนี้:

- สว่านพร้อมดอกสว่านขนาด 10 มม. หรือ 12 มม.
- เทปวัด
- ประแจพร้อมกระบอกโลหะ (7–17 มม.)
- สายต่อพ่วงสำหรับประแจ
- เครื่องเจาะแผ่นโลหะสำหรับท่อร้อยสายหรือเคเบิลแกลนด์ในเครื่อง IP21 (NEMA 1) และ IP54 (NEMA 12)
- บาร์สำหรับยกเพื่อยกเครื่อง (ท่อนโลหะหรือท่อขนาด Ø สูงสุด 25 มม. (1 นิว) สามารถยกน้ำหนักได้อย่างน้อย 400 กก. (880 ปอนด์)
- เครนหรือเครื่องมือช่วยยกอืนๆ เพื่อวางตัวแปลงความถีในตำแหน่ง
- ใช้เครื่องมือ Torx T50 เพื่อติดตั้ง E1 ในประเภทกรอบหุ้ม IP21 และ IP54

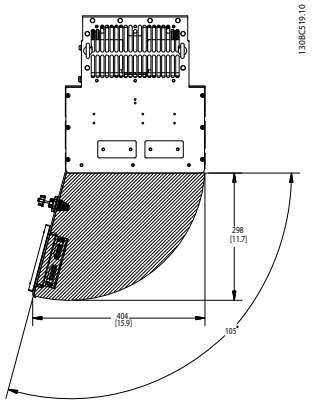
5.2.6 ข้อควรพิจารณาทั่วไป

การเข้าถึงสายต่างๆ
ตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีช่องทางเข้าถึงสายเคเบิลอย่างเหมาะสม รวมถึงระยะเผื่อสำหรับการโค้งงอ เนื่องจากกรอบหุ้ม IP00 เปิดจนถึงส่วนล่าง สายเคเบิลจึงต้องยึดติดกับแผงด้านหลังของกรอบหุ้มซึ่งเป็นส่วนที่ติดตั้งตัวแปลงความถี่

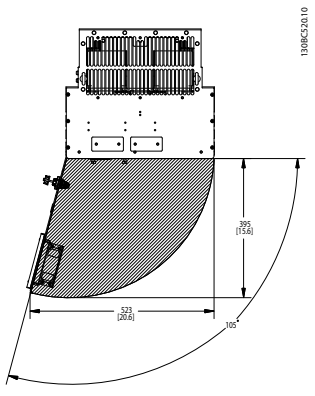
ประกาศ

หางปลา/ปลอกสายเคเบิลทั้งหมดต้องติดตั้งภายในความกว้างของขั้วต่อบัสบาร์

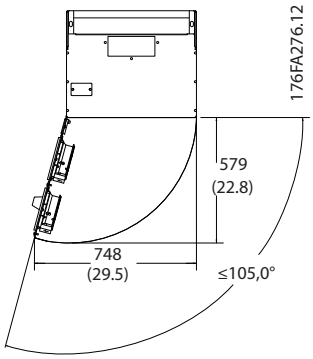
พื้นที่ว่าง
ตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีพื้นที่ว่างด้านบนและด้านล่างของตัวแปลงความถี่เพื่อให้อากาศไหลเวียนและมีช่องทางเข้าถึงสายเคเบิล นอกจากนี้ ยังควรพิจารณาพื้นที่ว่างหน้าเครื่องเพื่อให้สามารถเปิดประตูแผงได้



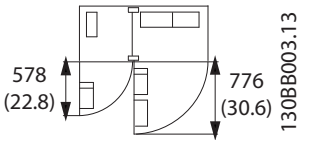
ภาพประกอบ 5.11 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม D1h, D5h และ D6h



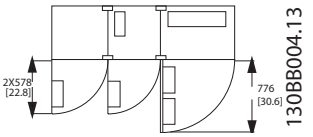
ภาพประกอบ 5.12 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม D2h, D7h และ D8h



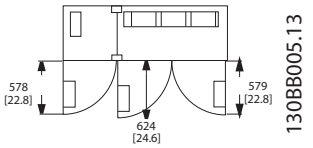
ภาพประกอบ 5.13 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม E1



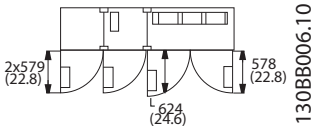
ภาพประกอบ 5.14 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F1



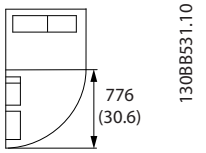
ภาพประกอบ 5.15 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดดฟรม F3



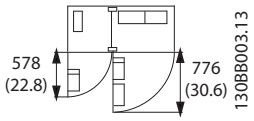
ภาพประกอบ 5.16 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F2



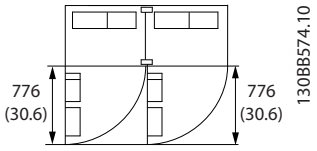
ภาพประกอบ 5.17 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F4



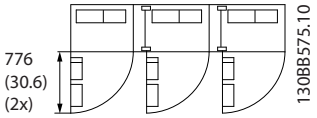
ภาพประกอบ 5.18 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F8



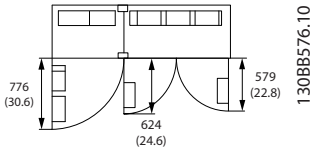
ภาพประกอบ 5.19 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F9



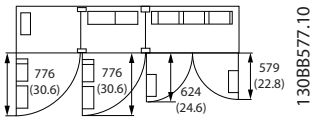
ภาพประกอบ 5.20 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F10



ภาพประกอบ 5.21 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F11



ภาพประกอบ 5.22 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F12



ภาพประกอบ 5.23 พื้นที่ว่างด้านหน้าประเภทกรอบหุ้ม IP21/ IP54, ขนาดเฟรม F13

5

5.2.7 การระบายความร้อนและการหมุนเวียนอากาศ

การระบายความร้อน
การระบายความร้อนสามารถทำได้ทั้งโดยการใช้ท่อระบายความร้อนด้านล่างและด้านบนของตัวเครื่อง โดยการนำอากาศเข้าและออกด้านหลังตัวเครื่อง หรือโดยการใช้วิธีระบายความร้อนหลายวิธีร่วมกัน

การระบายความร้อนท่อ
อุปกรณ์เสริมในตัวได้รับการพัฒนาขึนเพื่อช่วยในการติดตังตัวแปลงความถีของ IP00/โครงเครืองในกรอบหุ้ม Rittal TS8 โดยใช้พัดลมของตัวแปลงความถีช่วยระบายอากาศของช่องด้านหลัง อากาศทีออกจากด้านบนของกรอบหุ้มจะปล่อยออกนอกตัวเครือง ดังนัน ความร้อนจะหายไปจากช่องด้านหลังและไม่กระจายอยู่ภายในห้องควบคุม จึงลดความต้องการในการปรับอากาศ

การระบายความร้อนด้านหลัง
ช่องระบายอากาศด้านหลังยังสามารถช่วยระบายอากาศเข้าและออกทีด้านหลังของกรอบหุ้ม Rittal TS8 ด้วยวิธีนี ช่องด้านหลังสามารถรับอากาศจากด้านนอกตัวเครือง และระบายความร้อนออกนอกตัวเครือง จึงลดความต้องการในการปรับอากาศ

ประกาศ

พัดลมทีประตูเป็นอุปกรณ์ทีต้องมีในกรอบหุ้มเพือระบายอากาศร้อนออกไม่รวมถึงช่องด้านหลังของตัวแปลงความถีและความร้อนเพิมเติมทีเกิดจากอุปกรณ์อืนทีติดตังภายในกรอบหุ้ม โดยต้องคำนวณการหมุนเวียนอากาศโดยรวมทีต้องการเพือให้สามารถเลือกใช้พัดลมอย่างเหมาะสม ผู้ผลิตกรอบหุ้มบางรายได้เสนอซอฟต์แวร์สำหรับการคำนวณนี

การหมุนเวียนอากาศ
ต้องมีการหมุนเวียนอากาศทีจำเป็นเหนือแผ่นระบายความร้อน โดยอัตราการหมุนเวียนแสดงใน *ตาราง 5.7*

ประเภทชุดขับเคลือน	ขนาดชุดขับ		ขนาดเฟรม	การป้องกันกรอบหุ้ม	การหมุนเวียนอากาศ m3/h (cfm)	
	380-480 V (T5)	525-690 V (T7)			พัดลมทีประตู/พัดลมด้านบน	พัดลมแผ่นระบายความร้อน
6 พัลส์	N110 ถึง N160	N75 ถึง N160	D1h, D5h, D6h	IP21/NEMA 1 หรือ IP54/NEMA 12	102 (60)	420 (250)
			D3h	IP20/โครงเครือง		
	N200 ถึง N315	N200 ถึง N400	D2h, D7h, D8h	IP21/NEMA 1 หรือ IP54/NEMA 12	204 (120)	840 (500)
			D4h	IP20/โครงเครือง		
	-	P450 ถึง P500	E1	IP21/NEMA 1 หรือ IP54/NEMA 12	340 (200)	1105 (650)
			E2	IP00/โครงเครือง	255 (150)	
	P355 ถึง P450	P560 ถึง P630	E1	IP21/NEMA 1 หรือ IP54/NEMA 12	340 (200)	1445 (850)
			E2	IP00/โครงเครือง	255 (150)	
	P500 ถึง P1M0	P710 ถึง P1M4	F1/F3, F2/F4	IP21/NEMA 1	700 (412)	985 (580)
				IP54/NEMA 12	525 (309)	
12 พัลส์	P315 ถึง P1M0	P450 ถึง P1M4	F8/F9, F10/F11, F12/F13	IP21/NEMA 1	700 (412)	985 (580)
				IP54/NEMA 12	525 (309)	

ตาราง 5.7 การหมุนเวียนอากาศของแผ่นระบายความร้อนและช่องด้านหน้า

** การหมุนเวียนอากาศต่อพัดลม เฟรม F มีพัดลมหลายตัว*

พัดลมระบายความร้อนของเฟรม D
ตัวแปลงความถีทังหมดในช่วงขนาดนีได้รับการติดตังพัดลมระบายความร้อนมาด้วย เพือให้การหมุนเวียนอากาศทั่วทังแผ่นระบายความร้อน ตัวเครืองในกรอบหุ้ม IP21 (NEMA 1) และ IP54 (NEMA 12) มีพัดลมติดตังในประตูกรอบหุ้มเพือให้การหมุนเวียนอากาศเพิมเติมกับชุด กรอบหุ้ม IP20 มีพัดลมติดตังทีด้านบนของตัวเครืองเพือการระบายความร้อนเพิมเติม พัดลมเป็นพัดลม 24 V DC ขนาดเล็กติดตังภายใต้แผ่นอินพุท พัดลมนีทำงานทุกครังทีเปิดทำงานตัวแปลงความถี

แรงดันกระแสตรงจากเพาเวอร์การ์ดช่วยจ่ายกระแสไฟให้กับพัดลม โดยพัดลมได้รับกระแสไฟ 24 V DC จากแหล่งจ่ายไฟโหมดสวิตช์หลัก พัดลมแผ่นระบายความร้อนและพัดลมทีประตู/พัดลมด้านบนได้รับกระแสไฟ 48 V DC จากแหล่งจ่ายไฟโหมดสวิตช์เสริมบนเพาเวอร์การ์ด พัดลมแต่ละตัวมีค่าป่อนกลับเครืองวัดความเร็วรอบไปยังการ์ดควบคุม เพือตรวจสอบว่าพัดลมทำงานถูกต้อง การควบคุมเปิด/ปิดการทำงานและความเร็วของพัดลมมีให้เพือลดเสียงรบกวนโดยรวมและยืดอายุใช้งานของพัดลม

เงือนไขต่อไปนีจะเปิดใช้งานพัดลมบนเฟรม D:

- กระแสเอาท์พุทเกินกว่า 60% ของค่าทีระบุ
- อุณหภูมิเกิน IGBT
- อุณหภูมิต่ำ IGBT

- การ์ดควบคุมอุณหภูมิสูงเกิน
- DC ค้างทำงาน
- เบรคกระแสตรงทำงาน
- วงจรเบรคไดนามิคทำงาน
- ระหว่างการสร้างสนามแม่เหล็กล่วงหน้าของมอเตอร์
- AMA กำลังทำงาน

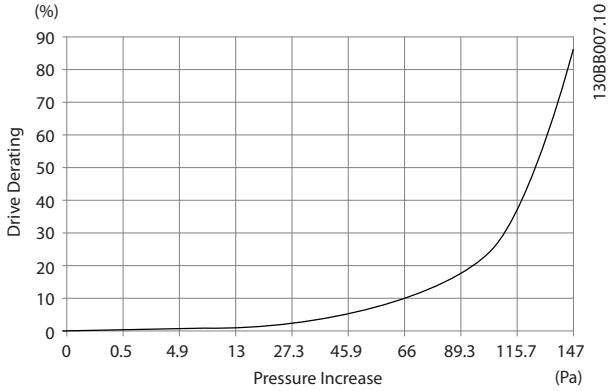
นอกจากเงื่อนไขเหล่านี้แล้ว พัดลมยังเริ่มต้นทำงานสั้นๆ ทุกครั้งหลังจากมีการจ่ายกระแสไฟอินพุทเข้าสู่ตัวแปลงความถี่ เมื่อพัดลมเริ่มทำงาน จะทำงานอย่างน้อยหนึ่งนาที

เงื่อนไขต่อไปนี้จะเปิดใช้งานพัดลมบนเฟรม E และ F:

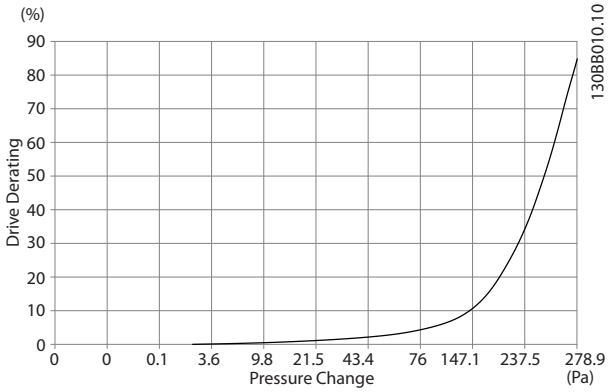
1. AMA
2. DC ค้าง
3. สร้างสนามแม่เหล็กล่วงหน้า
4. เบรคกระแสตรง
5. 60% ของกระแสที่ระบุเกินขีดจำกัด
6. อุณหภูมิแผ่นระบายความร้อนเฉพาะเกินขีดจำกัด (ขึ้นกับขนาดกำลัง)
7. อุณหภูมิแวดล้อมของเพาเวอร์การ์ดเฉพาะเกินขีดจำกัด (ขึ้นอยู่กับขนาดกำลัง)
8. อุณหภูมิแวดล้อมของการ์ดควบคุมเฉพาะเกินขีดจำกัด

ท่อภายนอก

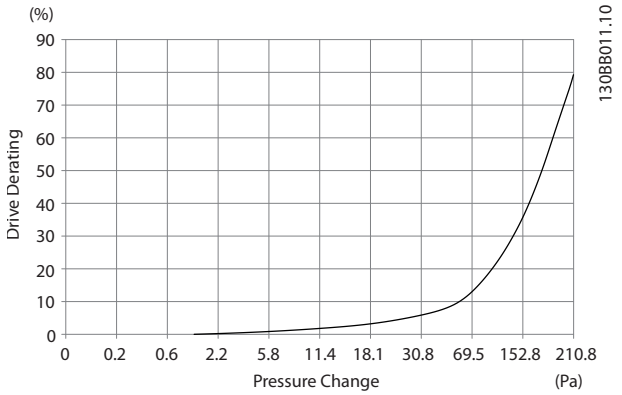
หากมีท่อต่อเพิ่มเติมภายนอกกับตู้ Rittal ต้องมีการคำนวณความดันตกในท่อ โดยใช้แผนภูมิการลดพิกัดเพื่อลดพิกัดตัวแปลงความถี่ตามการตกลงของความดัน



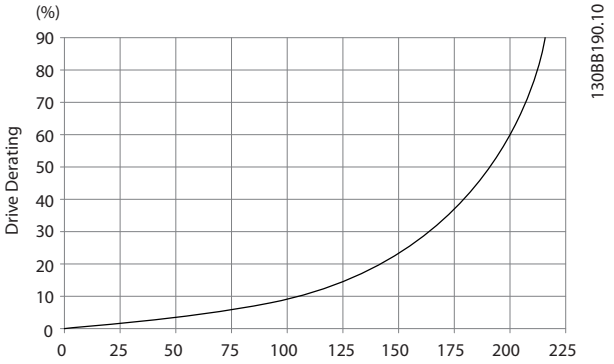
ภาพประกอบ 5.24 การลดพิกัดเฟรม D กับ การเปลี่ยนแปลงความดัน
การหมุนเวียนอากาศของตัวแปลงความถี่: 450 cfm (765 m^3/h)



ภาพประกอบ 5.25 การลดพิกัดเฟรม E กับ การเปลี่ยนแปลงความดัน (พัดลมขนาดเล็ก), P250T5 และ P355T7-P400T7
การหมุนเวียนอากาศของตัวแปลงความถี่: 650 cfm (1,105 m^3/h)



ภาพประกอบ 5.26 การลดพิกัดเฟรม E กับ การเปลี่ยนแปลงความดัน (พัดลมขนาดใหญ่), P315T5-P400T5 และ P500T7-P560T7
การหมุนเวียนอากาศของตัวแปลงความถี่: 850 cfm (1,445 m^3/h)



ภาพประกอบ 5.27 การลดพิกัดเฟรม F1, F2, F3, F4 กับ การเปลี่ยนแปลงความดัน
การหมุนเวียนอากาศของตัวแปลงความถี่: 580 cfm (985 m^3/h)

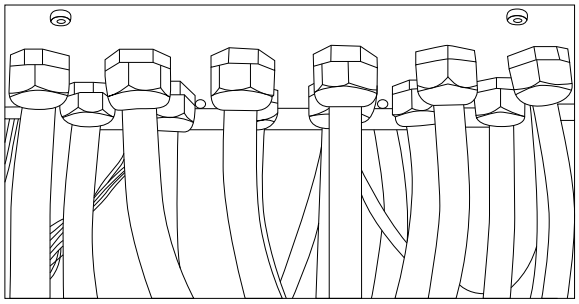
5.2.8 ช่องเสียบท่อร้อยสาย/แผ่นกัน - IP21 (NEMA 1) และ IP54 (NEMA12)

สายเคเบิลเชื่อมต่อผ่านแผ่นกันจากด้านล่าง ถอดแผ่นออกและ-วางแผนทีๆ จะติดตั้งช่องเสียบสำหรับแผ่นกันหรือท่อร้อยสาย

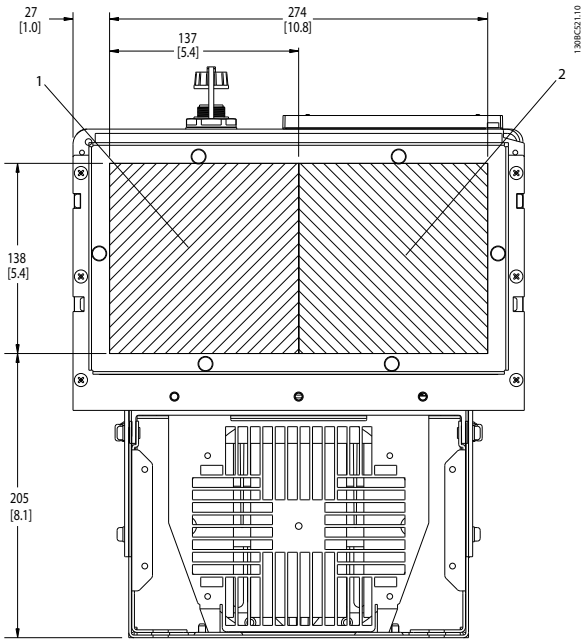
ประกาศ

แผ่นกันต้องเข้ากันได้พอดีกับตัวแปลงความถี่-เพื่อให้แน่ใจในระดับการป้องกันที่ระบุ

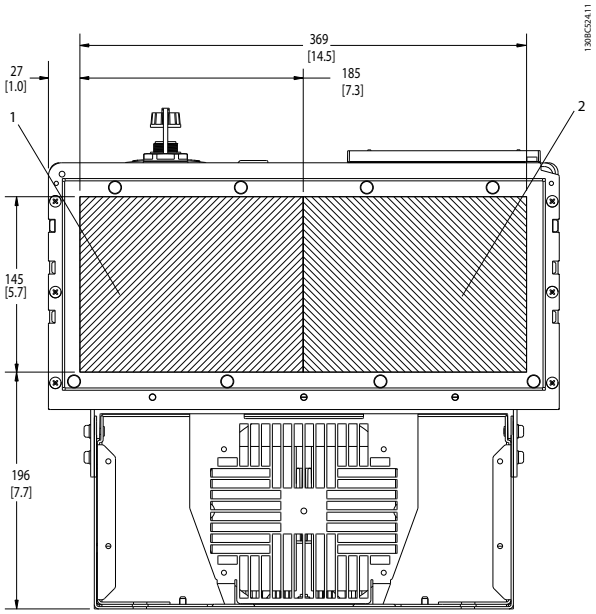
ช่องเข้าสายเคเบิลที่มองเห็นจากด้านล่างของตัวแปลง-ความถี่ - 1) ด้านแหล่งจ่ายไฟหลัก 2) ด้านมอเตอร์



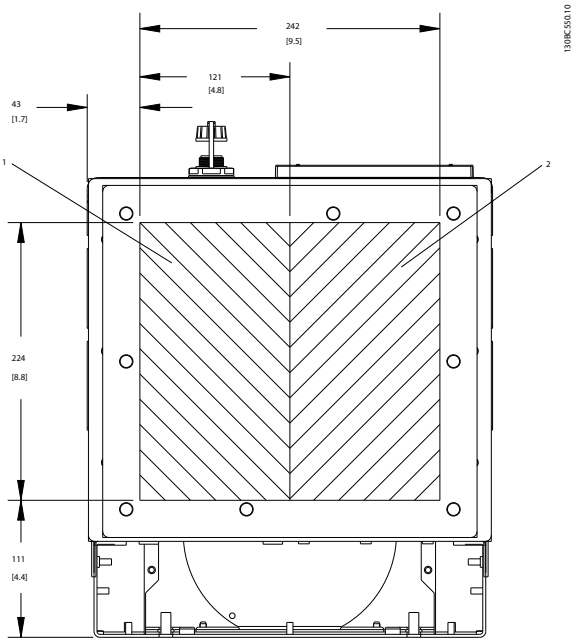
ภาพประกอบ 5.28 ตัวอย่างการติดตั้งแผ่นกันที่เหมาะสม



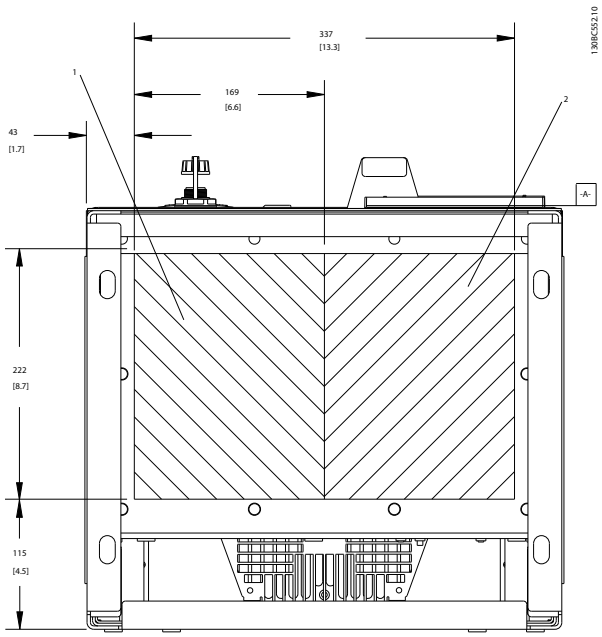
ภาพประกอบ 5.29 D1h, มุมมองด้านล่าง



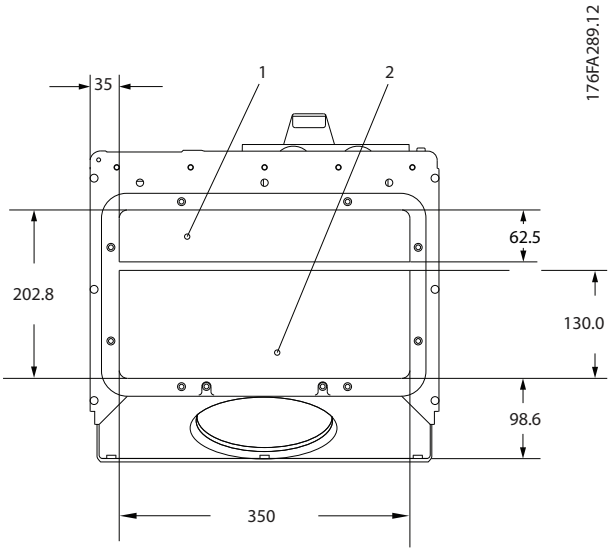
ภาพประกอบ 5.30 D2h, มุมมองด้านล่าง



ภาพประกอบ 5.31 D5h และ D6h, มุมมองด้านล่าง

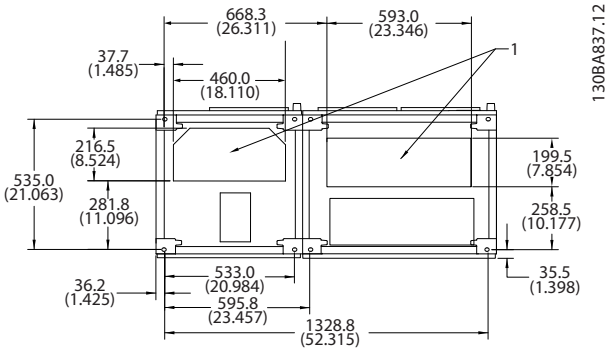


ภาพประกอบ 5.32 D7h และ D8h, มุมมองด้านล่าง

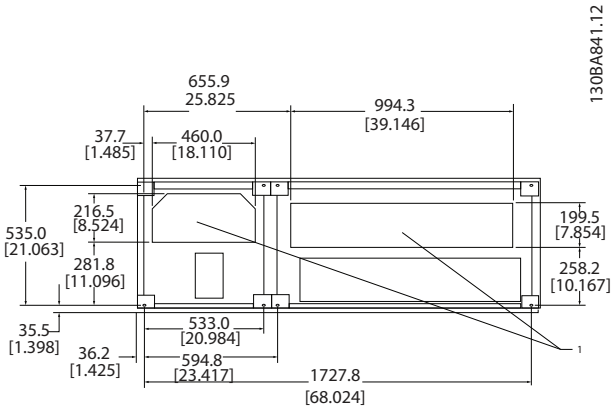


ภาพประกอบ 5.33 E1, มุมมองด้านล่าง

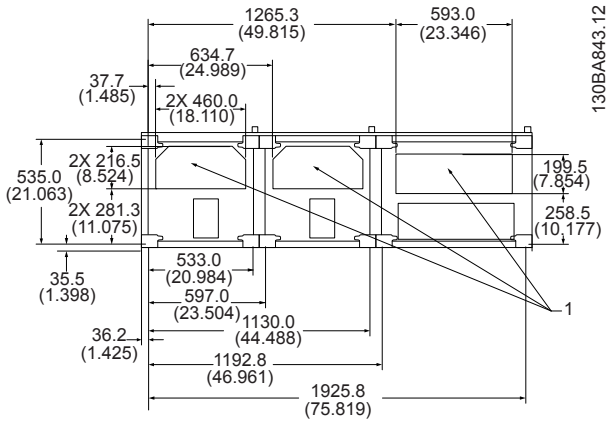
F1-F4: ช่องเสียบสายเคเบิลทีมองเห็นจากด้านล่างของ-ตัวแปลงความถี่ - 1) ติดตั้งท่อร้อยสายในบริเวณทีทำ-เครื่องหมายไว้



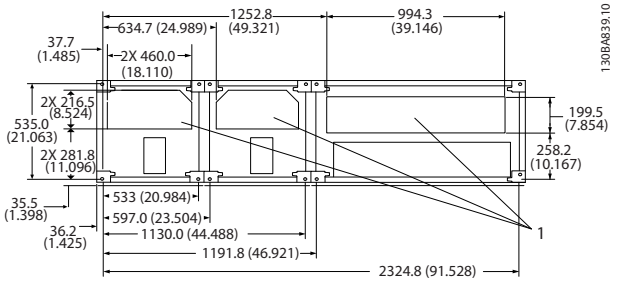
ภาพประกอบ 5.34 F1, มุมมองด้านล่าง



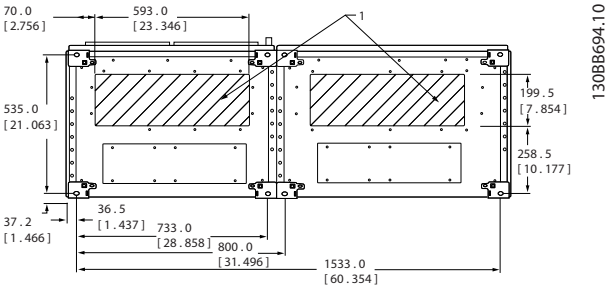
ภาพประกอบ 5.35 F2, มุมมองด้านล่าง



ภาพประกอบ 5.36 F3, มุมมองด้านล่าง



ภาพประกอบ 5.37 F4, มุมมองด้านล่าง



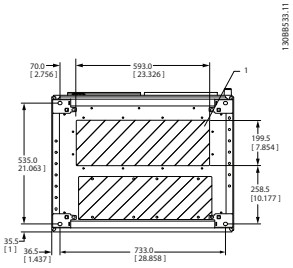
ภาพประกอบ 5.40 ขนาดเฟรม F10

5

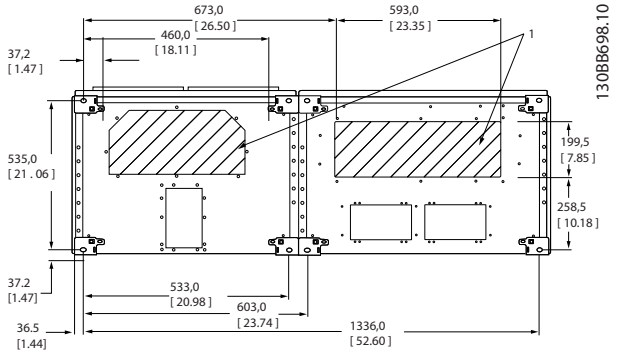
5.2.9 ช่องเสียบท่อร้อยสาย/แผ่นกัน, 12 พัลส์ - IP21 (NEMA 1) และ IP54 (NEMA12)

ประกาศ

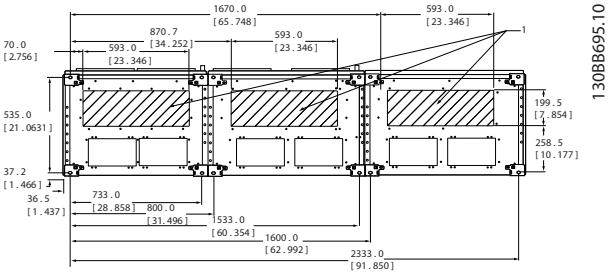
ช่องเข้าสายเคเบิลทีมองเห็นจาก-ด้านล่างของตัวแปลงความถี



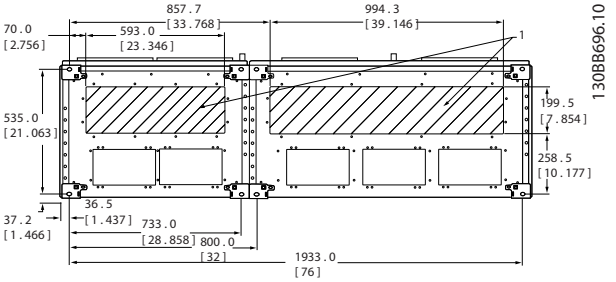
ภาพประกอบ 5.38 ขนาดเฟรม F8



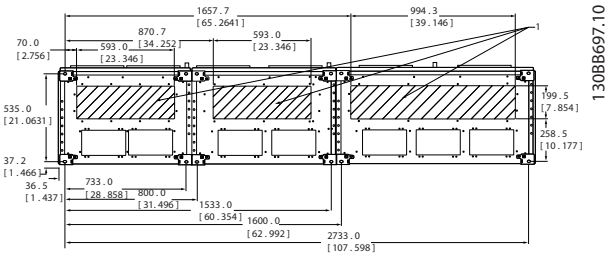
ภาพประกอบ 5.39 ขนาดเฟรม F9



ภาพประกอบ 5.41 ขนาดเฟรม F11



ภาพประกอบ 5.42 ขนาดเฟรม F12



ภาพประกอบ 5.43 ขนาดเฟรม F13

1	ติดตั้งท่อร้อยสายในบริเวณทีทำเครื่องหมายไว้

ตาราง 5.8 คำอธิบาย *ภาพประกอบ 5.38-ภาพประกอบ 5.43*

5.3 การติดตั้งทางไฟฟ้า

5.3.1 สายเคเบิลทั่วไป

ประกาศ

ต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับข้อกำหนดระดับประเทศและข้อกำหนดในท้องถิ่นที่เกี่ยวกับขนาดหน้าตัดของสายเคเบิลเสมอ

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแรงบิดที่ถูกต้อง ดู *ตาราง 5.12*

5.3.2 การจัดเตรียมแผ่นกันสำหรับสายเคเบิล

1. ถอดแผ่นกันออกจากตัวแปลงความถี่ (ระวังอย่าให้วัตถุแปลกปลอมหลุดเข้าไปในตัวแปลงความถี่เมื่อนำแผ่นที่เจาะเตรียมไว้ออก)
2. ให้การสนับสนุนสำหรับแผ่นกันรอบช่องที่ถูกเจาะหรือตอกสว่าน
3. นำเศษซากออกจากช่อง
4. ติดตั้งช่องเสียบสายเคเบิลกับตัวแปลงความถี่

5.3.3 การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก และการต่อลงดิน

ประกาศ

ขั้วต่อปลั๊กสำหรับการจ่ายไฟสามารถถอดออกได้

1. ตรวจดูให้แน่ใจว่าตัวแปลงความถี่มีการต่อลงดินอย่างเหมาะสม เชื่อมต่อไปยัง การเชื่อมต่อสายดิน (ขั้ว 95) ใช้สกรูจากถุงใส่อุปกรณ์เสริม
2. เสียบขั้วต่อปลั๊ก 91, 92, 93 จากถุงใส่อุปกรณ์เสริม เข้ากับขั้วต่อที่มีสัญลักษณ์ MAINS ที่ส่วนล่างของตัวแปลงความถี่
3. เชื่อมต่อสายหลักไปยังขั้วต่อปลั๊กหลัก

⚠ข้อควรระวัง

หน้าตัดของสายเคเบิลเชื่อมต่อลงดินจะต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 มม.^{2} หรือสายหลักขนาดเท่าค่าพิกัด 2 สายต่อปลายแยกจากกันตามมาตรฐาน EN 50178

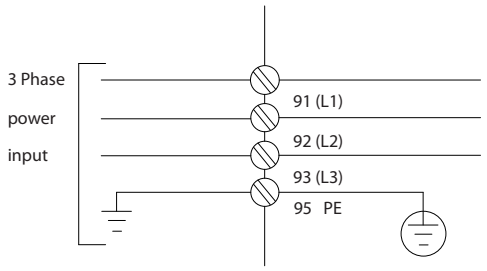
หากรวมไว้ การเชื่อมต่อสายหลักจะต่อถาวรกับสวิตช์หลัก

ประกาศ

ตรวจสอบว่าแรงดันไฟฟ้าหลักตรงกับค่าแรงดันไฟฟ้าหลักที่ระบุไว้บนป้ายชื่อของตัวแปลงความถี่

⚠ข้อควรระวัง

แหล่งจ่ายไฟหลัก IT
ห้ามต่อตัวแปลงความถี่ชนิด 400 V ที่มีตัวกรอง RFI-filters เข้ากับแหล่งจ่ายไฟสายหลักที่มีแรงดันระหว่างเฟสกับดินสูงเกินกว่า 440 V
ในกรณีไฟสายหลักสำหรับ IT และการต่อลงดินแบบเดลตา (grounded leg) แรงดันไฟฟ้าสายหลักที่วัดระหว่างเฟสและดินอาจมีค่าเกิน 440 V



ภาพประกอบ 5.44 ขั้วต่อสำหรับสายไฟหลักและสายดิน

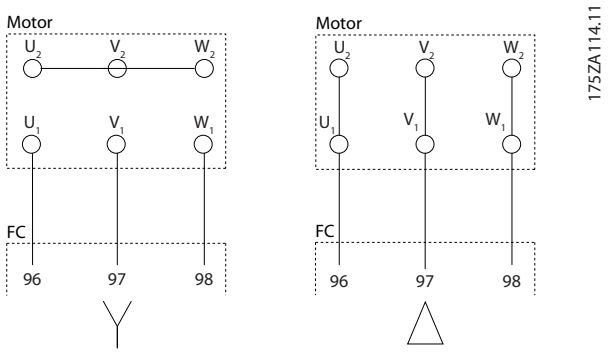
5.3.4 การเชื่อมต่อสายเคเบิลมอเตอร์

ประกาศ

แนะนำให้ใช้สายเคเบิลมอเตอร์ที่มีชีล หากมีการใช้สายเคเบิลแบบไม่มีชีล อาจไม่สอดคล้องกับข้อกำหนด EMC บางข้อ สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดู *5.10 การติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง*

1. ขันแผ่นดีคลัปปลิงไปยังส่วนล่างของตัวแปลงความถี่ด้วยสกรูและแหวนจากกระเป๋าอุปกรณ์เสริมให้แน่น
2. ต่อสายเคเบิลมอเตอร์ไปยังขั้วต่อ 96 (U), 97 (V), 98 (W)
3. เชื่อมต่อไปยังจุดสำหรับต่อลงดิน (ขั้วต่อ 99) บนแผ่นดีคัปปลิงด้วยสกรูจากถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ
4. ใส่ขั้วต่อ 96 (U), 97 (V), 98 (W) และสายเคเบิลมอเตอร์ไปยังขั้วต่อที่มีข้อความว่า MOTOR
5. ยึดสายเคเบิลแบบชีลเข้ากับแผ่นดีคัปปลิงให้แน่นโดยใช้สกรูและแหวนจากถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ

มอเตอร์มาตรฐานอะซิงโครนัสสามเฟสทุกชนิดสามารถเชื่อมต่อเข้ากับตัวแปลงความถี่ได้ โดยปกติ มอเตอร์ขนาดเล็กจะเชื่อมต่อแบบสตาร์ (230/400 V, D/Y) มอเตอร์ขนาดใหญ่จะเชื่อมต่อแบบเดลตา (400/690 V, D/Y) ดูป้ายชื่อของมอเตอร์สำหรับโหมดการเชื่อมต่อและแรงดันไฟฟ้าที่ถูกต้อง



ภาพประกอบ 5.45 การเชื่อมต่อสายเคเบิลมอเตอร์

5

ประกาศ

หากมอเตอร์ไม่ใช่พิกัดการใช้งานอินเวอร์เตอร์ ติดตั้งตัวกรองคลื่นไซน์บนเอาท์พุทของตัวแปลงความถี่

หมายเลขขั้วต่อ	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1])	แรงดันมอเตอร์ 0-100% ของแรงดันแหล่งจ่ายไฟหลัก
					3 สายออกจากมอเตอร์
	U1	V1	W1	PE[1])	ต่อแบบเดลตา
	W2	U2	V2		6 สายออกจากมอเตอร์
	U1	V1	W1	PE[1])	ต่อแบบสตาร์ U2, V2, W2 U2, V2 และ W2 จะต้องต่อเชื่อมโดยแยกจากกัน

ตาราง 5.9 การเชื่อมต่อสายเคเบิลมอเตอร์

[1)] การต่อลงดิน

5.3.5 สายเคเบิลมอเตอร์

ดู *3.1 ข้อมูลจำเพาะทั่วไป* สำหรับขนาดหน้าตัดและความยาวสูงสุดของสายเคเบิลมอเตอร์

- เพื่อให้ตรงตามข้อกำหนดการแพร่กระจาย EMC ใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล/ปลอกโลหะ
- พยายามใช้สายเคเบิลมอเตอร์ให้สั้นที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อลดระดับสัญญาณรบกวนและกระแสรั่วไหล
- ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์เข้ากับทั้งแผ่นดีคัปปลิงของตัวแปลงความถี่ และต่อไปยังตู้โลหะของมอเตอร์
- เชื่อมต่อส่วนที่เป็นชีลกับพื้นผิวให้ใหญ่ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (แคล้มป์จับสายเคเบิล) หรือโดยการใช้อุปกรณ์การติดตั้งที่ให้มาในตัวแปลงความถี่
- หลีกเลี่ยงการยึดด้วยปลายชีลด์แบบบิดเกลียว (pigtail) ซึ่งจะลดประสิทธิผลในการชีลที่ความถี่สูง
- ถ้าจำเป็นต้องแยกการชีลเพื่อติดตั้งสวิตช์ตัดตอนของมอเตอร์ หรือรีเลย์มอเตอร์ ส่วนชีลจะต้องต่อด้วยอิมพีแดนซ์ HF ที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ข้อกำหนดสำหรับเฟรม F ขนาดชุด 6X
ข้อกำหนดสำหรับ F1/F3:
ปริมาณสายเคเบิลของเฟสมอเตอร์ต้องคูณด้วย 2 ส่งผลให้ 2, 4, 6 หรือ 8 (ไม่อนุญาตสำหรับสายเคเบิลเส้นเดียว) ได้รับสายไฟที่ติดกับขั้วต่อโมดูลอินเวอร์เตอร์ทั้งหมดจำนวนเท่ากัน สายเคเบิลต้องมีความยาวเท่ากันภายใน 10% ระหว่างขั้วต่อโมดูลอินเวอร์เตอร์กับจุดร่วมเฟสจุดแรก จุดร่วมที่แนะนำคือขั้วต่อมอเตอร์

ข้อกำหนดสำหรับ F2/F4:
ปริมาณสายเคเบิลของเฟสมอเตอร์ต้องคูณด้วย 3 ส่งผลให้ 3, 6, 9, หรือ 12 (ไม่อนุญาตสำหรับสายเคเบิล 1 หรือ 2 เส้น) ได้รับสายไฟที่ติดกับขั้วต่อโมดูลอินเวอร์เตอร์แต่ละขั้วจำนวนเท่ากัน สายไฟต้องมีความยาวเท่ากันภายใน 10% ระหว่างขั้วต่อโมดูลอินเวอร์เตอร์กับจุดร่วมเฟสจุดแรก◇ ◇จุดร่วมที่แนะนำคือขั้วต่อมอเตอร์ จุดร่วมที่แนะนำคือขั้วต่อมอเตอร์

ข้อกำหนดสำหรับกล่องพักไฟฟ้าของเอาท์พุท:
ความยาวต่ำสุด 2.5 เมตร และคุณภาพของสายเคเบิลต้องเท่ากับโมดูลอินเวอเตอร์แต่ละโมดูลไปยังขั้วต่อร่วมในกล่องพักไฟฟ้า

ประกาศ

หากการใช้งานการปรับปรุงแก้ไขต้องใช้สายไฟจำนวนไม่เท่ากันต่อเฟส ให้ปรึกษาโรงงานเพื่อขอข้อกำหนดและเอกสาร หรือใช้อุปกรณ์เสริมบัสบาร์ตู้ด้านเข้าด้านบน/ด้านล่าง

5.3.6 การติดตั้งระบบไฟฟ้าของสายเคเบิลมอเตอร์

ส่วนชีลของสายเคเบิล
หลีกเลี่ยงการยึดด้วยการบิดเกลียวทีปลายสายชีล (หางหมู) ซึ่งจะลดประสิทธิผลในการชีลที่ความถี่สูง
ถ้าจำเป็นต้องตัดส่วนชีลเพื่อติดตั้งสวิตช์ตัดตอนของมอเตอร์ หรือคอนแท็คเตอร์ของมอเตอร์ ชีลจะต้องต่อถึงกันโดยต่อเนื่องและมีอิมพีแดนซ์ HF (ความถี่สูง)

ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิล
ตัวแปลงความถี่นี้ผ่านการทดสอบด้วยสายเคเบิลที่มีความยาวและพื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิลตามที่ระบุไว้ หากภาคตัดขวางเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นตัวเก็บประจุของสายเคเบิล ซึ่งรวมถึงการรั่วไหลของกระแสอาจเพิ่มขึ้น และความยาวสายเคเบิลต้องถูกลดลงตามลำดับ

ความถี่สวิตชิง
เมื่อใช้ตัวแปลงความถี่ร่วมกับตัวกรองคลื่นไซน์ เพื่อลดเสียงรบกวนจากมอเตอร์ จะต้องตั้งความถี่สวิตชิงตามคำแนะนำของตัวกรองคลื่นไซน์ ใน *14-01 ความถี่สลับ*

ตัวนำอลูมิเนียม
ไม่แนะนำให้ใช้ตัวนำอลูมิเนียม ขั้วต่อสามารถต่อเข้ากันกับตัวนำอลูมิเนียมได้ แต่ผิวสัมผัสของตัวนำจะต้องสะอาดและจะต้องกำจัดคราบออกซิไดซ์ออกและหุ้มปิดด้วยวาสลีนทีมีความเป็นกลางปราศจากกรดก่อนทีจะเชือมต่อกับตัวนำนี
นอกจากนีจะต้องขันย้ำสกรูทีขั้วต่อนีอีกครังหนึงภายหลังจากนัน 2 วัน เนืองจากอลูมิเนียมมีความอ่อนตัว จึงจำเป็นอย่างยิงทีจะต้องทำให้จุดต่อทีขั้วนีมีความแน่นเพียงพออยู่เสมอ มิฉะนันผิวอลูมิเนียมจะเกิดการออกซิไดซ์ขึนได้

5.3.7 ฟิวส์

ประกาศ

ฟิวส์ทีระบุทังหมดเป็นฟิวส์ขนาดสูงสุด

การป้องกันวงจรย่อย:
เพือป้องกันการติดตังต่ออันตรายจากไฟฟ้าและเพลิงไหม้ ทุกวงจรย่อยในการติดตังสวิตช์เกียร์ หรือเครืองจักร จะต้องมีการป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและกระแสไฟเกินตามกฎระเบียบทังในและต่างประเทศ

การป้องกันการลัดวงจร::
ตัวแปลงความถีจะต้องมีการป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรเพือหลีกเลียงอันตรายจากไฟฟ้าหรือเพลิงไหม้ Danfoss แนะนำให้ใช้ฟิวส์ตามทีได้ระบุไว้ใน *ตาราง 5.10* และ *ตาราง 5.11* เพือป้องกันผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์อืนๆ ในกรณีทีเกิดฟอลต์ขึนภายในชุดขับ ตัวแปลงความถีมีการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรอย่างสมบูรณ์ในกรณีทีเกิดการลัดวงจรทีเอาท์พุทของมอเตอร์

การป้องกันกระแสเกิน:
เพือหลีกเลียงอันตรายจากเพลิงไหม้ อันเนืองมาจากสายเคเบิลในการติดตังมีความร้อนสูงเกินไป ควรมีการป้องกันโหลดเกิน การป้องกันกระแสเกิน จะต้องดำเนินการเสมอโดยยึดกฎข้อบังคับในประเทศ ตัวแปลงความถีมีการป้องกันกระแสไฟเกินติดตังอยู่ภายในซึงสามารถใช้ป้องกันการเกิดโหลดเกินทีต้นทาง (ไม่รวมการประยุกต์ใช้งานทีตรงตาม UL) ดู*4-18 ขีดจำกัดกระแส* ฟิวส์ทีใช้จะต้องได้รับการออกแบบสำหรับการป้องกันในวงจร ซึงสามารถจ่ายกระแสสูงสุดได้ถึง 100,000 A_{rms} (สมมาตร), แรงดันสูงสุด 500/600 V

5.3.8 ข้อมูลจำเพาะของฟิวส์

ขนาด กรอบหุ้ม	กำลัง [kW]	ขนาดฟิวส์ ทีแนะนำ	ฟิวส์สูงสุด ทีแนะนำ
D	N110T4	aR-315	aR-315
	N132T4	aR-350	aR-350
	N165	aR-400	aR-400
	N200T4	aR-550	aR-550
	N250T4	aR-630	aR-630
	N315T4	aR-800	aR-700
E	P355-P450	aR-900	aR-900
F	P500-P560	aR-1600	aR-1600
	P630-P710	aR-2000	aR-2000
	P800-P1M0	aR-2500	aR-2500

ตาราง 5.10 380-480 V, การแนะนำฟิวส์, ขนาดเฟรม D, E และ F

ขนาด กรอบหุ้ม	กำลัง [kW]	ขนาดฟิวส์ ทีแนะนำ	ฟิวส์สูงสุด ทีแนะนำ
D	N75K	aR-160	aR-160
	N90K-N160	aR-160	aR-160
	N200-N400	aR-550	aR-550
E	P450-P500T7	aR-700	aR-700
	P560-P630T7	aR-900 (500-560)	aR-900 (500-560)
F	P710-P1M0T7	aR-1600	aR-1600
	P1M2T7	aR-2000	aR-2000
	P1M4T7	aR-2500	aR-2500

ตาราง 5.11 525-690 V, การแนะนำฟิวส์, ขนาดเฟรม D, E และ F

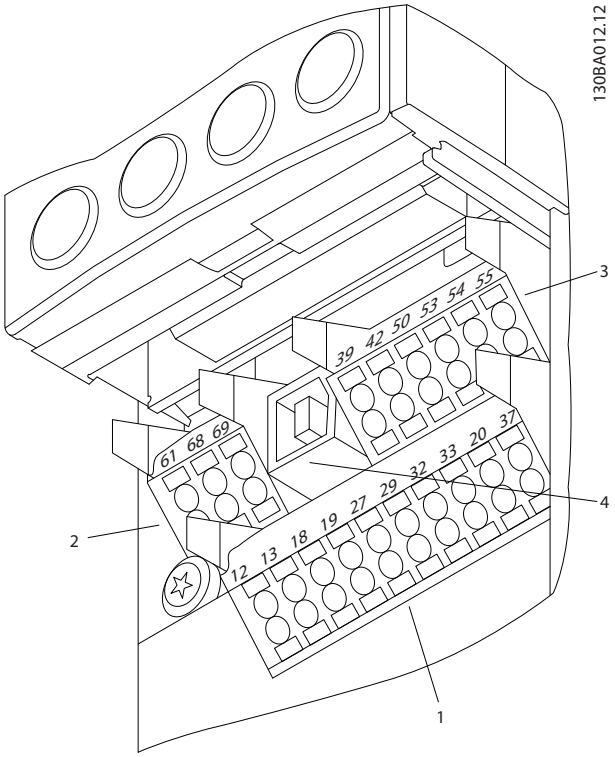
5.3.9 การเข้าถึงขั้วต่อส่วนควบคุม

ขั้วต่อทั้งหมดที่ต่อกับสายเคเบิลควบคุมจะอยู่ข้างใต้ฝาปิดขั้ว-ต่อด้านหน้าของตัวแปลงความถี่ ถอดฝาปิดขั้วต่อออกโดยใช้-ไขควง

5.3.10 ขั้วต่อส่วนควบคุม

หมายเลขอ้างอิงบนแผนภาพ:

1. ปลัก I/O ดิจิตัลแบบ 10 ขั้ว
2. ปลักบัส RS-485 แบบ 3 ขั้ว
3. I/O อนาล็อกแบบ 6 ขั้ว
4. การเชื่อมต่อ USB



ภาพประกอบ 5.46 ขั้วต่อส่วนควบคุม (เฟรมทุกขนาด)

5.3.11 ขั้วต่อสายเคเบิลควบคุม

การติดตั้งสายเคเบิลเข้ากับขั้วต่อ:

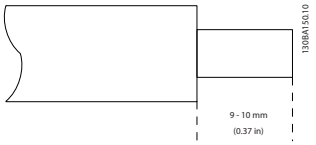
1. ปอกสายประมาณ 9-10 มม.
2. ใส่ไขควง[1)] ลงในรูสี่เหลี่ยม
3. ใส่สายเคเบิลในรูวงกลมที่ติดกัน
4. นำไขควงออก ในตอนนี้สายเคเบิลถูกต่อเข้ากับขั้วต่อ-แล้ว

การถอดสายเคเบิลออกจากขั้วต่อ:

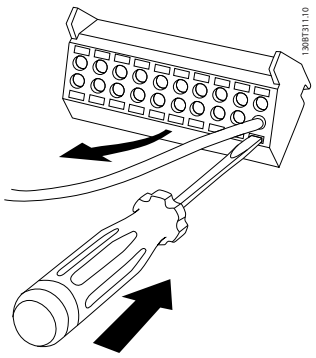
1. ใส่ไขควง[1)] ลงในรูสี่เหลี่ยม
2. ดึงสายเคเบิลออกมา

[1)] สูงสุด 0.4x2.5 มม.

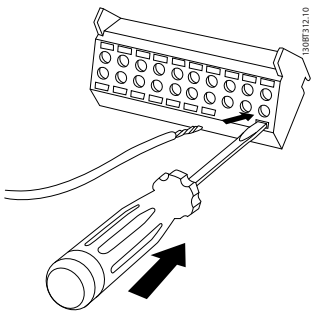
การเดินสายไปยัง ขั้วต่อส่วนควบคุม



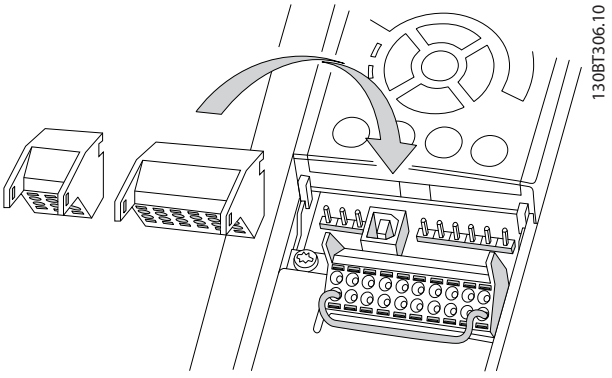
ภาพประกอบ 5.47



ภาพประกอบ 5.48



ภาพประกอบ 5.49

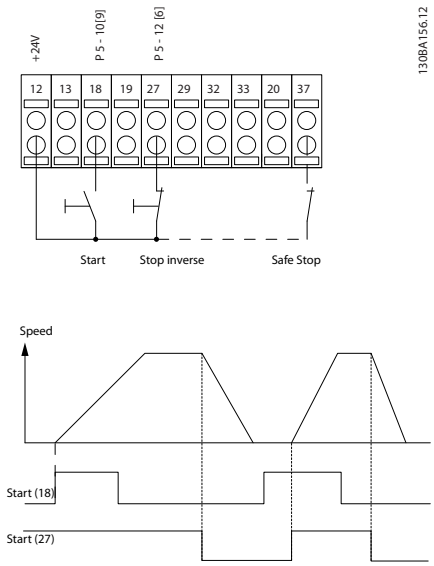


ภาพประกอบ 5.50 ขั้วต่อสายเคเบิลควบคุม

5.3.12 ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน

1. ติดตั้งขั้วต่อจากถุงใส่อุปกรณ์เสริมเข้าที่ด้านหน้าของตัวแปลงความถี่
2. ต่อขั้วต่อ 18 และ 27 กับ +24 V (ขั้วต่อ 12/13)

การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน:
18 = สตาร์ท
27 = หยุดผกผัน



ภาพประกอบ 5.51 ขั้วต่อที่ 37 สำหรับฟังก์ชันหยุดแบบปลอดภัยเท่านั้น!

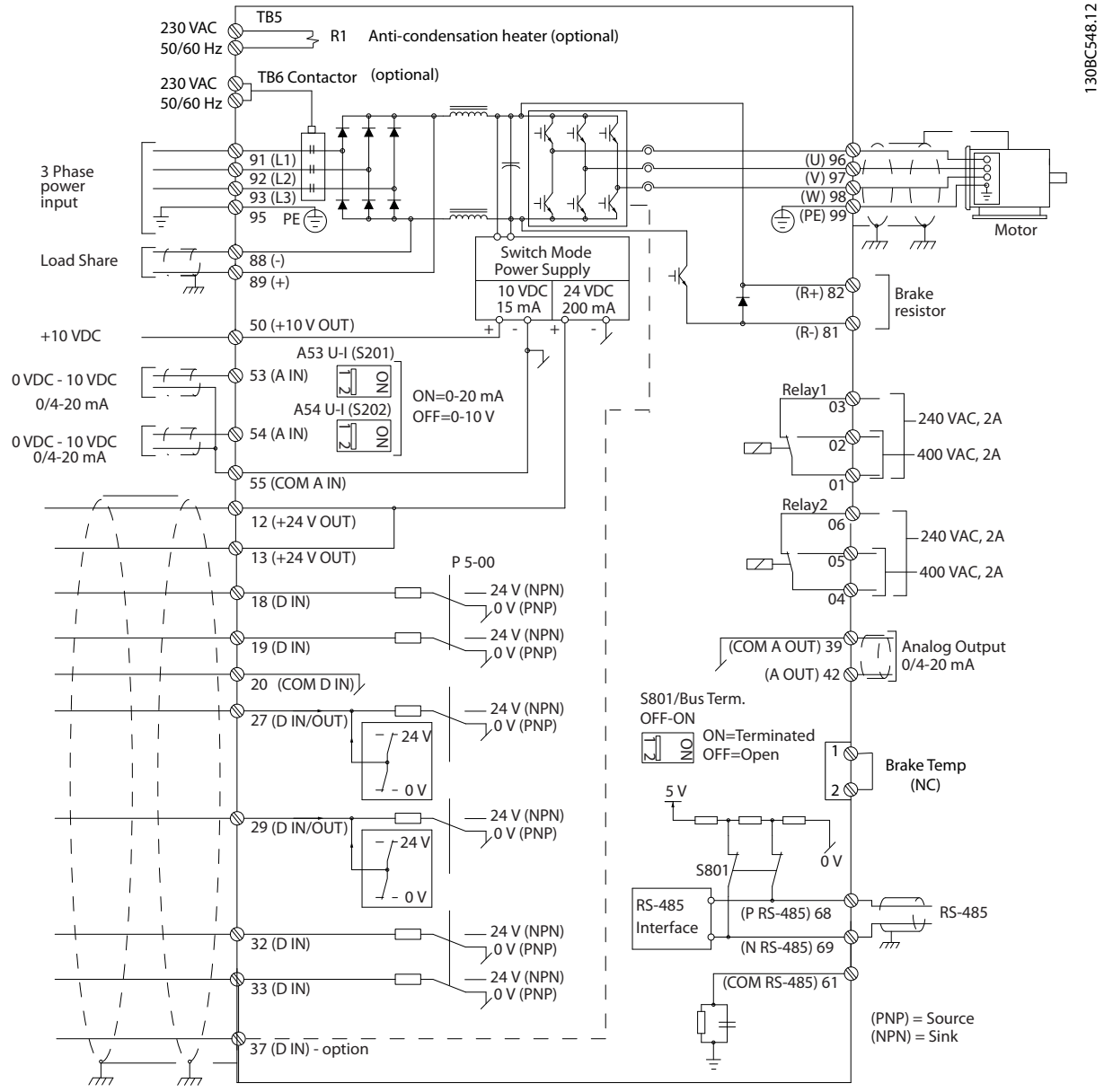
5.3.13 ความยาวสายเคเบิลควบคุม

ดิจิตัลอิน/เอาท์
สามารถคำนวณอิมพีแดนซ์สูงสุดของสายเคเบิลจากอิมพีแดนซ์อินพุทตัวแปลงความถี่ 4 kΩ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้

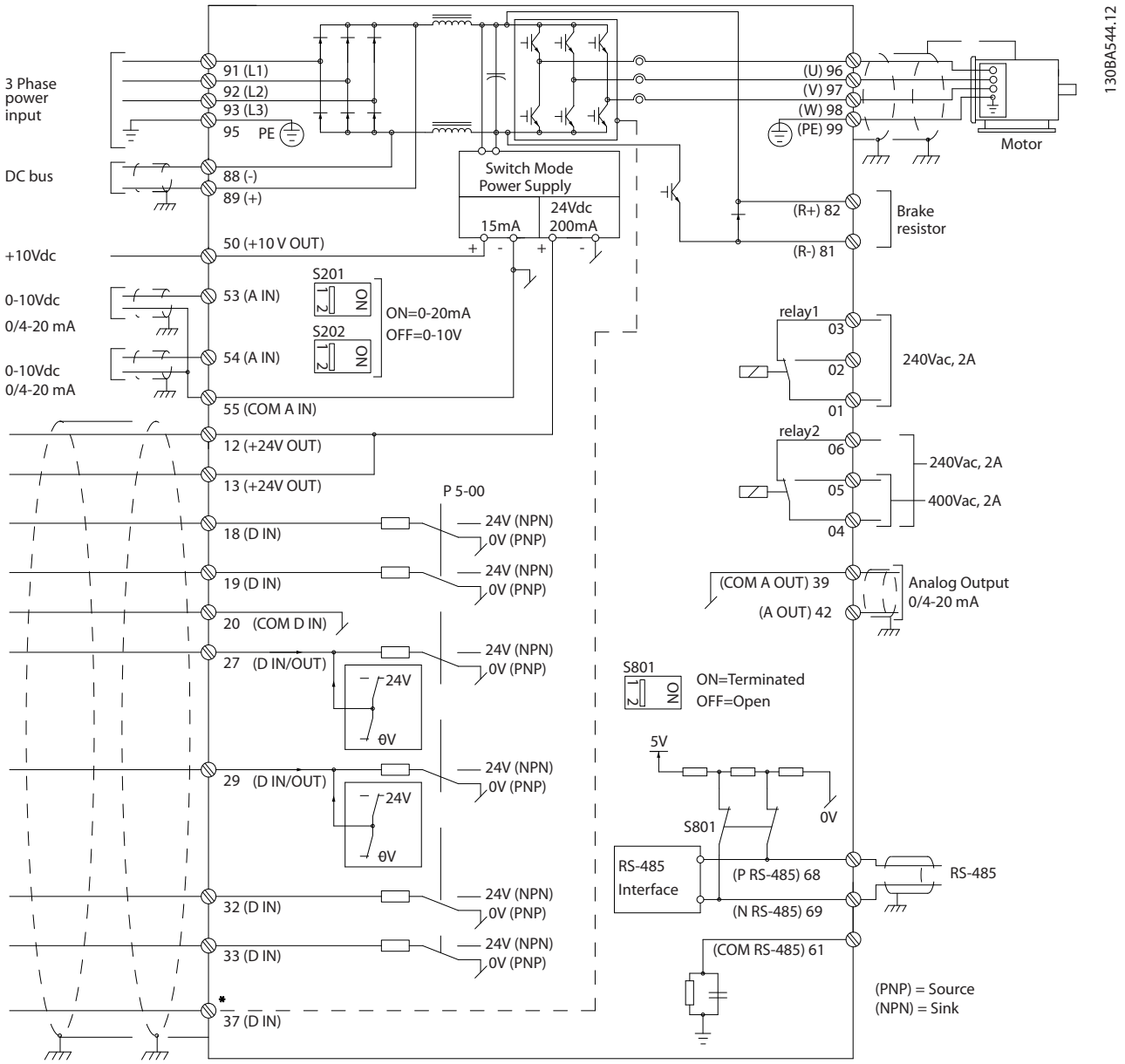
อนาล็อกอิน/เอาท์
เช่นเดียวกัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ทำให้เกิดข้อจำกัดกับความยาวของสายเคเบิล

5.3.14 การติดตั้งทางไฟฟ้า สายเคเบิลควบคุม

5



ภาพประกอบ 5.52 แผนภูมิทีเชื่อมโยงระหว่างกันสำหรับเฟรม D



ภาพประกอบ 5.53 แผนภูมิทีเชื่อมโยงระหว่างกันสำหรับเฟรม E และเฟรม F (6 พัลส์)

*อินพุทหยุดแบบปลอดภัยมาพร้อมฟังก์ชันหยุดแบบปลอดภัย-เท่านั้น

ในบางกรณีซึงขึนอยู่กับการติดตัง สายเคเบิลควบคุมทียาวมากๆ และสัญญาณอนาล็อก อาจเป็นผลให้เกิดวงรอบของสายดิน (Earth Loop) ความถี 50/60 Hz ซึงมีสาเหตุมาจากสัญญาณรบกวนจากสายเคเบิลทีจ่ายกระแสไฟหลัก

ในกรณีเช่นนี ให้แยกส่วนชีลหรือใส่ตัวเก็บประจุ 100 nF ระหว่างส่วนชีลกับตัวถัง

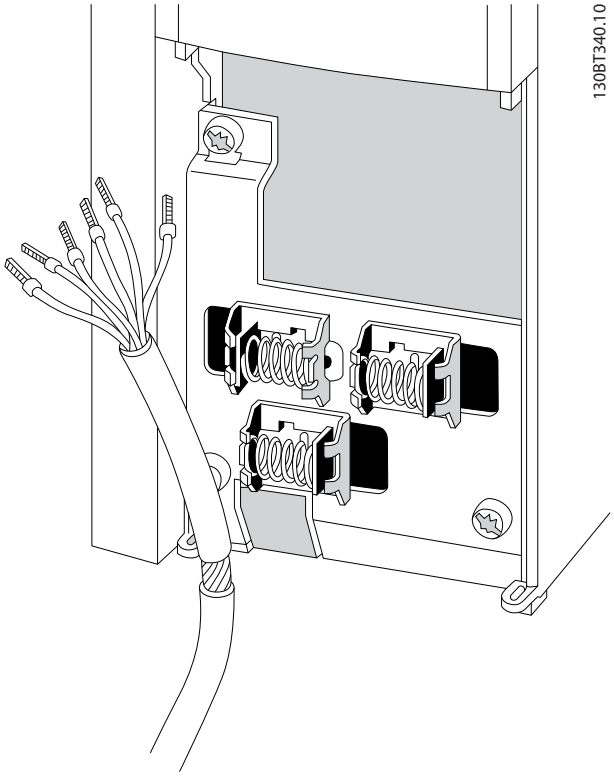
อินพุทและเอาท์พุทดิจิตัลและอนาล็อกต้องเชือมต่อไปยังอินพุทร่วม (ขัวต่อ 20, 55, 39) เพือหลีกเลียงกระแสกราวด์จากกลุ่มทังสองส่งผลกระทบไปยังกลุ่มอืนๆ ตัวอย่างเช่น สวิตชิงบนอินพุทดิจิตัลอาจรบกวนสัญญาณอินพุทอนาล็อก

ประกาศ

สายเคเบิลควบคุมต้องเป็นแบบชีล

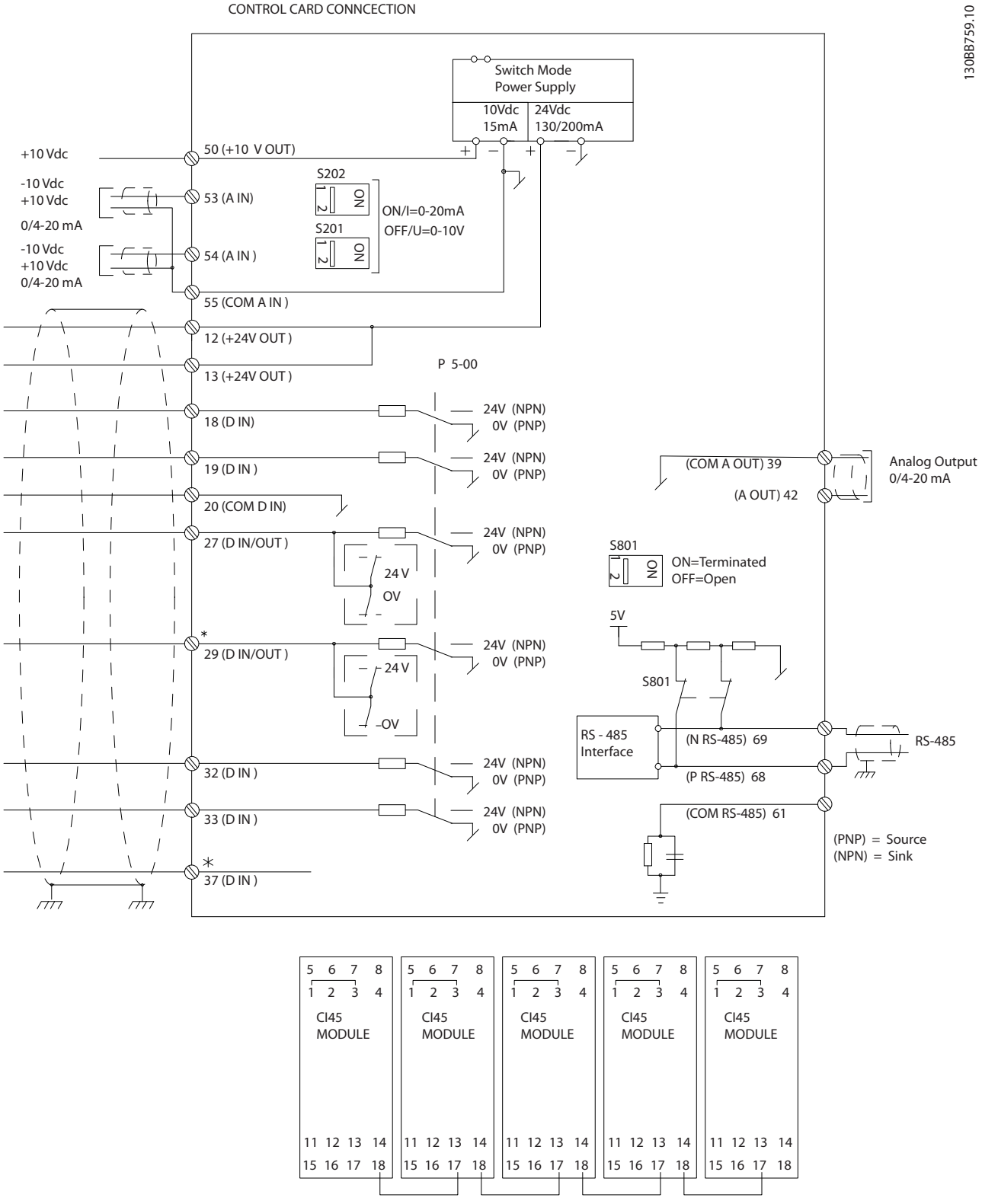
ใช้ตัวรัดจากกระเป๋าอุปกรณ์เสริม เพือเชือมต่อส่วนชีลเข้ากับแผ่นดีคัปปลิงของตัวแปลงความถีสำหรับสายเคเบิลควบคุม

ดู *5.10.3 การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล/ปลอกโลหะ* สำหรับข้อมูลการเชือมต่อสายเคเบิลควบคุมทีถูกต้อง

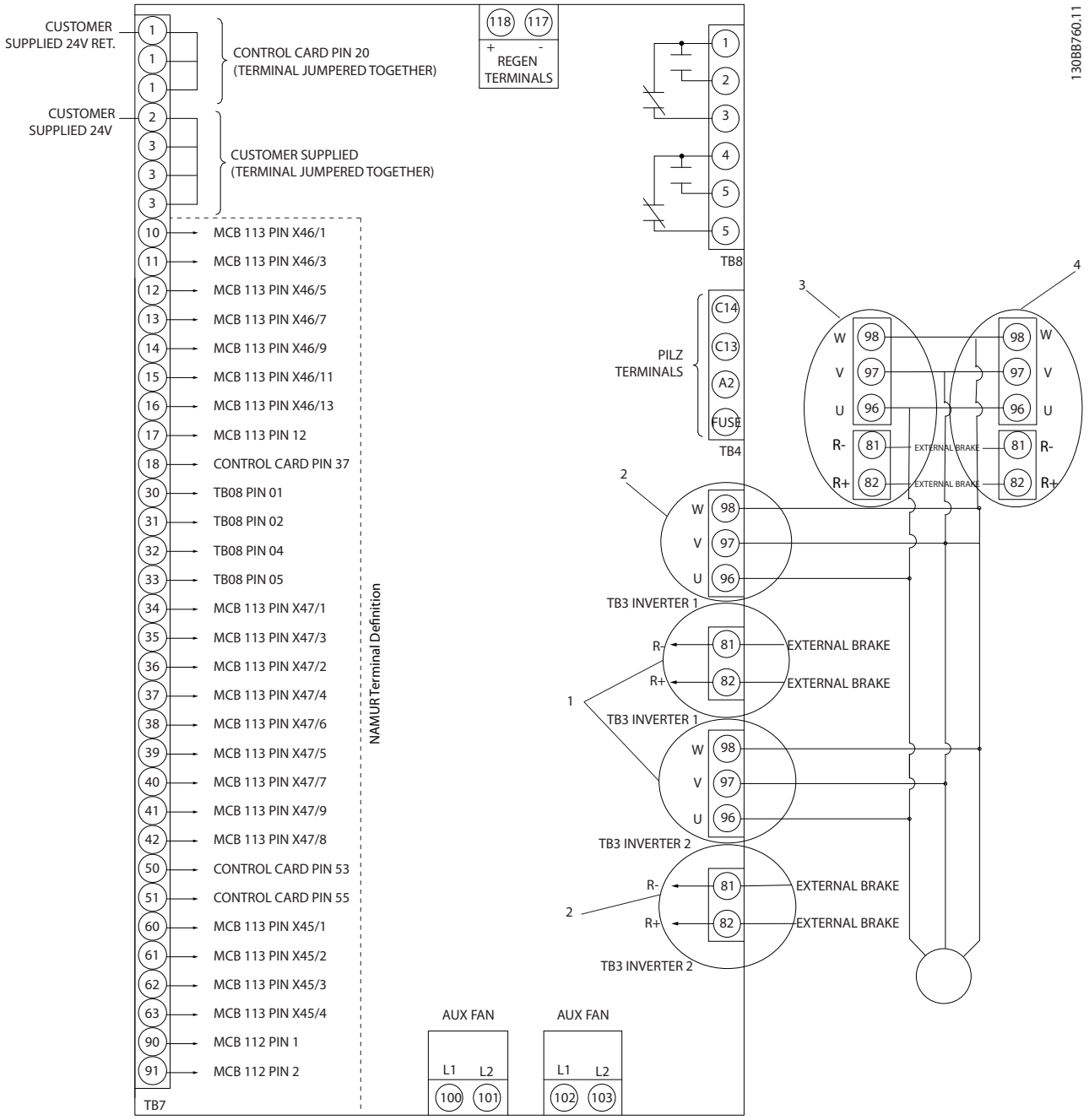


ภาพประกอบ 5.54 สายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล

5.3.15 สายเคเบิลควบคุม 12 พัลส์



ภาพประกอบ 5.55 ไดอะแกรมสายเคเบิลควบคุม



ภาพประกอบ 5.56 ไดอะแกรมแสดงขั้วต่อทางไฟฟ้าทั้งหมดโดยไม่มีอุปกรณ์เสริม

ขั้วต่อ 37 คืออินพุทที่จะใช้สำหรับการหยุดแบบปลอดภัย สำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับการติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย โปรดดู *5.7 การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย*

1) F8/F9 = (1) ชุดขั้วต่อ

2) F10/F11 = (2) ชุดขั้วต่อ

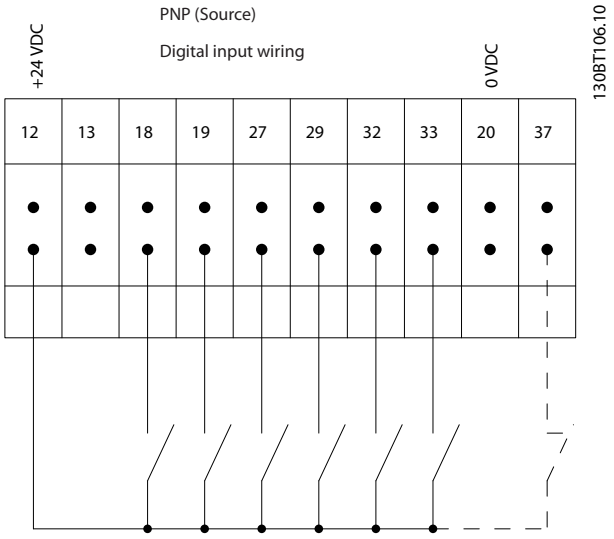
3) F12/F13 = (3) ชุดขั้วต่อ

สายเคเบิลควบคุมทียาวมากๆ และสัญญาณอนาล็อก อาจเป็นผลให้เกิดวงรอบของสายดิน (Earth Loop) ความถี 50/60 Hz ซึงมีสาเหตุมาจากสัญญาณรบกวนจากสายเคเบิลทีจ่ายกระแสไฟหลัก

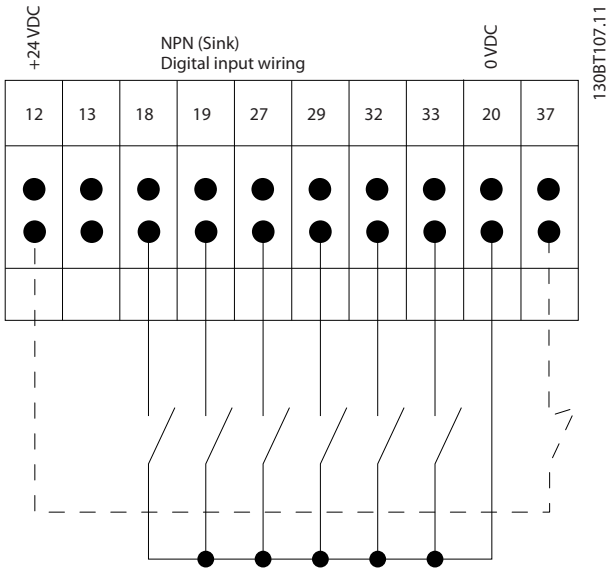
ในกรณีเช่นนี ให้แยกส่วนชีลหรือใส่ตัวเก็บประจุ 100 nF ระหว่างส่วนชีลกับตัวถัง

อินพุทและเอาท์พุทดิจิตัลและอนาล็อกต้องเชือมต่อไปยังอินพุทร่วมของตัวแปลงความถีโดยต่อแยกจากกัน (ขัวต่อ 20, 55, 39) เพือหลีกเลียงกระแสลงดินจากทังสองกลุ่มส่งผลกระทบไปยังกลุ่มอืนๆ ตัวอย่างเช่น สวิตชิงบนอินพุทดิจิตัลอาจรบกวนสัญญาณอินพุทอนาล็อก

ลักษณะขัวอินพุทของขัวต่อควบคุม



ภาพประกอบ 5.57 ลักษณะขัวอินพุทของขัวต่อควบคุม



ภาพประกอบ 5.58 ลักษณะขัวอินพุทของขัวต่อควบคุม

ประกาศ

สายเคเบิลควบคุมต้องเป็นแบบชีล/ปลอกโลหะ

เชือมต่อสายไฟตามทีอธิบายในคำแนะนำการใช้งานสำหรับตัวแปลงความถี โปรดทราบว่าต้องเชือมต่อชีลด์ด้วยวิธีทีเหมาะสมเพือให้แน่ใจว่ามีการป้องกันด้านไฟฟ้าอย่างเหมาะสมทีสุด

5.3.16 สวิตช์ S201, S202 และ S801

สวิตช์ S201 (A53) และ S202 (A54) ใช้สำหรับเลือกการกำหนดรูปแบบกระแส (0-20 mA) หรือแรงดันไฟฟ้า (0-10 V) ของขัวต่ออินพุทอนาล็อก 53 และ 54 ตามลำดับ

สวิตช์ S801 (การต่อเชือมบัส) สามารถใช้เพือเปิดการทำงานการต่อเชือมพอร์ต RS-485 (ขัวต่อ 68 และ 69)

ดู *ภาพประกอบ 5.52* และ *ภาพประกอบ 5.53*

การตังค่ามาตรฐานจากโรงงาน:

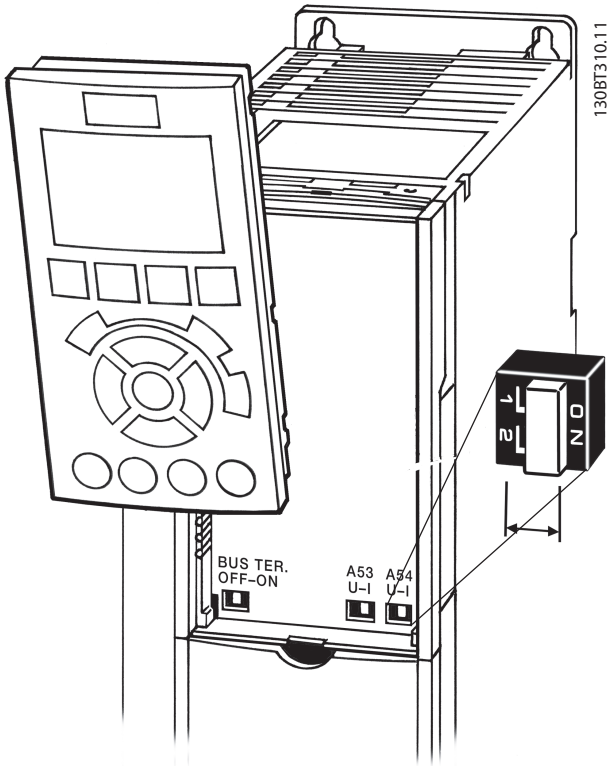
S201 (A53) = OFF (อินพุทแรงดัน)

S202 (A54) = OFF (อินพุทแรงดัน)

S801 (การต่อเชือมบัส) = OFF

ประกาศ

เปลียนตำแหน่งสวิตช์ขณะปิดเครืองเท่านัน



ภาพประกอบ 5.59 ตำแหน่งสวิตช์:

5.4 การเชื่อมต่อ - ขนาดเฟรม D, E และ F

5.4.1 แรงบิด

เมื่อขันแน่นการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า สิ่งสำคัญคือต้องขันแน่นด้วยแรงบิดที่เหมาะสม การใช้แรงบิดต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป ทำให้การเชื่อมต่อทางไฟฟ้าไม่เหมาะสมได้ ใช้ประแจบิดเพื่อให้แน่ใจถึงแรงบิดที่ถูกต้อง

ประกาศ

และใช้ประแจบิดเสมอเมื่อขันแน่นน็อต

5

ขนาดเฟรม	ขั้วต่อ	ขนาด	แรงบิด [Nm (หน่วยเป็นปอนด์)]	ช่วงแรงบิด [Nm (หน่วยเป็นปอนด์)]
D1h/D3h	ไฟฟ้าหลัก มอเตอร์ การแบ่งโหลด การคืนพลังงานกลับ	M10	29.5 (261)	19-40 (168-354)
	ต่อลงดิน (กราวด์) เบรค	M8	14.5 (128)	8.5-20.5 (75-181)
D2h/D4h	ไฟฟ้าหลัก มอเตอร์ การคืนพลังงานกลับ การแบ่งรับโหลด ต่อลงดิน (กราวด์)	M10	29.5 (261)	19-40 (168-354)
	เบรค	M8		8.5-20.5 (75-181)
E	ไฟฟ้าหลัก	M10	19.1 (169)	17.7-20.5 (156-182)
	มอเตอร์			
	การแบ่งโหลด			
	ลงดิน			
	แบบคืนพลังงานกลับ	M8	9.5 (85)	8.8-10.3 (78.2-90.8 in-lbs)
	เบรค			
F	ไฟฟ้าหลัก	M10	19.1 (169)	17.7-20.5 (156-182 หน่วยเป็นปอนด์)
	มอเตอร์			
	การแบ่งโหลด			
	แบบคืนพลังงานกลับ: DC- DC+	M8 M10	9.5 (85) 19.1 (169)	8.8-10.3 (78.2-90.8) 17.7-20.5 (156-182)
	F8-F9 แบบคืนพลังงานกลับ	M10	19.1 (169)	17.7-20.5 (156-182)
	ลงดิน	M8	9.5 (85)	8.8-10.3 (78.2-90.8)
	เบรค			

ตาราง 5.12 แรงบิดขันแน่น ที่ขั้วต่อ

5.4.2 การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ

การติดตั้งสายเคเบิลและการติดตั้งฟิวส์

ประกาศ

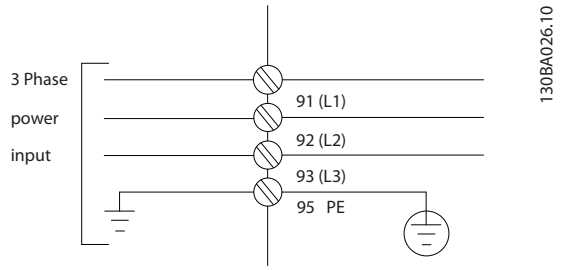
สายเคเบิลทั่วไป

การติดตั้งสายเคเบิลต้องสอดคล้องกับระเบียบข้อบังคับในท้องถิ่นและในประเทศเกี่ยวกับพื้นที่หน้าตัดสายเคเบิลและอุณหภูมิแวดล้อม การใช้งาน UL ต้องมีตัวนำทองแดง 75 °C 75 และตัวนำทองแดง 90 °C ต้องทนทานต่อความร้อนเพื่อใช้ตัวแปลงความถี่ในการใช้งานที่ไม่เกี่ยวข้องกับ UL

การเชื่อมต่อสายเคเบิลอยู่ในจุดตามที่แสดง ใน *ภาพประกอบ 5.60* ขนาดของหน้าตัดสายเคเบิลต้องสอดคล้องกับพิกัดกระแสและกฎหมายของท้องถิ่น ดู *3.1 ข้อมูลจำเพาะทั่วไป* สำหรับรายละเอียด

เพื่อป้องกันตัวแปลงความถี่ ต้องใช้ฟิวส์ที่แนะนำ หรือชุดต้องมีฟิวส์ในตัว ฟิวส์ที่แนะนำแสดงอยู่ในคู่มือการใช้งาน ตรวจสอบให้แน่ใจทุกครั้งว่าติดตั้งฟิวส์อย่างเหมาะสมตามกฎระเบียบท้องถิ่น

การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักจะต้องต่อเข้ากับสวิตช์ตัดตอนหลัก หากมีสวิตช์ติดตั้งมาด้วย



ภาพประกอบ 5.60 การเชื่อมต่อสายเคเบิลกำลัง

ประกาศ

สายเคเบิลมอเตอร์ต้องเป็นแบบมีชีล/ปลอกโลหะ ถ้าใช้สายเคเบิลแบบไม่มีชีล/ไม่มีปลอกโลหะ อาจไม่สอดคล้องกับข้อกำหนด EMC บางข้อ ใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล/ปลอกโลหะ ที ตรงตามข้อกำหนดการแพร่กระจาย EMC สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม โปรดดู *5.10 การติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง*

ดู *3.1 ข้อมูลจำเพาะทั่วไป* สำหรับขนาดหน้าตัดและความยาวของสายเคเบิลมอเตอร์ที่ถูกต้อง

ส่วนชีลของสายเคเบิล

หลีกเลี่ยงการยึดด้วยการบิดเกลียวที่ปลายสายชีล (หางหมู) ซึ่งจะลดประสิทธิผลในการชีลที่ความถี่สูง ถ้า จำเป็นต้องตัดส่วนชีลเพื่อติดตั้งสวิตช์ตัดตอน ของมอเตอร์ หรือ คอนแทคเตอร์ของมอเตอร์ชีล จะต้องต่อถึงกันโดยต่อเนื่องและมีอิมพีแดนซ์ HF (ความถี่สูง)

ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์เข้ากับทั้งแผ่นดีคัปปลิงของตัวแปลงความถี่ และต่อไปยังกล่องโลหะของมอเตอร์

เชื่อมต่อส่วนที่เป็นชีลกับพื้นผิวให้ใหญ่ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (แคล้มป์จับสายเคเบิล) หรือโดยการใช้อุปกรณ์การติดตั้งที่ให้มาภายในตัวแปลงความถี่

ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิล

ตัวแปลงความถี่นี้ผ่านการทดสอบ EMC ด้วยสายเคเบิลที่มีความยาวตามที่ระบุ พยายามใช้สายเคเบิลมอเตอร์ให้สั้นที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อลดระดับสัญญาณรบกวนและกระแสรั่วไหล

ความถี่ สวิตชิง

เมื่อใช้ตัวแปลงความถี่ร่วมกับตัวกรองคลื่นไซน์ เพื่อลดเสียงรบกวนจากมอเตอร์ จะต้องตั้งความถี่สวิตชิงตามคำแนะนำใน *14-01 ความถี่สลับ*

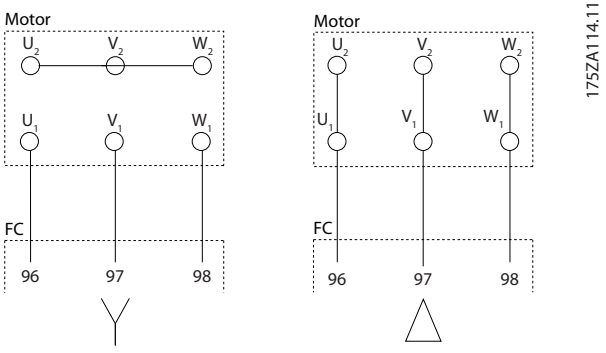
หมายเลขขั้วต่อ	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1])	แรงดันมอเตอร์ 0-100% ของแรงดันแหล่งจ่ายไฟหลัก 3 สายออกจากมอเตอร์
	U1	V1	W1	PE[1])	ต่อแบบเดลตา
	W 2	U2	V2		6 สายออกจากมอเตอร์
	U1	V1	W1	PE[1])	ต่อแบบสตาร์ U2, V2, W2 U2, V2 และ W2 ถึง จะ ต้องต่อเชื่อมโดยแยกจากกัน

ตาราง 5.13 การเชื่อมต่อสายเคเบิลมอเตอร์

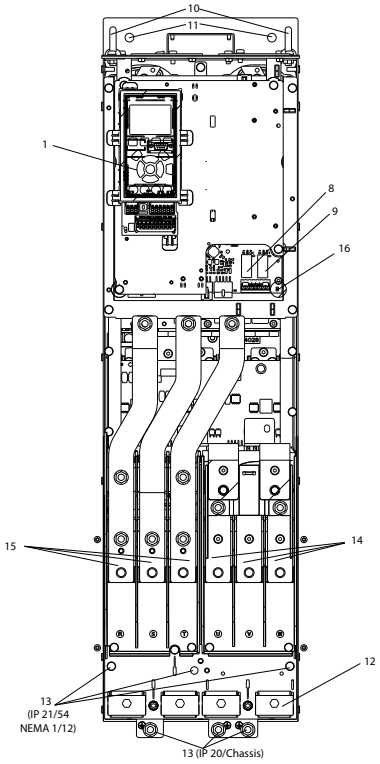
[1)] การเชื่อมต่อลงดินที่ปลอดภัย

ประกาศ

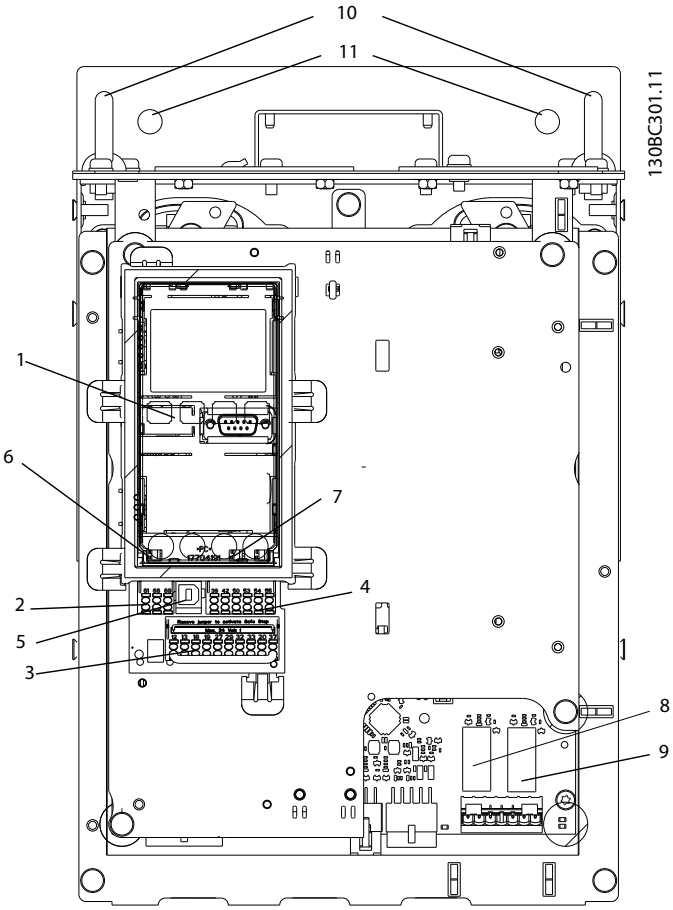
ในกรณีที่ใช้มอเตอร์ที่ไม่มีกระดาษฉนวนระหว่างเฟส หรือการเสริมฉนวนอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับทำงานกับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (เช่น ตัวแปลงความถี่) ให้ติดตั้งตัวกรองคลื่นไซน์ที่เอาท์พุทของตัวแปลง ความถี่



ภาพประกอบ 5.61 การเชื่อมต่อสายเคเบิลมอเตอร์



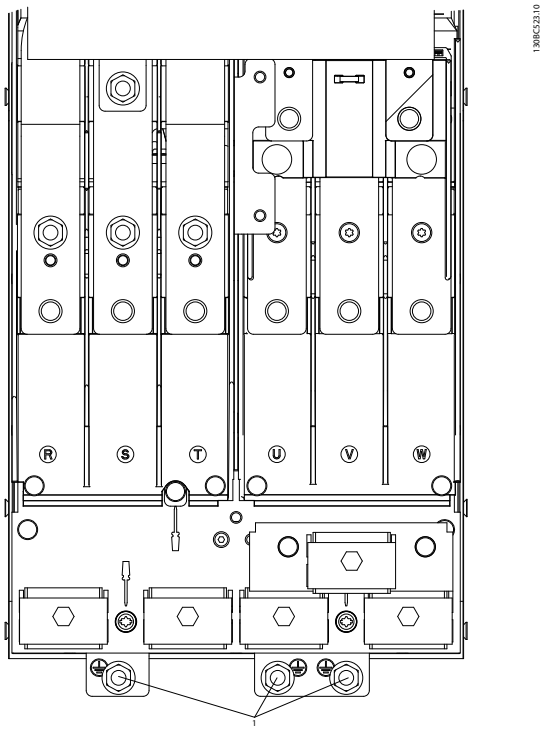
ภาพประกอบ 5.62 ส่วนประกอบภายในเฟรม D



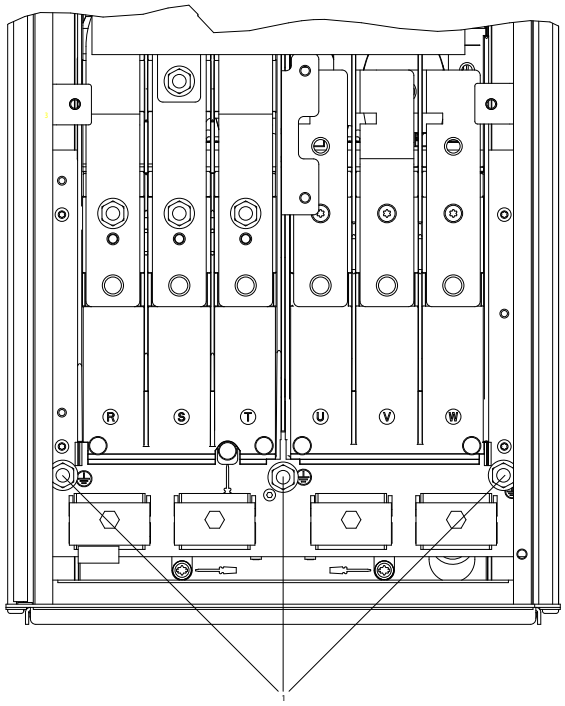
ภาพประกอบ 5.63 มุมมองระยะใกล้: LCP และฟังก์ชันควบคุม

1	LCP (แผงควบคุมหน้าเครื่อง)	9	รีเลย์ 2 (04, 05, 06)
2	ช่องเสียบบัสอนุกรม RS-485	10	รูเกี่ยวสำหรับยก
3	I/O ดิจิตัล และแหล่งจ่ายไฟ 24 V	11	ช่องสำหรับติดตั้ง
4	ช่องเสียบ I/O อนาล็อก	12	ตัวรัดสายเคเบิล (PE)
5	ช่องเสียบ USB	13	ต่อลงดิน (กราวด์)
6	สวิตช์ขั้วต่อบัสอนุกรม	14	ขั้วต่อเอาท์พุทมอเตอร์ 96 (U), 97 (V), 98 (W)
7	สวิตช์อนาล็อก (A53), (A54)	15	ขั้วต่ออินพุทสายหลัก 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3)
8	รีเลย์ 1 (01, 02, 03)		

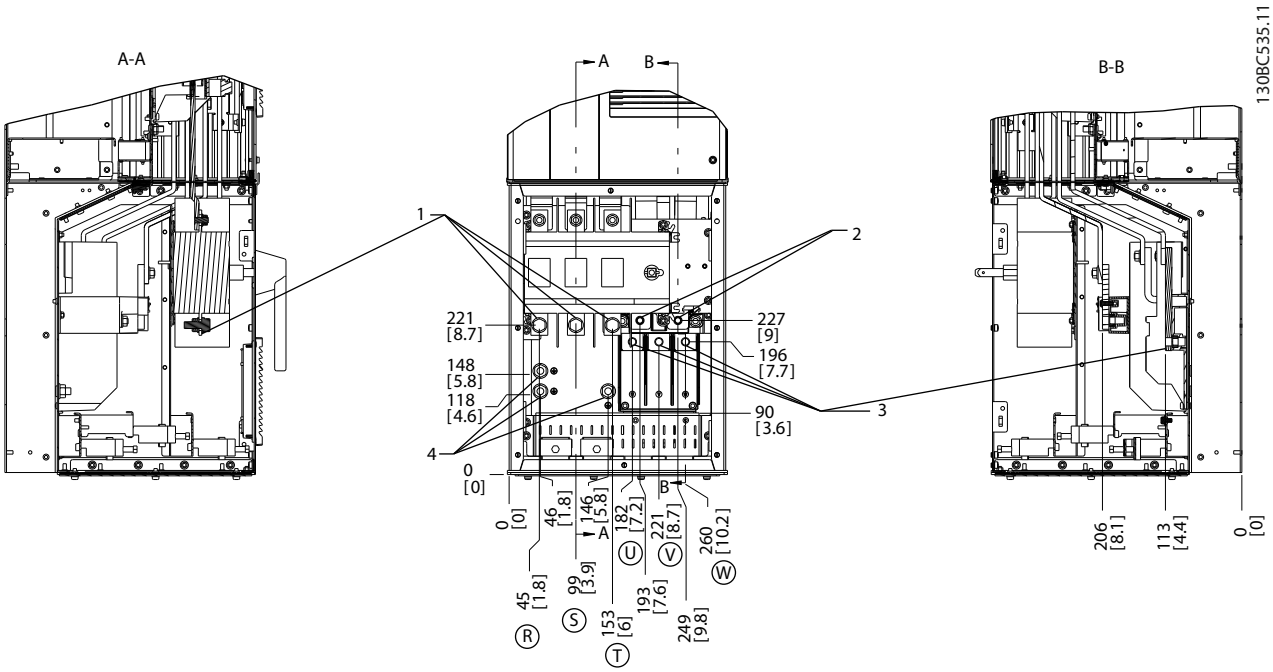
ตาราง 5.14 คำอธิบาย *ภาพประกอบ 5.62* และ *ภาพประกอบ 5.63*



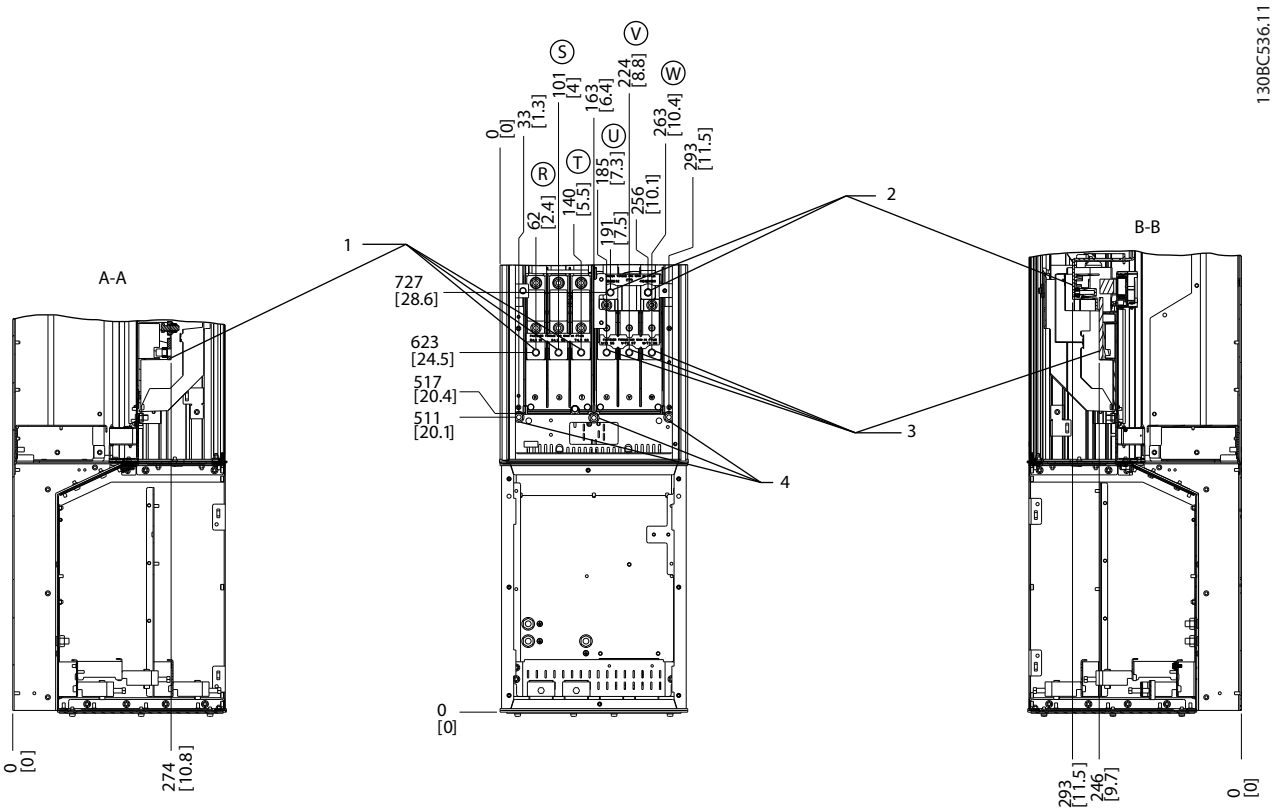
ภาพประกอบ 5.64 1) ตำแหน่งขั้วต่อสายดิน (โครงเครื่อง) IP20, ขนาดเฟรม D



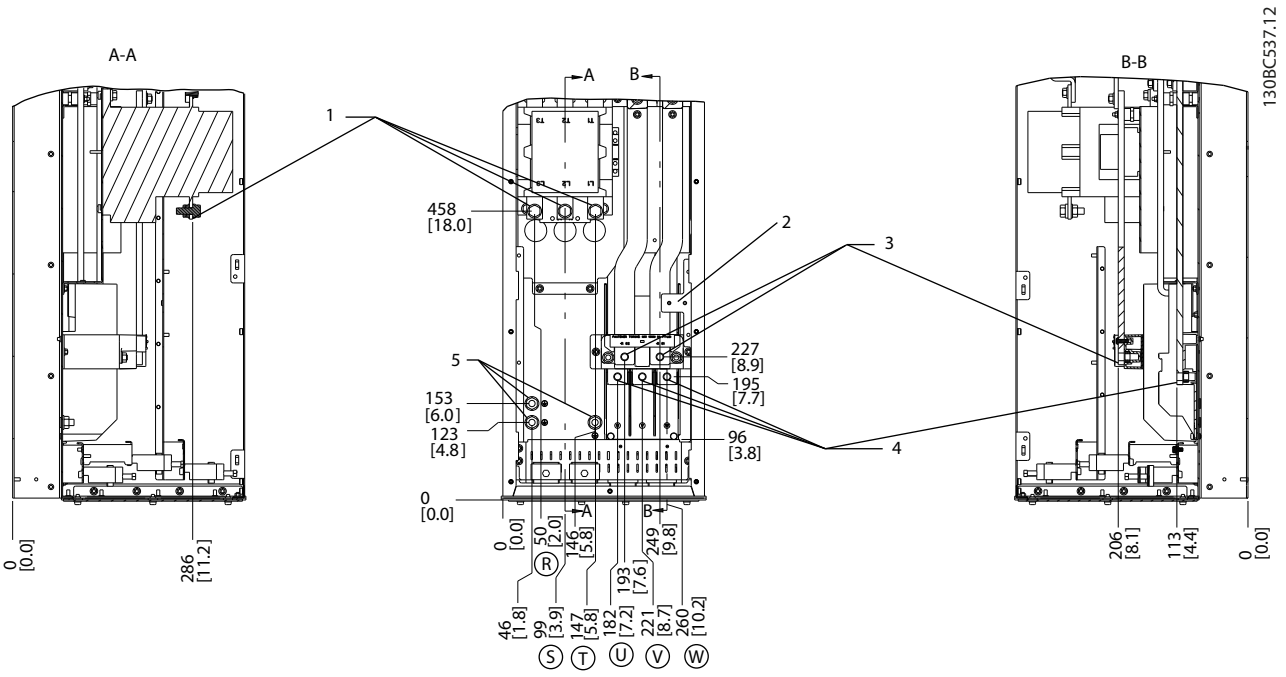
ภาพประกอบ 5.65 1) ตำแหน่งขั้วต่อสายดิน IP21 (NEMA ประเภท 1) และ IP54 (NEMA ประเภท 12), ขนาดเฟรม D



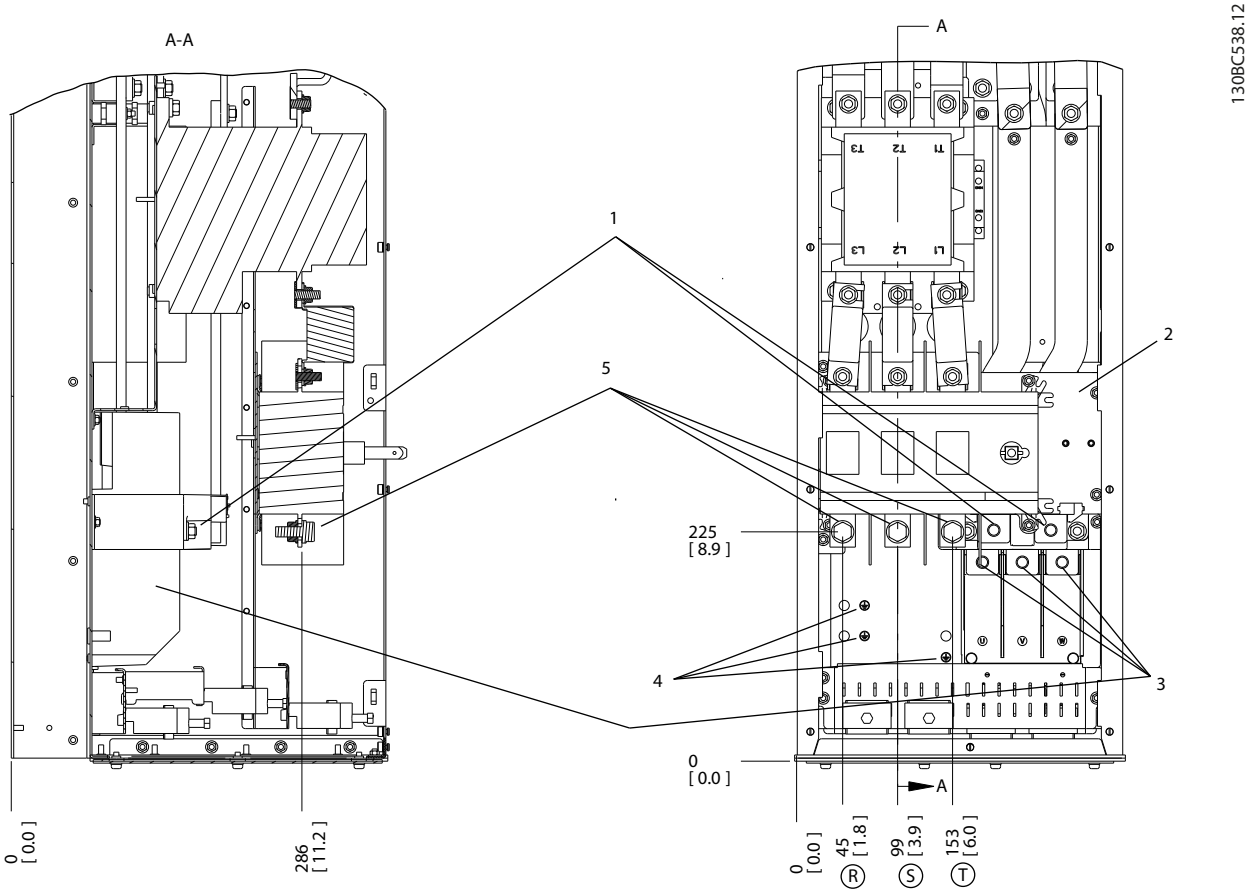
ภาพประกอบ 5.66 ตำแหน่ง ขั้วต่อ, D5h พร้อมอุปกรณ์เสริมตัวตัดการเชื่อมต่อ



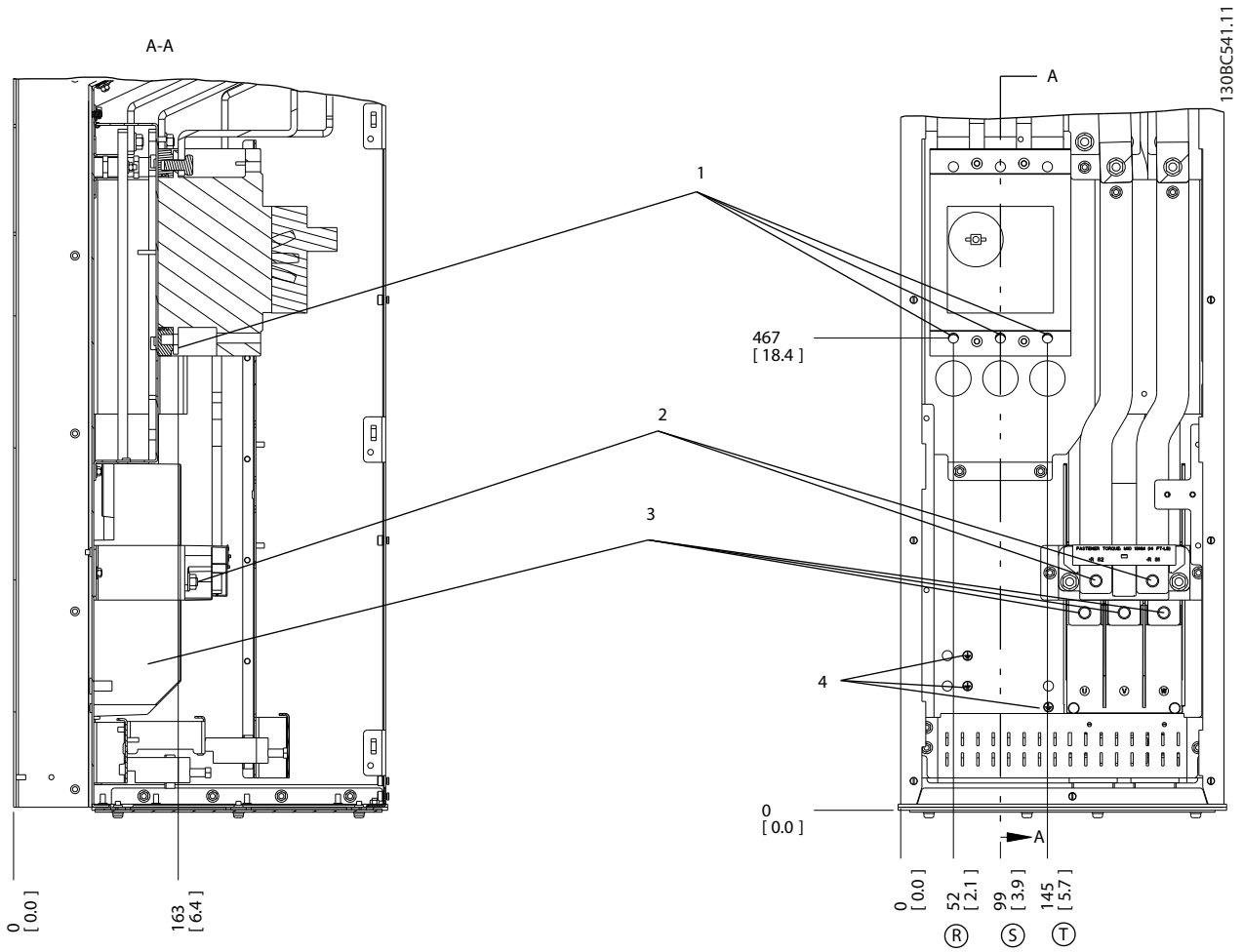
ภาพประกอบ 5.67 ตำแหน่งขั้วต่อ, D5h พร้อมอุปกรณ์เสริมเบรค



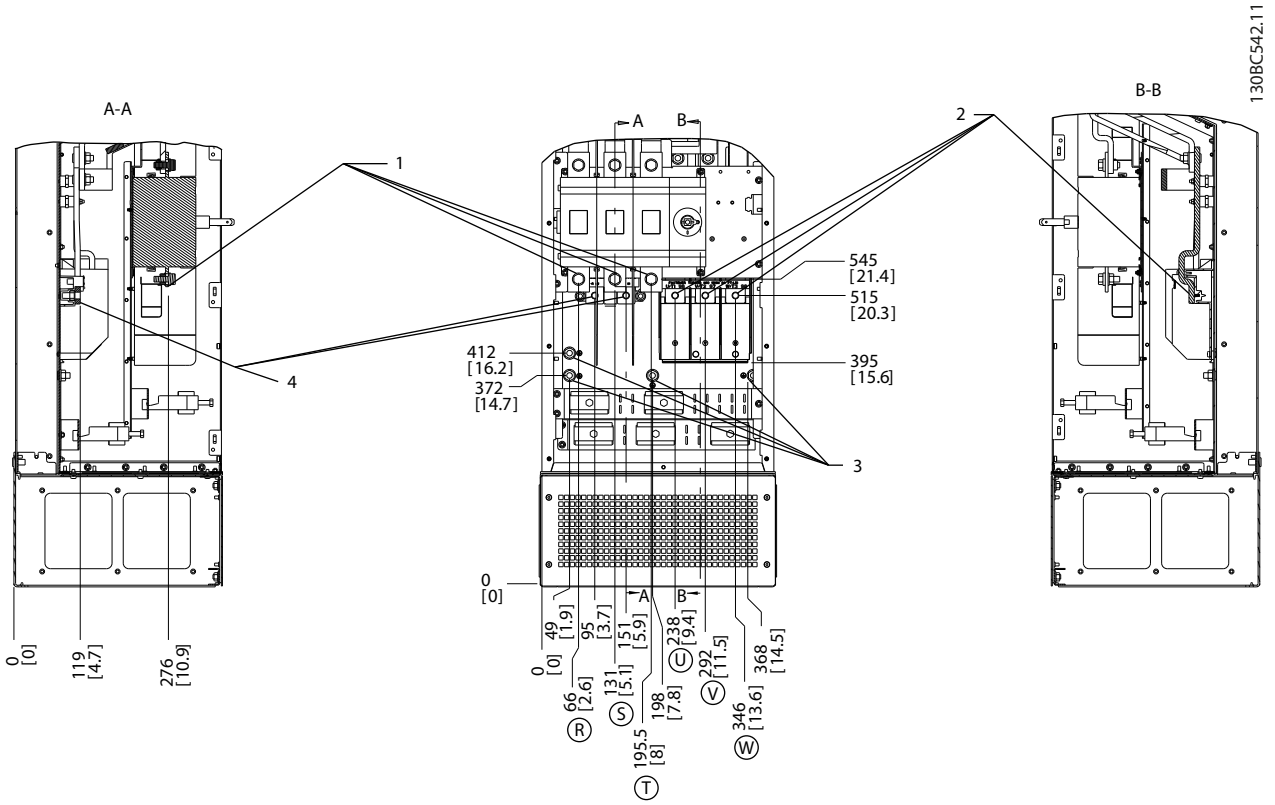
ภาพประกอบ 5.68 ตำแหน่งขั้วต่อ, D6h พร้อมอุปกรณ์เสริมคอนแทคเตอร์



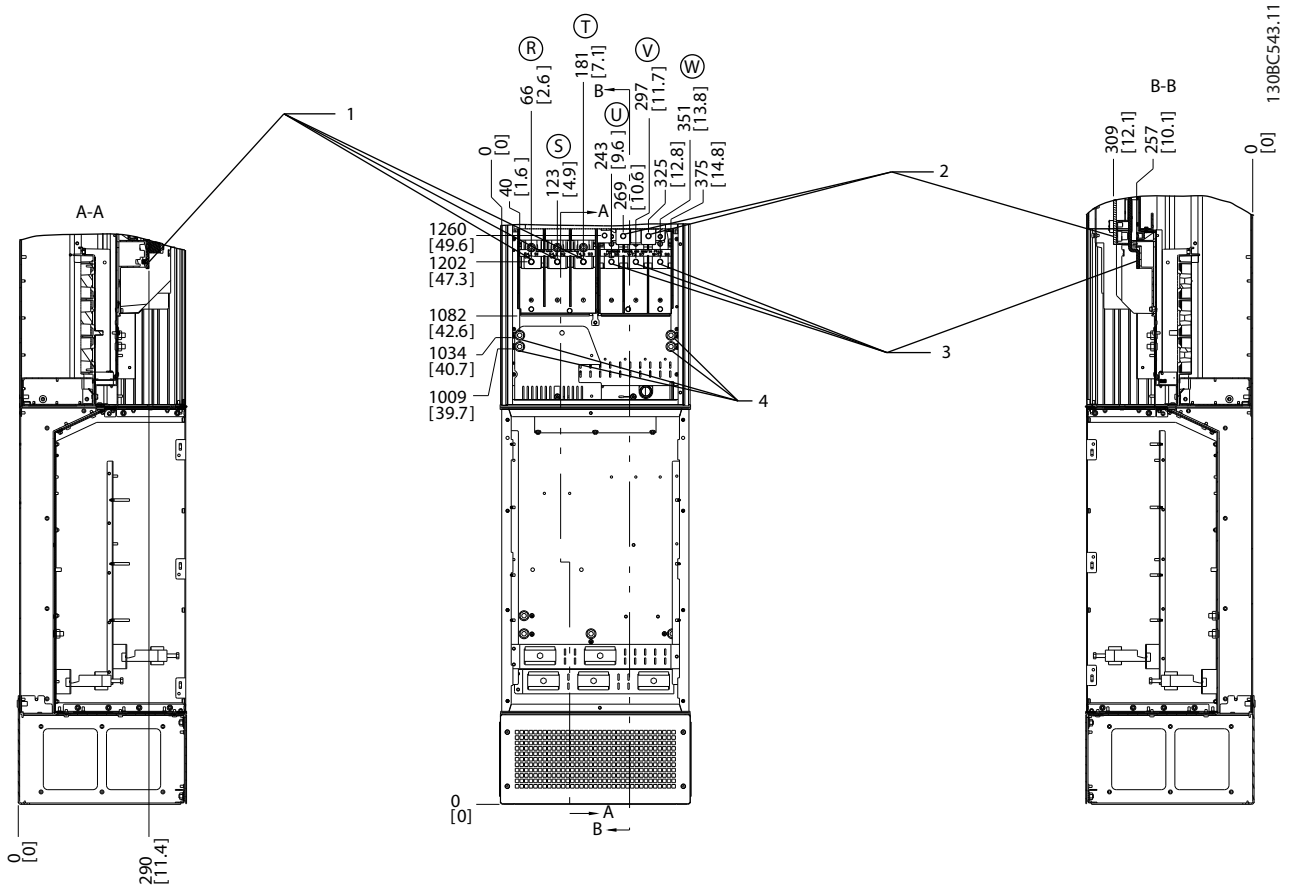
ภาพประกอบ 5.69 ตำแหน่งขั้วต่อ, D6h พร้อมอุปกรณ์เสริมคอนแทคเตอร์และการตัดการเชื่อมต่อ



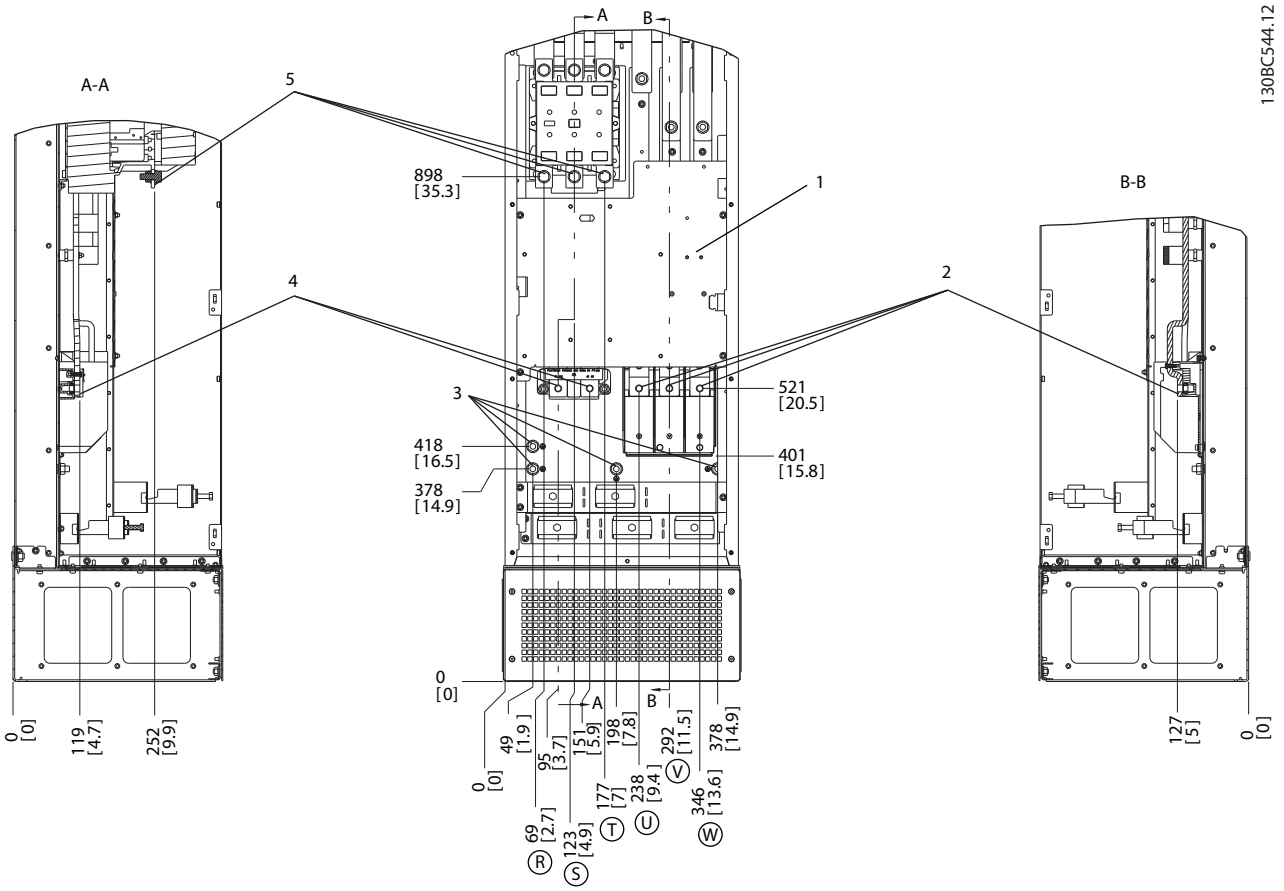
ภาพประกอบ 5.70 ตำแหน่งขั้วต่อ, D6h พร้อมอุปกรณ์เสริมเซอร์กิตเบรคเกอร์



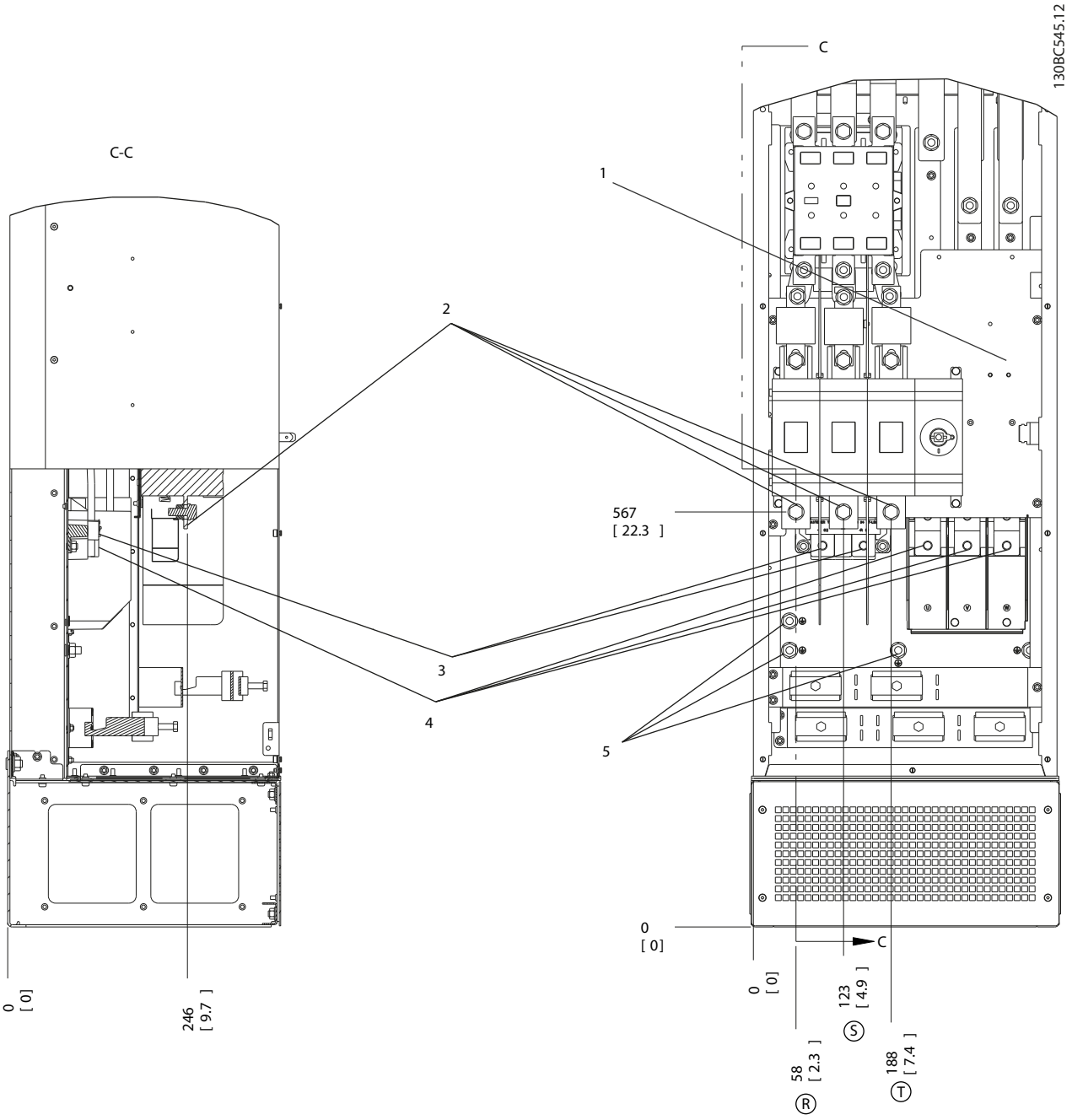
ภาพประกอบ 5.71 ตำแหน่งขั้วต่อ, D7h พร้อมอุปกรณ์เสริมการตัดการเชื่อมต่อ



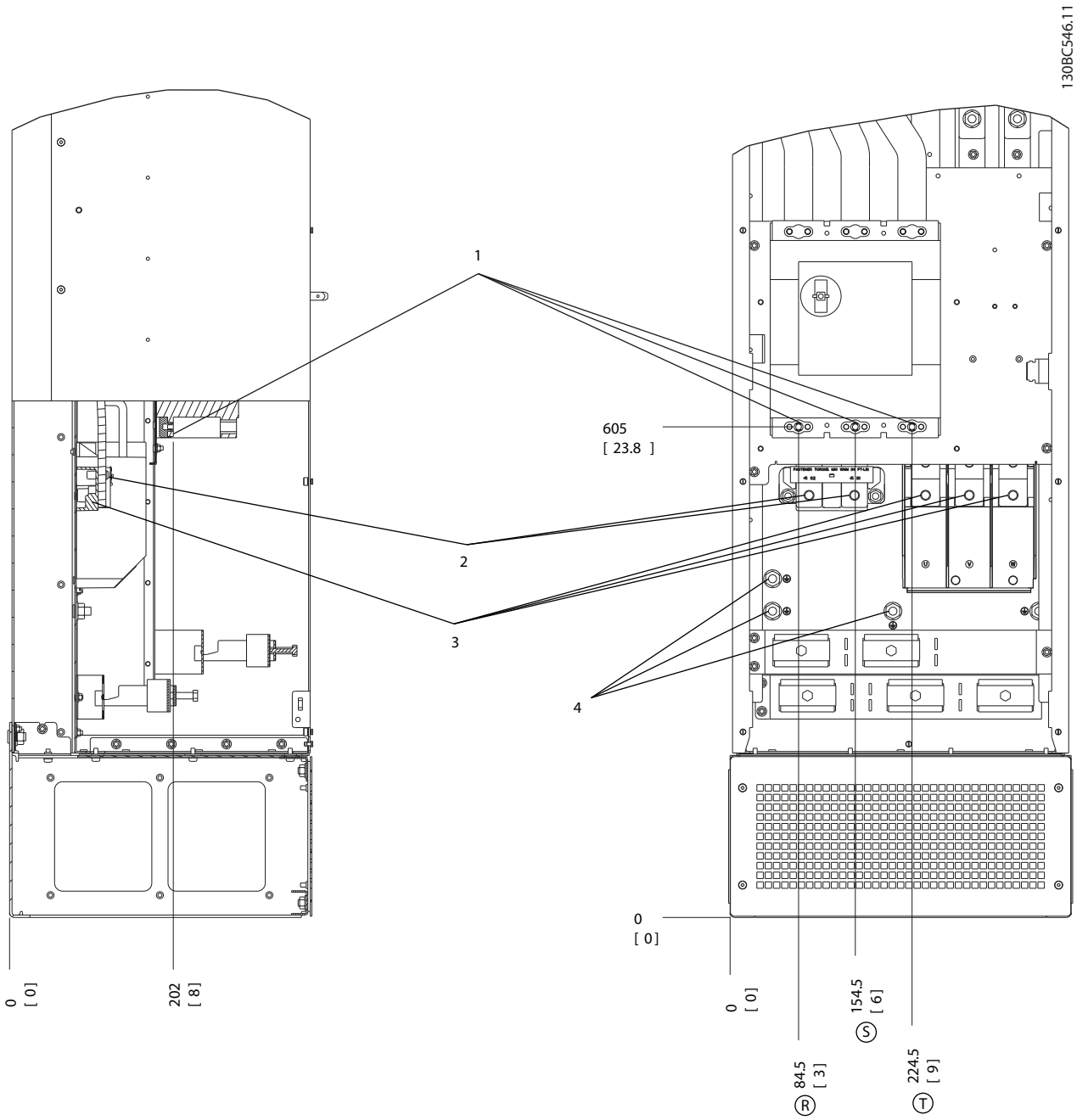
ภาพประกอบ 5.72 ตำแหน่งขั้วต่อ, D7h พร้อมอุปกรณ์เสริมเบรค



ภาพประกอบ 5.73 ตำแหน่งขั้วต่อ, D8h พร้อมอุปกรณ์เสริมคอนแทคเตอร์



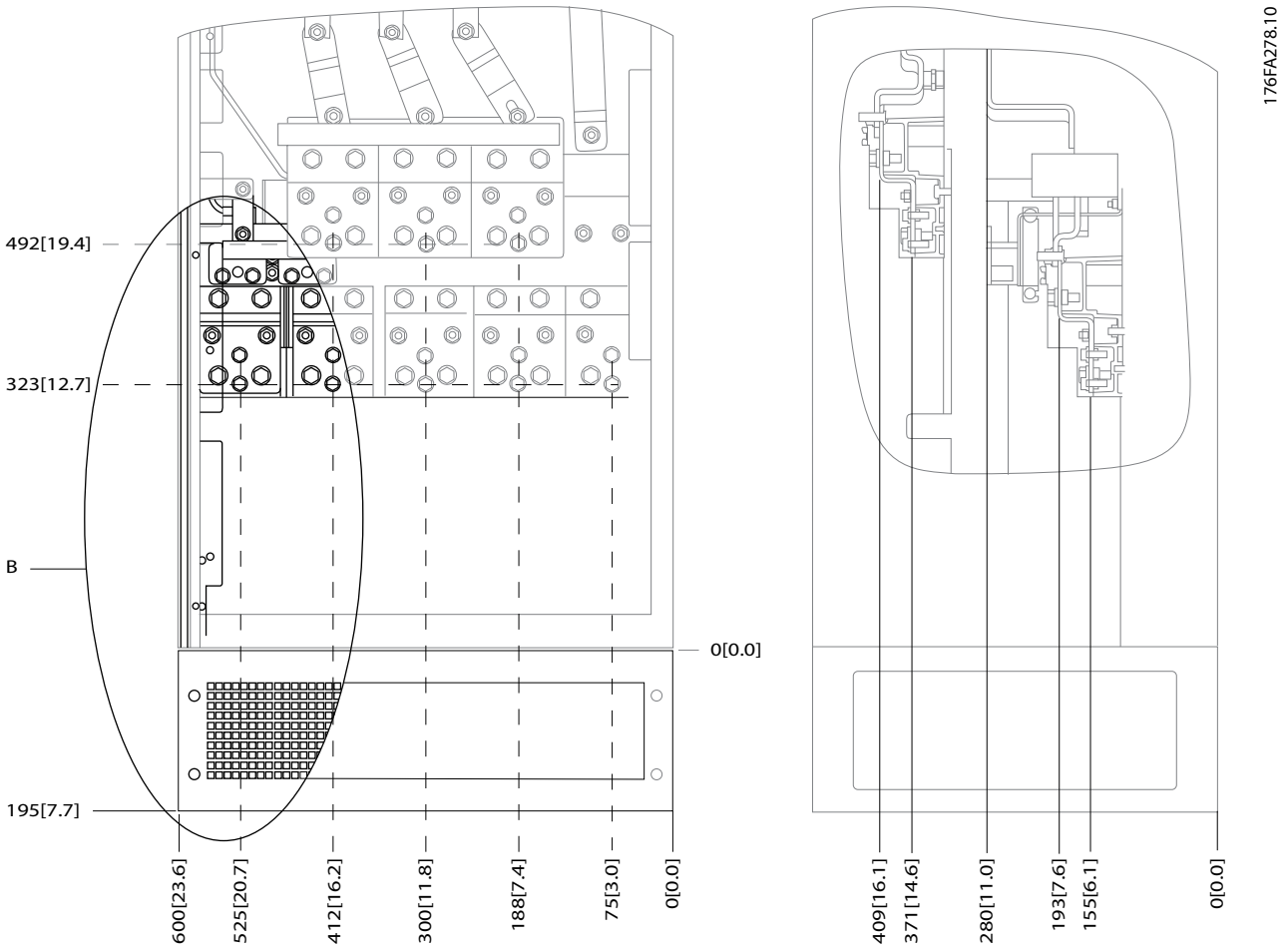
ภาพประกอบ 5.74 ตำแหน่งขั้วต่อ, D8h พร้อมอุปกรณ์เสริมคอนแทคเตอร์และการตัดการเชื่อมต่อ



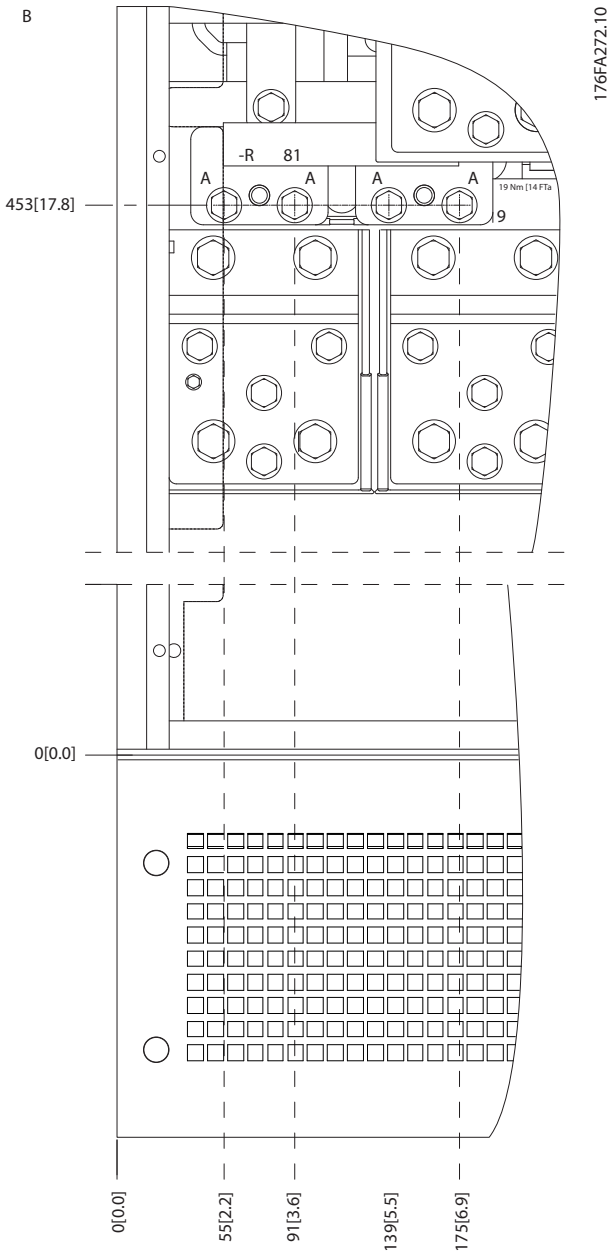
ภาพประกอบ 5.75 ตำแหน่งขั้วต่อ, D8h พร้อมอุปกรณ์เสริมเซอร์กิตเบรคเกอร์

ตำแหน่งขั้วต่อ - E1

พิจารณาตำแหน่งขั้วต่อต่อไปนีเมือออกแบบช่องทางเข้าถึง สายเคเบิล

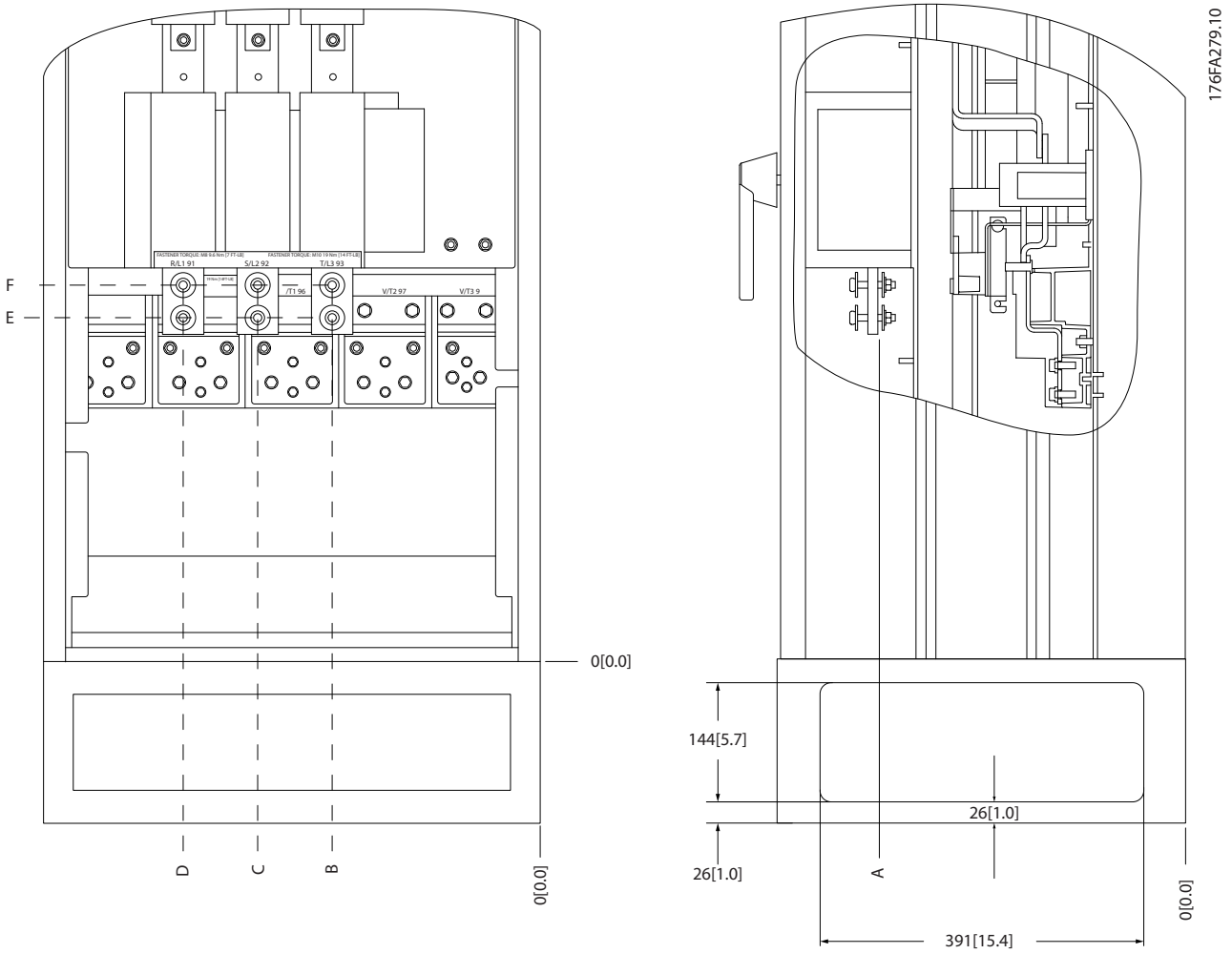


ภาพประกอบ 5.76 ตำแหน่งการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟของกรอบหุ้ม IP21 (NEMA ประเภท 1) และ IP54 (NEMA ประเภท 12)



ภาพประกอบ 5.77 ตำแหน่งการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟของ-กรอบหุ้ม IP21 (NEMA ประเภท 1) และ IP54 (NEMA ประเภท 12) (รายละเอียด B)

5



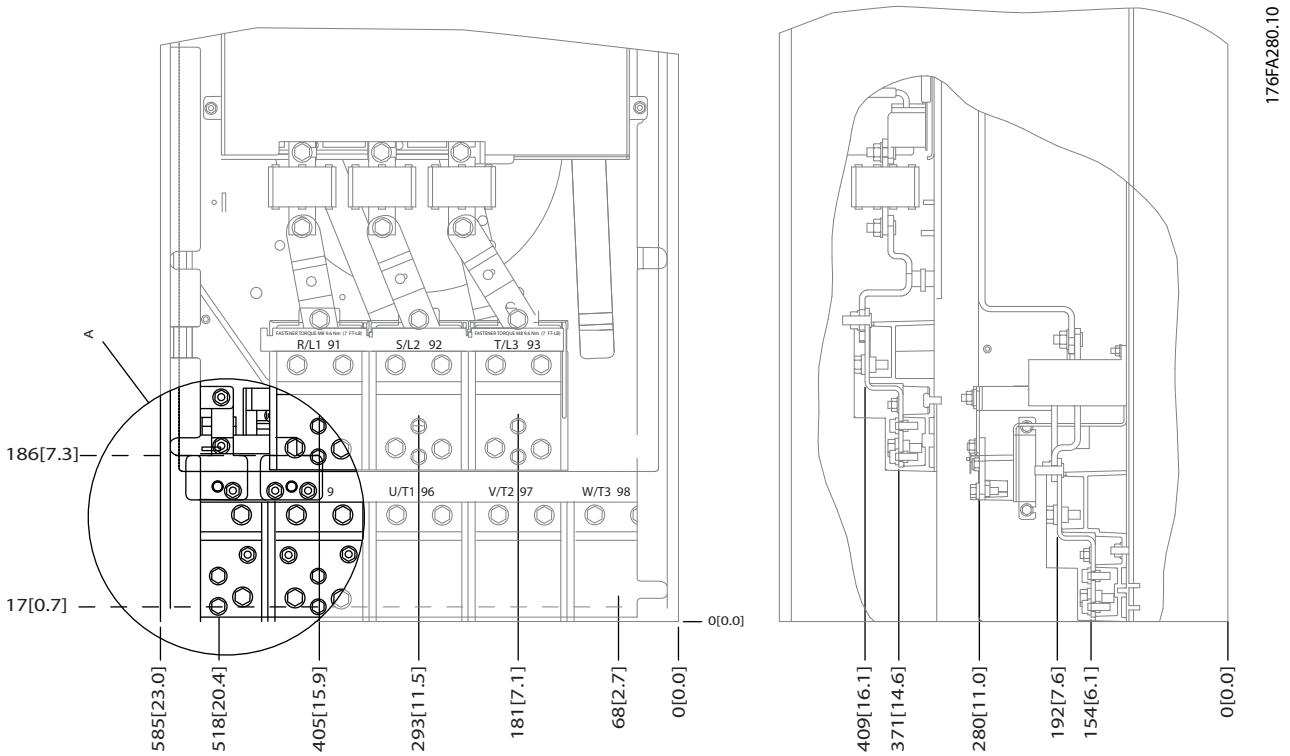
ภาพประกอบ 5.78 ตำแหน่งสวิตช์ตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟของกรอบหุ้ม IP21 (NEMA ประเภท 1) และ IP54 (NEMA ประเภท 12)

ขนาด-เฟรม	ชนิดเครื่อง	ขนาดสำหรับขั้วต่อที่ตัดการเชื่อมต่อ					
E1	IP54/IP21 UL และ NEMA1/NEMA12						
	250/315 kW (400 V) และ 355/450-500/630 KW (690 V)	381 (15.0)	253 (9.9)	253 (9.9)	431 (17.0)	562 (22.1)	N/A
	315/355-400/450 kW (400 V)	371 (14.6)	371 (14.6)	341 (13.4)	431 (17.0)	431 (17.0)	455 (17.9)

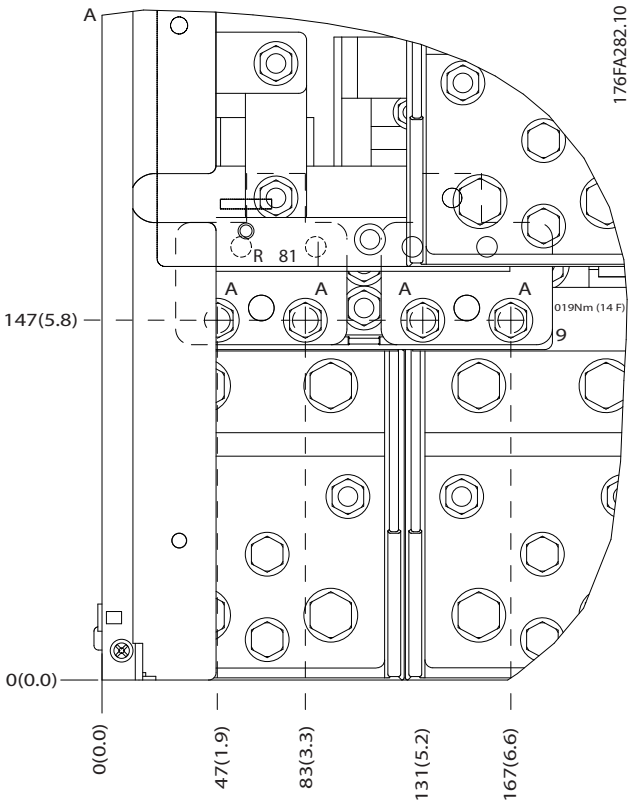
ตาราง 5.15 คำอธิบาย *ภาพประกอบ 5.78*

ตำแหน่งขั้วต่อ - ขนาดเฟรม E2

พิจารณาตำแหน่งขั้วต่อต่อไปนีเมือออกแบบช่องทางเข้าถึง สายเคเบิล.

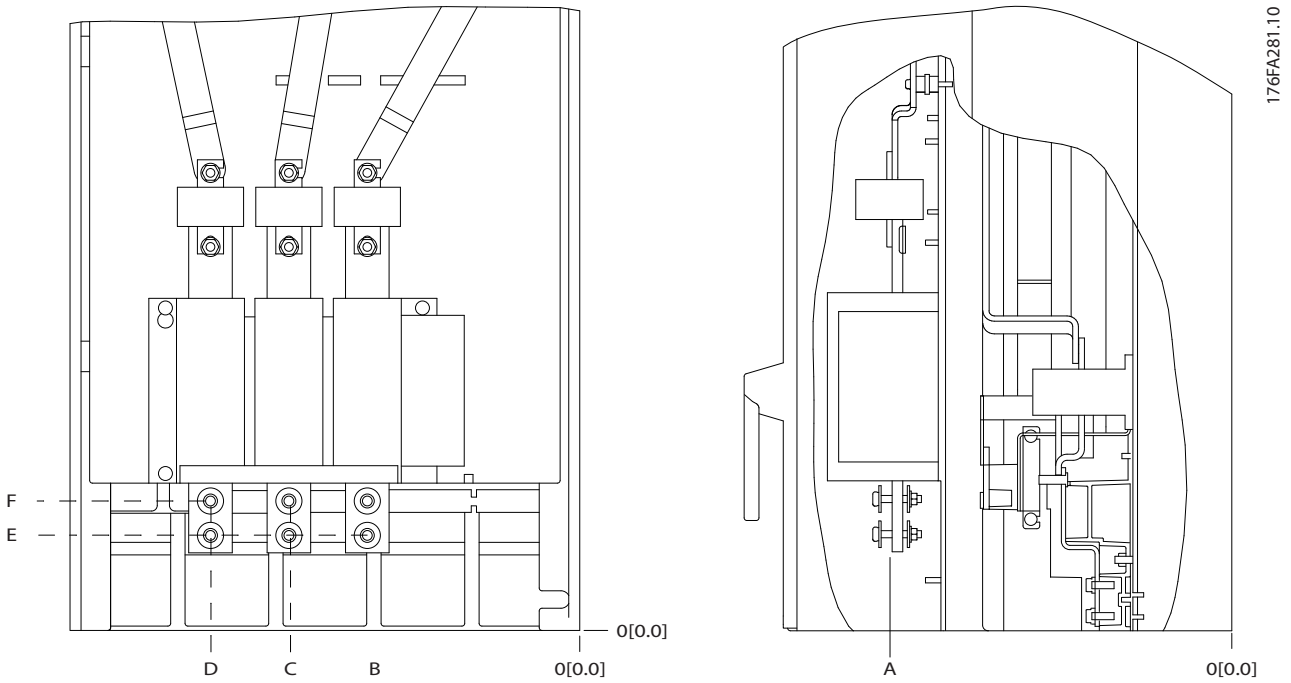


ภาพประกอบ 5.79 ตำแหน่งการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟของ IP00



ภาพประกอบ 5.80 ตำแหน่งการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟของ IP00

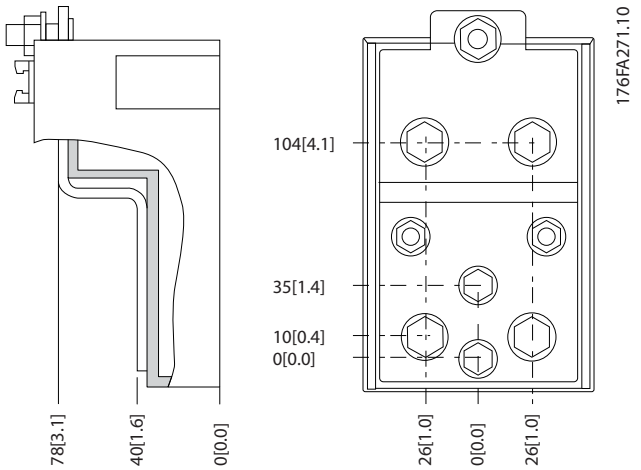
5



ภาพประกอบ 5.81 ตำแหน่งการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟของกรอบหุ้ม IP00, ตำแหน่งสวิตช์ตัดการเชื่อมต่อ

ประกาศ

สายเคเบิลกำลังหนักและยากต่อการ บิดให้โค้งงอ พิจารณาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตัวแปลงความถี่เพื่อให้แน่ใจว่า-สามารถติดตั้งสายเคเบิลได้อย่างง่ายดาย
แต่ละขั้วต่อทำให้ใช้สายเคเบิลที่มีหางปลาสูงสุด 4 สาย หรือใช้หางปลาแบบสี่เหลี่ยมมาตรฐาน สายดินเชื่อมต่อกับจุด-เชื่อมต่อที่เกี่ยวข้องในตัวแปลงความถี่



ภาพประกอบ 5.82 รายละเอียดเกี่ยวกับขั้วต่อ

ประกาศ

การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟสามารถดำเนินการได้ที่ตำแหน่ง Aและ B

ขนาด-เฟรม	ชนิดเครื่อง	ขนาดสำหรับขั้วต่อที่ตัดการเชื่อมต่อ					
	IP00/CHASSIS	A	B	C	D	E	F
E2	250/315kW (400 V) และ 355/450-500/630 KW (690 V)	381 (15.0)	245 (9.6)	334 (13.1)	423 (16.7)	256 (10.1)	N/A
	315/355-400/450 kW (400 V)	383 (15.1)	244 (9.6)	334 (13.1)	424 (16.7)	109 (4.3)	149 (5.8)

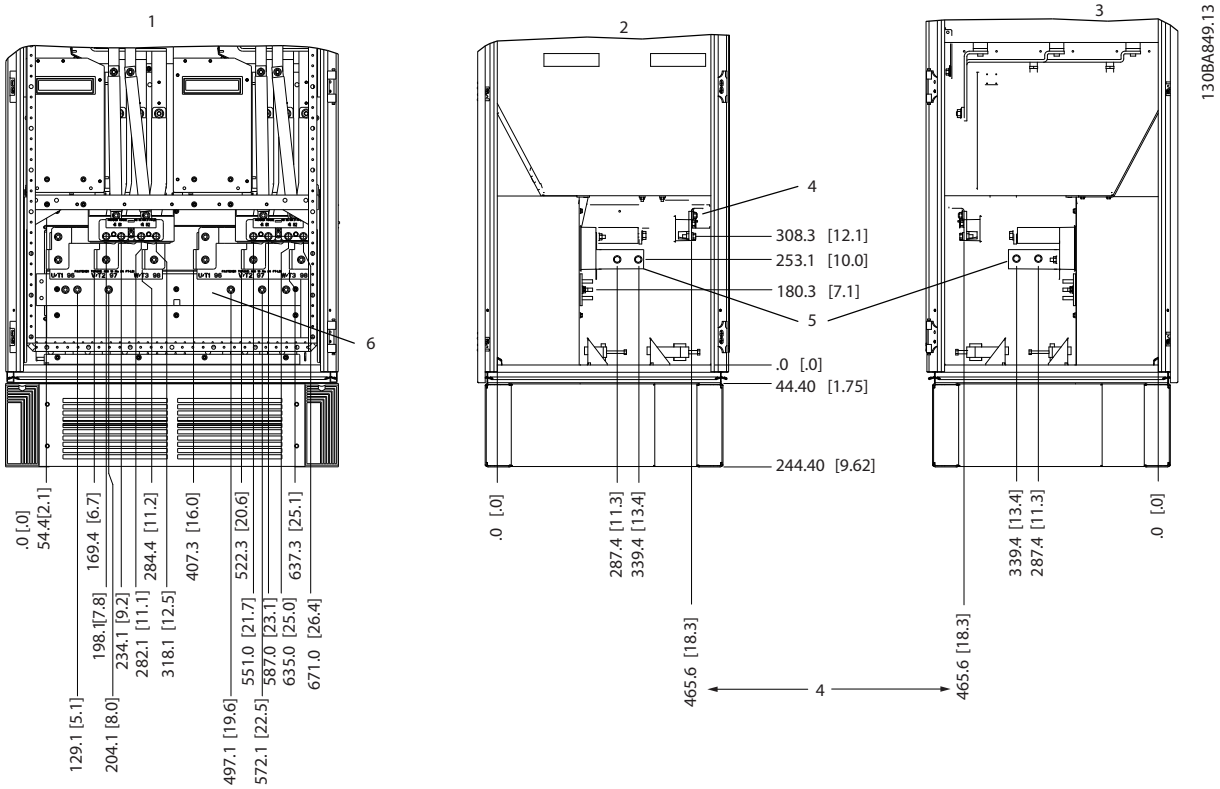
ตาราง 5.16 การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ

5

ประกาศ

เฟรม F มี 4 ขนาด ต่างๆ กัน, F1, F2, F3 และ F4 F1 และ F2 ประกอบด้วยตู้อินเวอร์เตอร์ทางด้านขวาและตู้วงจรเรียง-กระแสทางด้านซ้าย ส่วน F3 และ F4 มีตู้อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติมทางด้านซ้ายของตู้วงจรเรียงกระแส โดย F3 คือ F1 ทีมีตู้-อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติม ส่วน F4 คือ F2 ทีมีตู้อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติม

ตำแหน่ง ขั้วต่อ - ขนาดเฟรม F1 และ F3

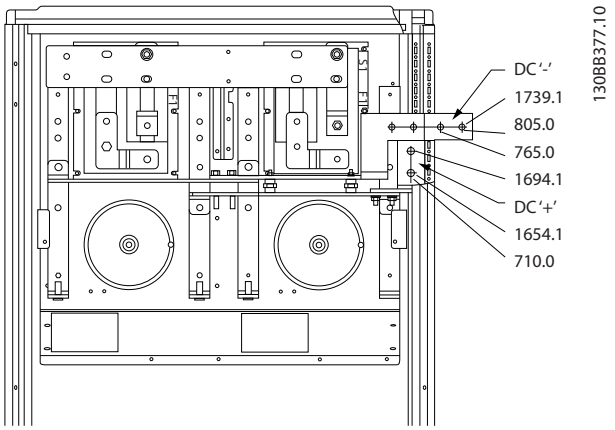


ภาพประกอบ 5.83 ตำแหน่งขั้วต่อ - ตู้อินเวอร์เตอร์ - F1 และ F3 (มุมมอง, ด้านหน้า ด้านซ้าย และ ด้าน ขวา) แผ่นก้นด้านล่างอยู่ที 42 มม. ใต้ระดับ.0

1) แถบกราวด์ต่อลงดิน

2) ขั้วต่อมอเตอร์

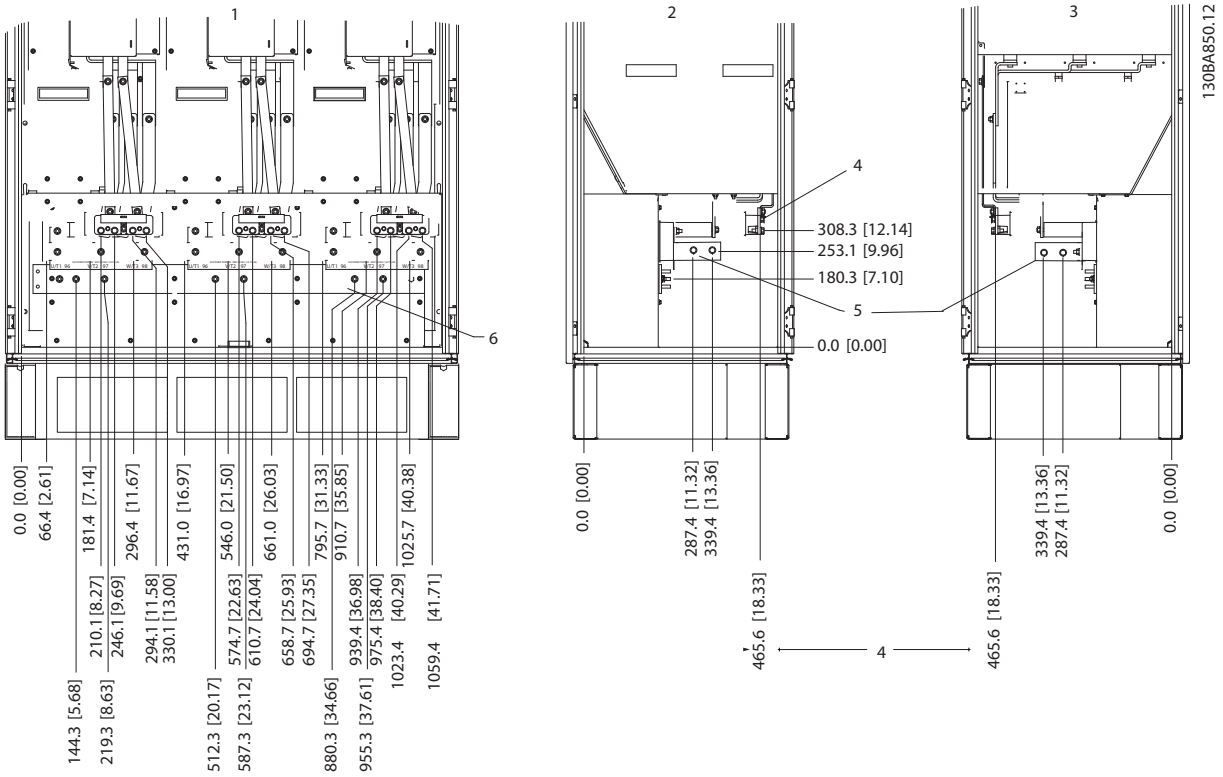
3) ขั้วต่อเบรค



ภาพประกอบ 5.84 ตำแหน่งขั้วต่อ - ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ - F1 และ F3

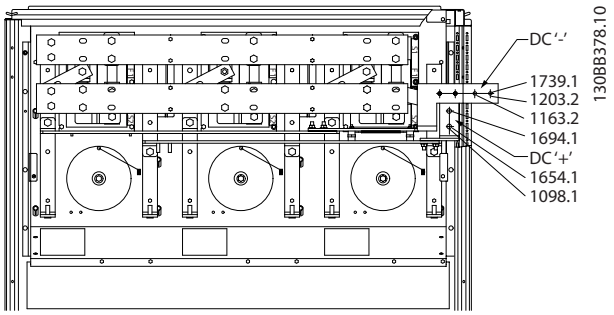
5

ตำแหน่ง ขั้วต่อ - ขนาดเฟรม F2 และ F4



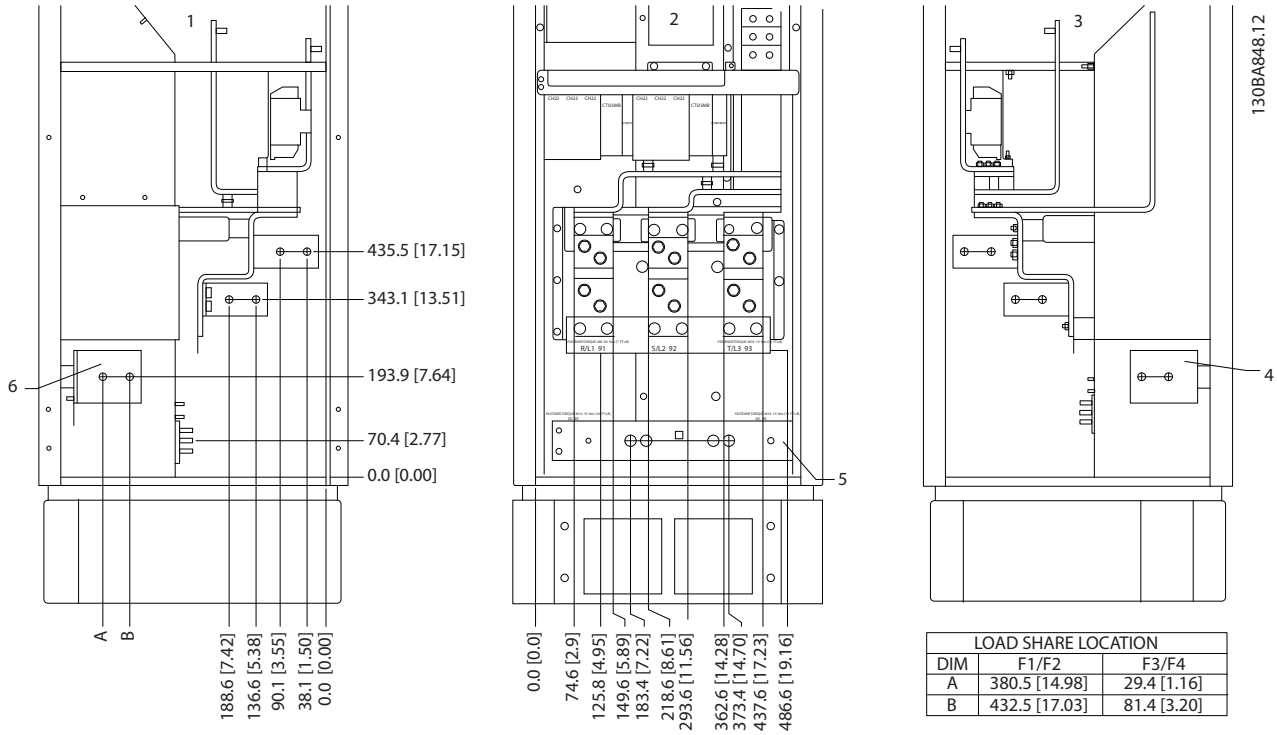
ภาพประกอบ 5.85 ตำแหน่งขั้วต่อ - อินเวอร์เตอร์ - F2 และ F4 (มุมมอง, ด้านหน้า ด้านซ้าย และ ด้าน ขวา) แผ่นกันด้านล่างอยู่ที่ 42 มม. ใต้ระดับ.0

1) แถบกราวด์ต่อลงดิน



ภาพประกอบ 5.86 ตำแหน่งขั้วต่อ - ขั้วต่อแบบคืนพลังงานกลับ - F2 และ F4

ตำแหน่งขั้วต่อ - วงจรเรียงกระแส (F1, F2, F3 และ F4)



LOAD SHARE LOCATION		
DIM	F1/F2	F3/F4
A	380.5 [14.98]	29.4 [1.16]
B	432.5 [17.03]	81.4 [3.20]

ภาพประกอบ 5.87 ตำแหน่งขั้วต่อ - วงจรเรียงกระแส (มุมมอง, ด้านซ้าย ด้านหน้า และ ด้าน ขวา). แผ่นกันด้านล่างอยู่ที 42 มม. ใต้ระดับ.0

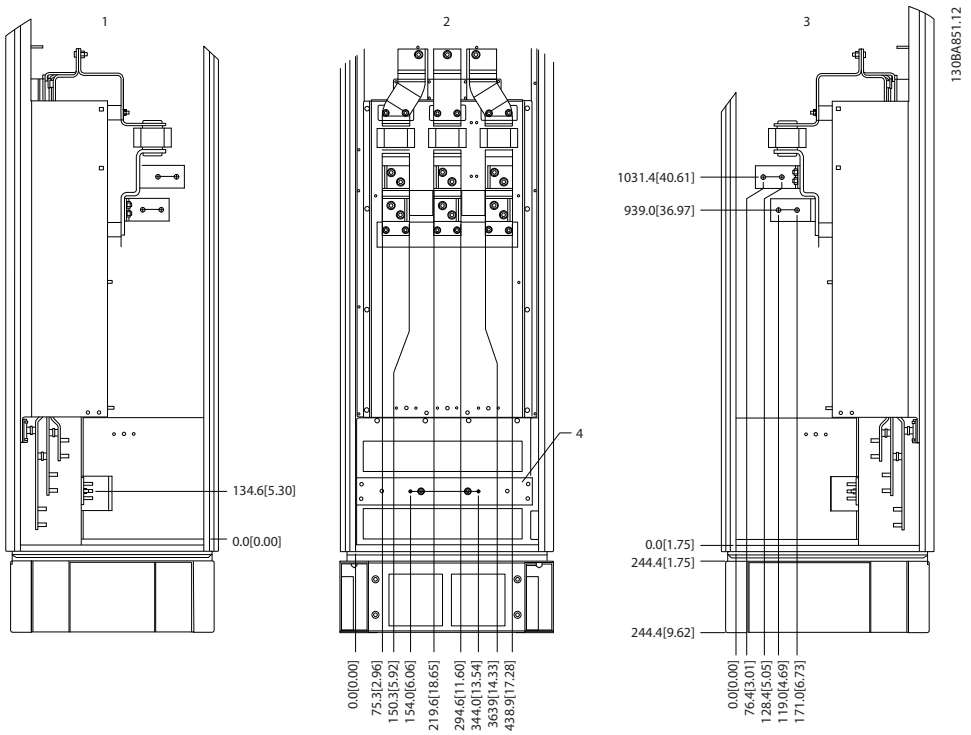
1) ขั้วต่อการแบ่งโหลด (-)

2) แถบกราวด์ต่อลงดิน

3) ขั้วต่อการแบ่งโหลด (+)

5

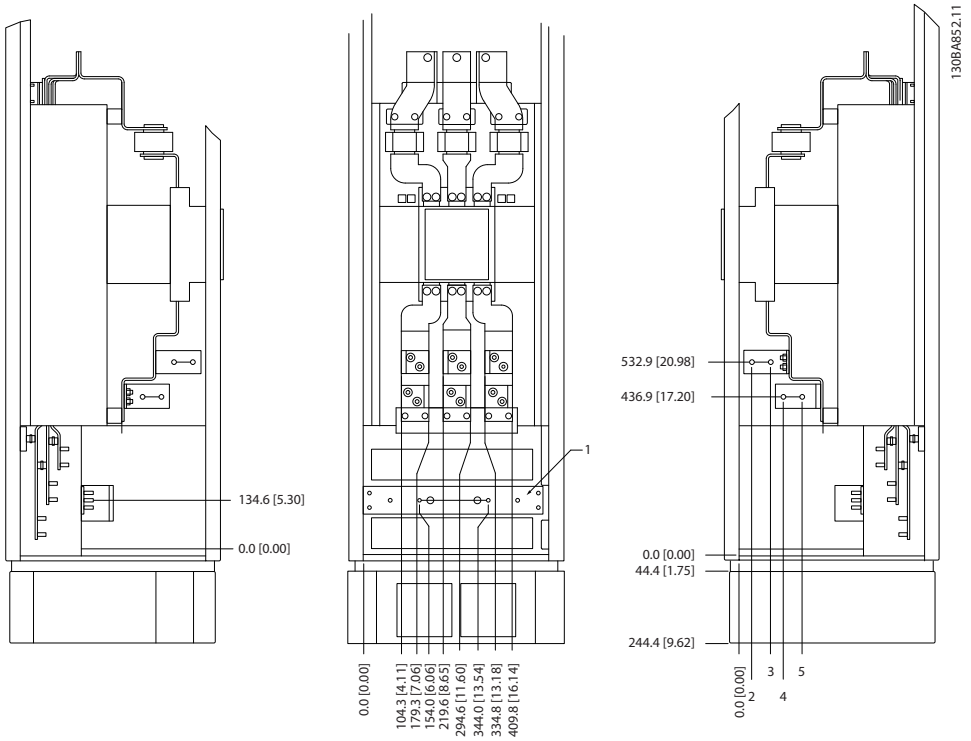
ตำแหน่งขั้วต่อ - ตู้อุปกรณ์เสริม (F3 และ F4)



ภาพประกอบ 5.88 ตำแหน่งขั้วต่อ - ตู้อุปกรณ์เสริม (มุมมอง, ด้านซ้าย ด้านหน้า และ ด้าน ขวา) แผ่นก็นด้านล่างอยู่ที 42 มม. ใต้ระดับ. 0

1) แถบกราวด์ต่อลงดิน

ตำแหน่งขั้วต่อ - ตู้อุปกรณ์เสริมพร้อมสวิตช์ที่ห่อหุ้มมิดชิด/เซอร์กิตเบรคเกอร์ (F3 และ F4)



ภาพประกอบ 5.89 ตำแหน่งขั้วต่อ - ตู้อุปกรณ์เสริมพร้อมสวิตช์ที่ห่อหุ้มมิดชิด/เซอร์กิตเบรคเกอร์ (มุมมอง, ด้านซ้าย ด้านหน้า และ ด้าน ขวา) แผ่นก็นด้านล่างอยู่ที 42 มม. ใต้ระดับ.0

1) แถบกราวด์ต่อลงดิน

ขนาดกำลัง	2	3	4	5
450 kW (480 V), 630-710 kW (690 V)	34.9	86.9	122.2	174.2
500-800 kW (480 V), 800-1000 kW (690 V)	46.3	98.3	119.0	171.0

ตาราง 5.17 ขนาดสำหรับขั้วต่อ

5.4.3 การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟชุดขับ 12 พัลส์

การติดตั้งสายเคเบิลและฟิวส์

ประกาศ

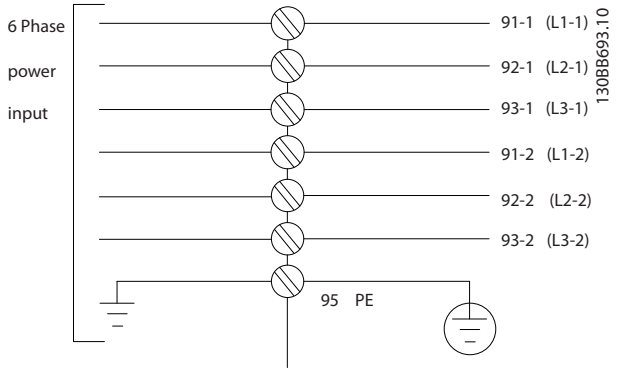
สายเคเบิลทั่วไป

การติดตั้งสายเคเบิลต้องสอดคล้องกับระเบียบข้อบังคับในท้องถิ่นและในประเทศเกี่ยวกับพื้นที่หน้าตัดสายเคเบิลและอุณหภูมิแวดล้อม การใช้งาน UL ต้องมีตัวนำทองแดง 75 °C 75 และตัวนำทองแดง 90 °C ต้องทนทานต่อความร้อนเพื่อใช้ตัวแปลงความถี่ในการใช้งานที่ไม่เกี่ยวข้องกับ UL

การเชื่อมต่อสายเคเบิลอยู่ในจุดตามที่แสดง ใน *ภาพประกอบ 5.90* ขนาดของหน้าตัดสายเคเบิลต้องสอดคล้องกับพิกัดกระแสและกฎหมายของท้องถิ่น ดู *3.1 ข้อมูลจำเพาะทั่วไป* สำหรับรายละเอียด

เพื่อป้องกันตัวแปลงความถี่ ต้องใช้ฟิวส์ที่แนะนำหรือชุดต้องติดตั้งมากับฟิวส์ในตัว สามารถพบฟิวส์ที่แนะนำได้ใน *5.3.7 ฟิวส์* ตรวจสอบให้แน่ใจทุกครั้งว่าฟิวส์ได้รับการผลิตอย่างเหมาะสมตามกฎหมายของท้องถิ่น

การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักจะต้องต่อเข้ากับสวิตช์ตัดตอนหลัก หากมีสวิตช์ติดตั้งมาด้วย



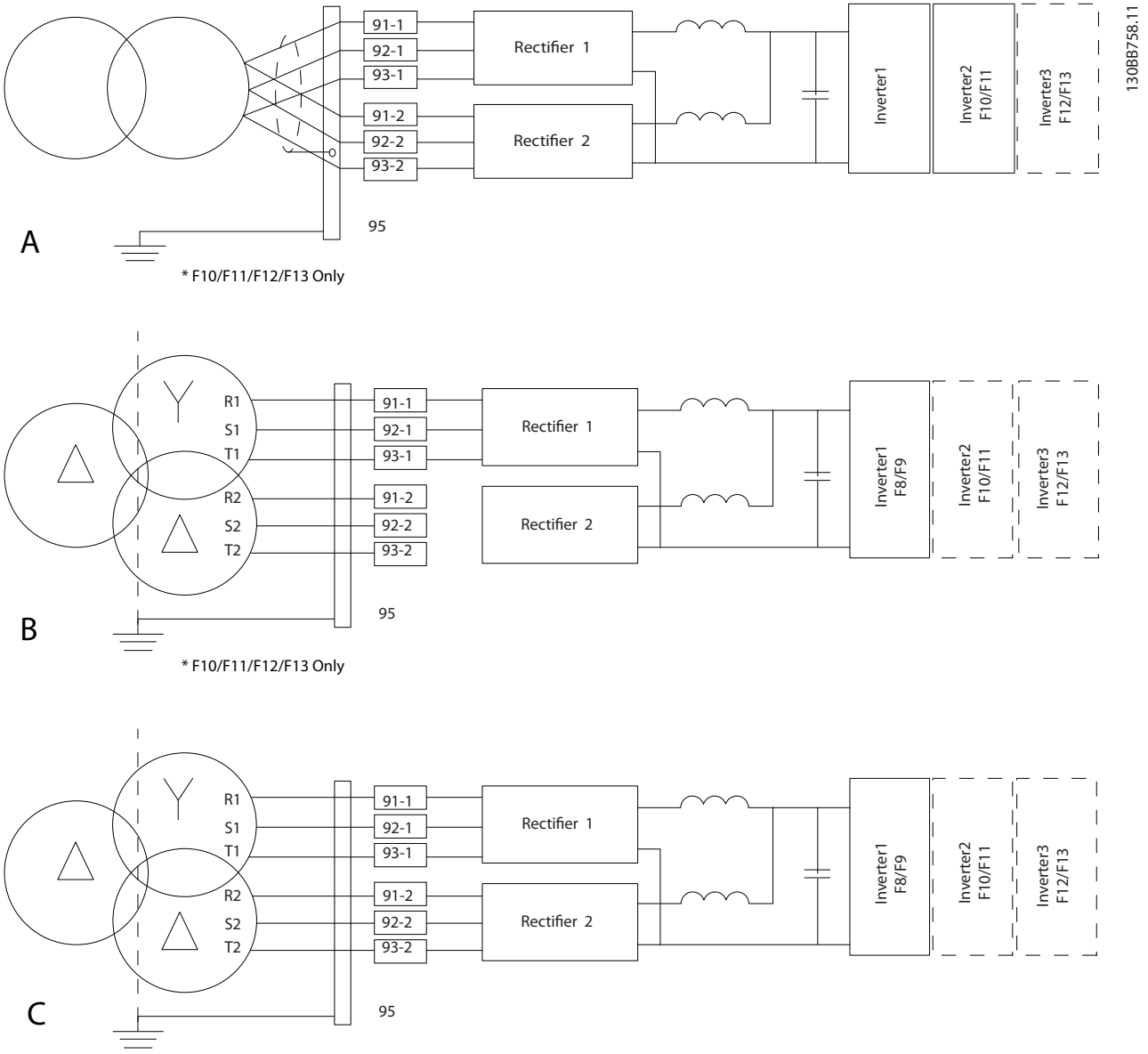
ภาพประกอบ 5.90 การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก

ประกาศ

สายเคเบิลมอเตอร์ต้องเป็นแบบมีชีล/ปลอกโลหะ ถ้าใช้สายเคเบิลแบบไม่มีชีล/ไม่มีปลอกโลหะ อาจไม่สอดคล้องกับข้อกำหนด EMC บางข้อ ใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล/ปลอกโลหะ ที ตรงตามข้อกำหนดการแพร่กระจาย EMC สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม โปรดดู *5.10 การติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง*

ดู *3.1 ข้อมูลจำเพาะทั่วไป* สำหรับขนาดหน้าตัดและความยาวของสายเคเบิลมอเตอร์ที่ถูกต้อง

5



ภาพประกอบ 5.91

A) การเชื่อมต่อ 6 พัลส์[1), 2), 3)]

B) การเชื่อมต่อ 6 พัลส์ที่แก้ไขแล้ว[2), 3), 4)]

C) การเชื่อมต่อ 12 พัลส์[3), 5)]

หมายเหตุ:

1) การเชื่อมต่อแบบขนานที่แสดง สายเคเบิล 3 เฟสเส้นเดียว อาจ ใช้กับความสามารถในการดำเนินการที่เพียงพอ ต้องติดตั้งแถบบัสแบบสั้น

2) การเชื่อมต่อแบบ 6 พัลส์ขจัดการลดฮาร์โมนิคอันเป็นประโยชน์ต่อวงจรเรียงกระแส 12 พัลส์

3) เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักของ IT และ TN

4) ในเหตุการณ์ที่ไม่มีแนวโน้มเกิดขึ้นที่หนึ่งในวงจรเรียงกระแสแบบแยกซิน 6 พัลส์ไม่สามารถทำงานได้ สามารถใช้งานตัวแปลงความถี่ที่พิกัดลดลงด้วยวงจรเรียงกระแสแบบ 6 พัลส์ ตัวเดียว ติดต่อโรงงานเพื่อขอรายละเอียดเกี่ยวกับการเชื่อมต่อใหม่

5) ในที่นี้ไม่ได้แสดงการติดตั้งสายเคเบิลหลักคู่ขนาน ตัวแปลงความถี่ 12 พัลส์ ควร มีข้อกำหนดเกี่ยวกับสายเคเบิลหลักในเรื่องจำนวนและความยาวที่เท่ากันกับตัวแปลงความถี่ 6 พัลส์

ประกาศ

สายเคเบิลหลัก ควร มีความยาวเท่ากับ (±10%) และขนาดสายไฟเท่ากันสำหรับทั้งสามเฟสบนส่วนวงจร-เรียงกระแส ตัวแปลงความถี่ 12 พัลส์ทีใช้เช่นเดียวกับ 6 พัลส์ ควร มีสายเคเบิลหลักทีมีจำนวนและความยาวเท่ากัน

ส่วนชีลของสายเคเบิล
หลีกเลียงการยึดด้วยการบิดเกลียวทีปลายสายชีล (หางหมู) ซึงจะลดประสิทธิผลในการชีลทีความถีสูง ถ้า จำเป็นต้องตัด-ส่วนชีลเพือติดตังสวิตช์ตัดตอน ของมอเตอร์ หรือ คอนแทค-เตอร์ของมอเตอร์ชีล จะต้องต่อถึงกันโดยต่อเนืองและมีอิมพี-แดนซ์ HF (ความถีสูง)

ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์เข้ากับทังแผ่นดีคัปปลิงของ-ตัวแปลงความถี และต่อไปยังกล่องโลหะของมอเตอร์

ทำการเชือมต่อส่วนชีลกับพืนทีส่วนใหญ่ทีสุดเท่าทีจะทำได้ (ตัวรัดสายเคเบิล) ซึง ทำได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับการติดตังที-ให้มาพร้อมกับตัวแปลงความถี

ความยาวและพืนทีหน้าตัดของสายเคเบิล
ตัวแปลงความถีนีผ่านการทดสอบ EMC ด้วยสายเคเบิลทีมี-ความยาวตามทีระบุ พยายามใช้สายเคเบิลมอเตอร์ให้สันทีสุด-เท่าทีจะสามารถทำได้เพือลดระดับสัญญาณรบกวนและกระแส-รัวไหล

ความถี สวิตชิง
เมือใช้ตัวแปลงความถีร่วมกับตัวกรองคลืนไซน์เพือลดเสียง-รบกวนจากมอเตอร์ จะต้องตังความถีสวิตชิงตามคำแนะนำตัว-กรองคลืนไซน์ใน *14-01 ความถีสลับ*

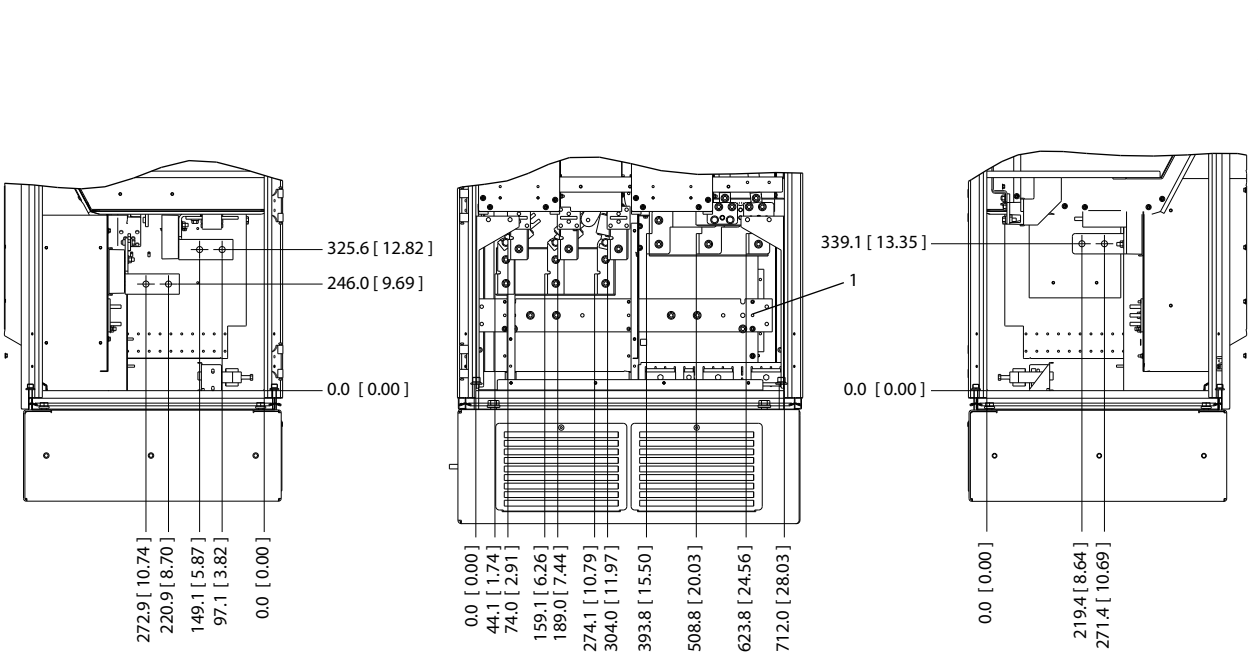
หมา-ยเลข-ขัวต่อ	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1)]	แรงดันมอเตอร์ 0-100% ของ-แรงดันแหล่งจ่ายไฟหลัก 3 สายออกจากมอเตอร์
	U1	V1	W1	PE[1)]	ต่อแบบเดลตา
	W2	U2	V2		6 สายออกจากมอเตอร์
	U1	V1	W1	PE[1)]	ต่อแบบสตาร์ U2, V2, W2 U2, V2 และ W2 ถึง จะ ต้อง-ต่อเชือม โดยแยกจากกัน

ตาราง 5.18 ขัวต่อ

[1)] *การเชือมต่อลงดินทีปลอดภัย*

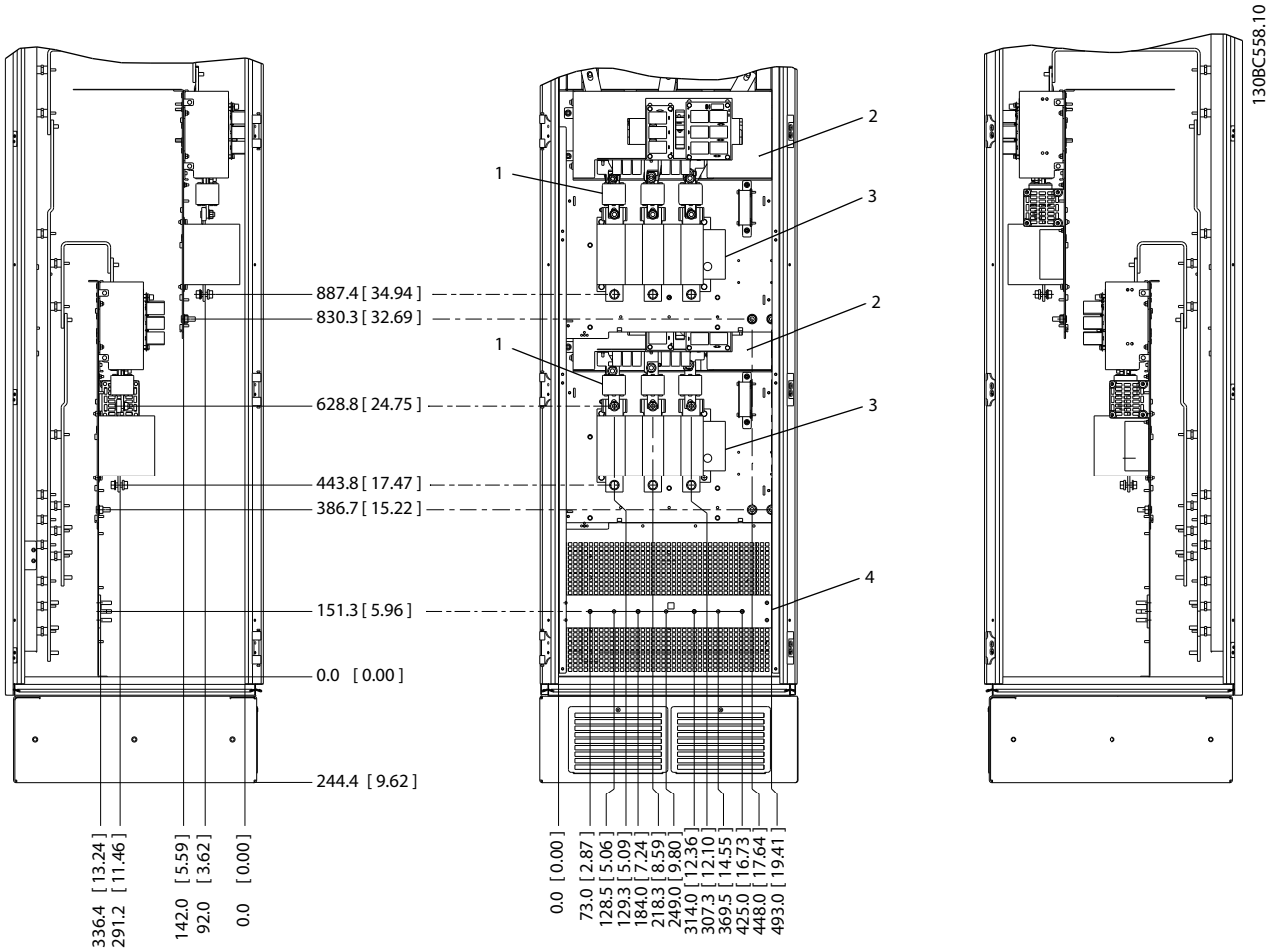
ประกาศ

ในกรณีทีใช้มอเตอร์ทีไม่มีกระดาษฉนวนระหว่างเฟส หรือ-การเสริมฉนวนอืนๆ ทีเหมาะสมสำหรับทำงานกับการจ่าย-แรงดันไฟฟ้า (เช่น ตัวแปลงความถี) ให้ติดตังตัวกรอง-คลืนไซน์ทีเอาท์พุทของตัวแปลง ความถี

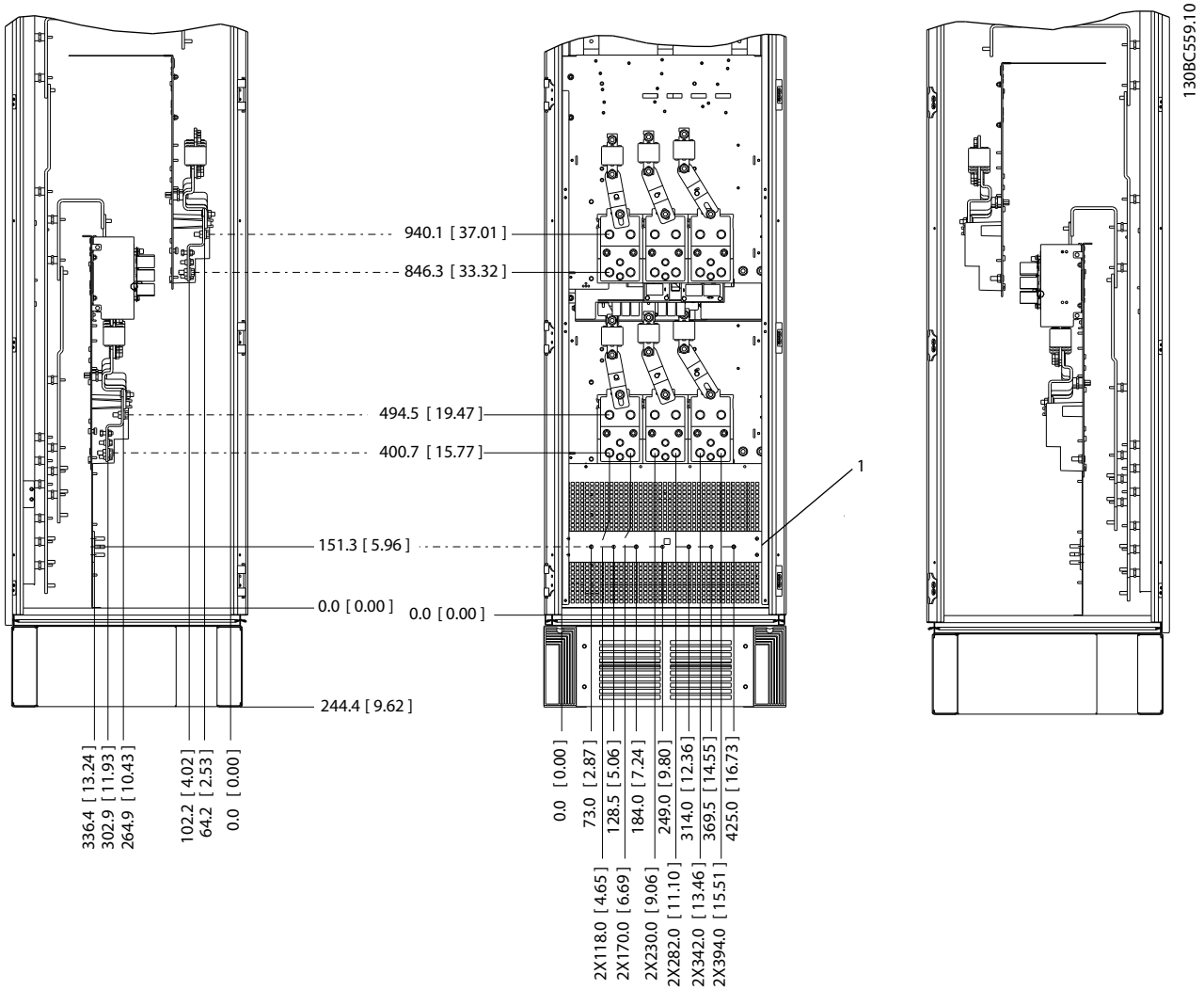


ภาพประกอบ 5.92 F8 (มุมมองด้านหน้า ด้านซ้าย และด้านขวา)

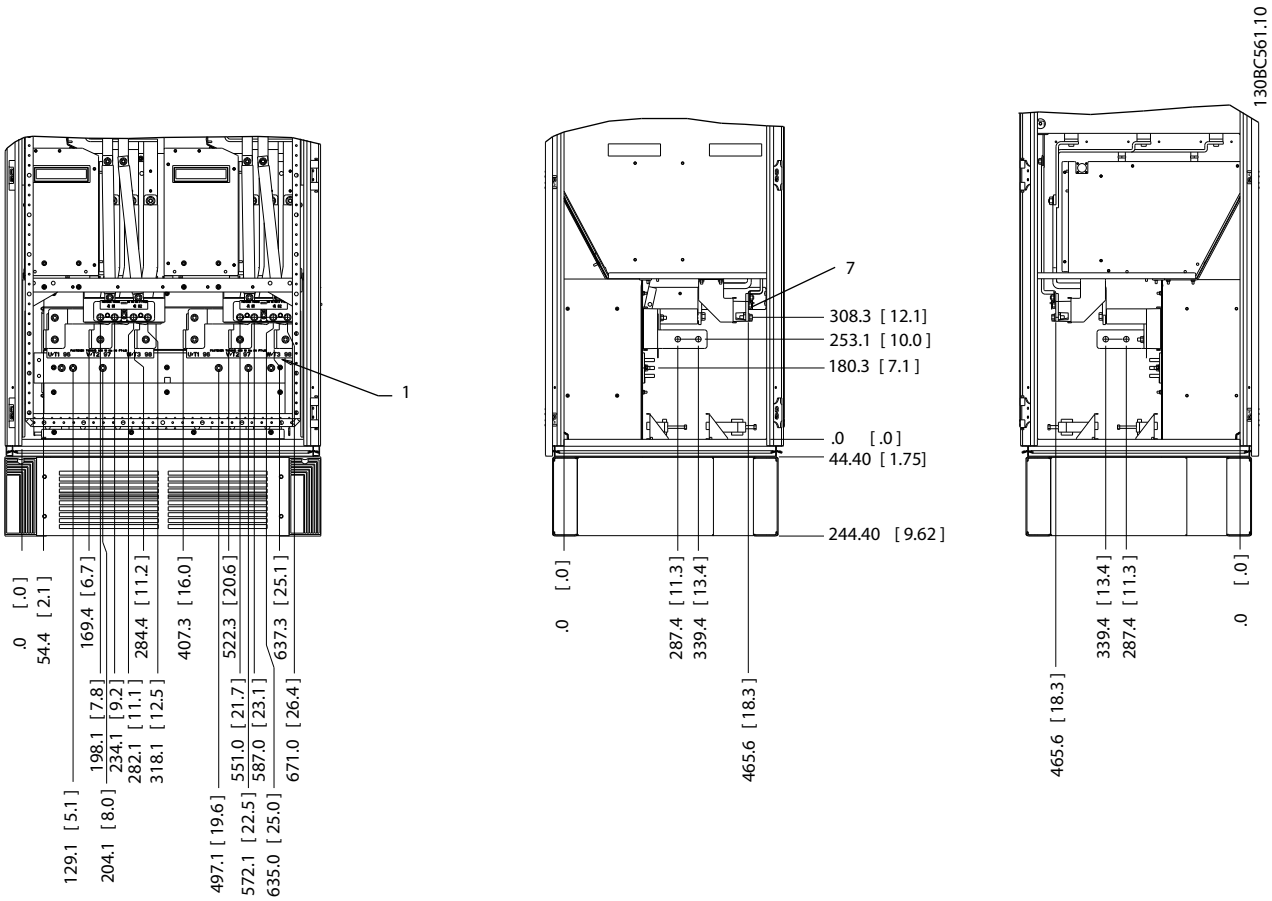
1) แถบกราวด์ต่อลงดิน
แผ่นก๊นอยู่ 42 มม. ใต้ระดับ Ø



ภาพประกอบ 5.93 ตู้อุปกรณ์เสริมอินพุท F9 ทีมีการตัดการเชื่อมต่อและฟิวส์

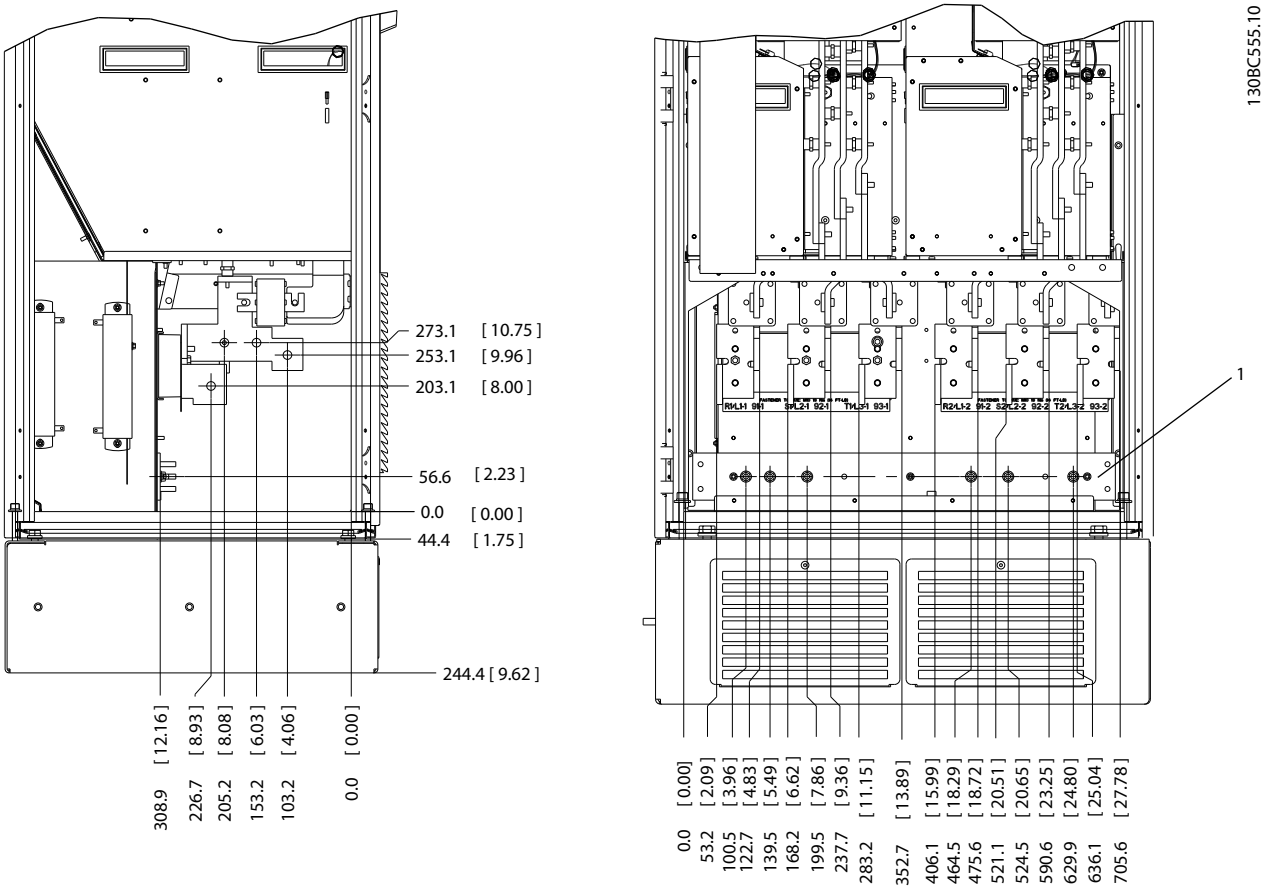


ภาพประกอบ 5.94 ตู้อุปกรณ์เสริมอินพุท F9 ทีมีฟิวส์เท่านั้น



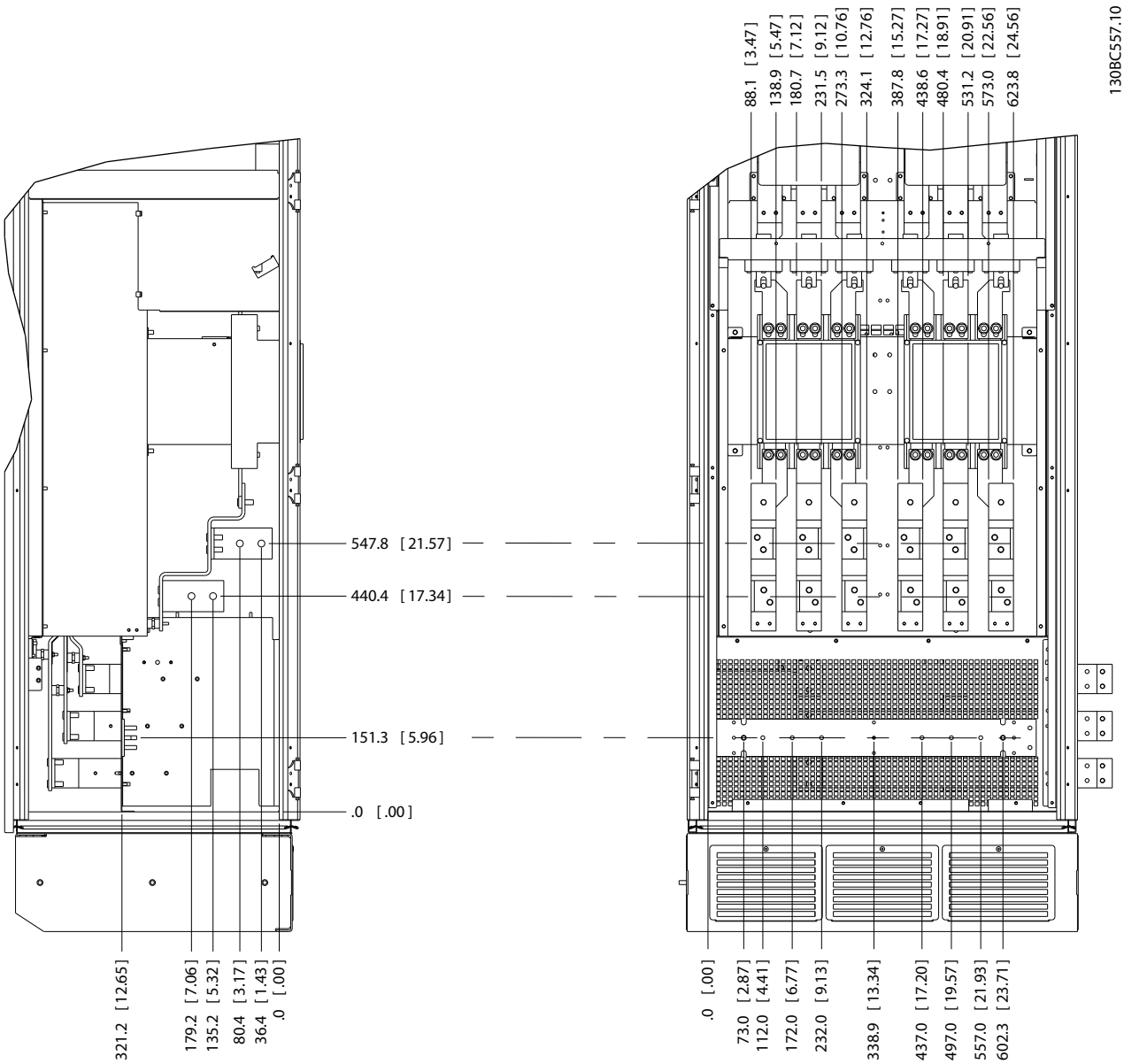
ภาพประกอบ 5.95 ตู้อินเวอร์เตอร์ F10/F11

1) แถบกราวด์ต่อลงดิน



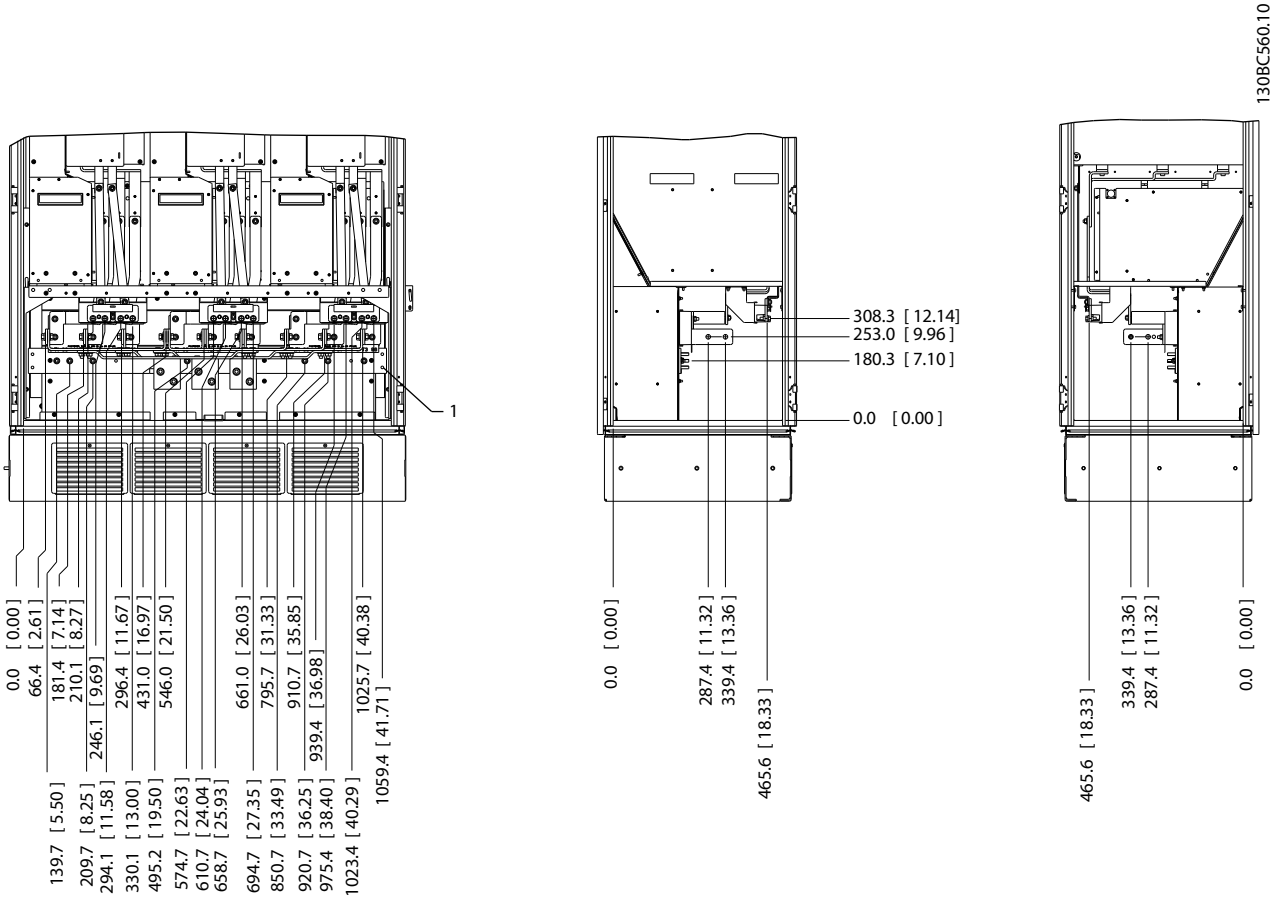
ภาพประกอบ 5.96 ตู้วงจรเรียงกระแส F10/F12

1) แถบกราวด์ต่อลงดิน
แผ่นกันอยู่ 42 มม. ใต้ระดับ Ø



ภาพประกอบ 5.97 ตู้อุปกรณ์เสริมอินพุท F11/F13 ทีมีการตัดการเชื่อมต่อและฟิวส์

1) แถบกราวด์ต่อลงดิน



ภาพประกอบ 5.98 ตู้อินเวอร์เตอร์ F12/F13 (มุมมองด้านหน้า ด้านซ้าย และด้านขวา)

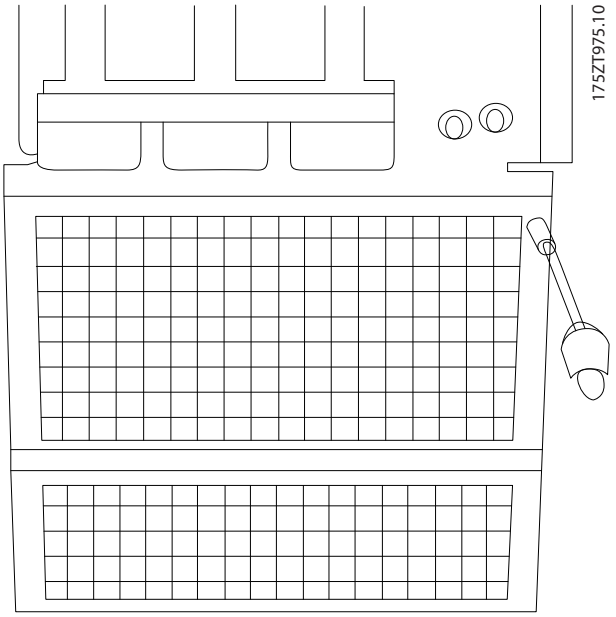
1) แถบกราวด์ต่อลงดิน
แผ่นกันอยู่ 42 มม. ใต้ระดับ Ø

5.4.4 ชิลด์ป้องกันการรบกวนทางไฟฟ้า

ชุดขนาดเฟรม F เท่านั้น
ก่อนทีจะติดตังสายเคเบิลกำลังหลัก ให้ติดตังฝาปีด EMC ทีทำจากโลหะ เพือให้แน่ใจในประสิทธิภาพ EMC ทีดีทีสุด

ประกาศ

ฝาปีด EMC ทีทำจากโลหะมาพร้อมกับชุดทีมีตัวกรอง RFI เท่านัน



ภาพประกอบ 5.99 การติดตัง ชิลด์ EMC

5.4.5 แหล่งจ่ายไฟพัดลมภายนอก

ขนาดเฟรม E และ F
ในกรณีทีตัวแปลงความถีได้รับการจ่ายไฟจาก DC หรือหาก-พัดลมต้องรันแหล่งจ่ายไฟหลักอิสระ อาจใช้แหล่งจ่ายไฟพัดลมภายนอก การเชือมต่อดำเนินการบนสายไฟ

หมายเลข ขัว-ต่อ	ฟังก์ชัน
100, 101	แหล่งจ่ายไฟเสริม S, T
102, 103	แหล่งจ่ายไฟภายใน S, T

ตาราง 5.19 แหล่งจ่ายไฟภายนอก

ขัวต่อ ทีอยู่ บน สายไฟให้การเชือมต่อแรงดันสายสำหรับพัดลมระบายความร้อน พัดลมเชือมต่อจากโรงงานเพือเชือมต่อ-สาย AC ปกติ (จัมเปอร์ระหว่าง 100-102 และ 101-103) หาก-ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก จัมเปอร์จะถูกถอดออกและเชือม-ต่อแหลงจ่ายไฟกับขัวต่อ 100 และ 101 ใช้ฟิวส์ขนาด 5 แอมป์เพือการป้องกัน ในการใช้งาน UL ให้ใช้ LittelFuse KLK-5 หรือเทียบเท่า

5.5 อุปกรณ์เสริมอินพุท

5.5.1 ตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก

ขนาดเฟรม	กำลัง	ประเภท
380-500V		
D5h/D6h	N110-N160	ABB OT400U03
D7h/D8h	N200-N400	ABB OT600U03
E1/E2	P250	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P315-P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500-P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710-P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525-690V		
D5h/D6h	N75K-N160	ABB OT400U03
D5h/D6h	N200-N400	ABB OT600U03
F3	P630-P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900-P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

ตาราง 5.20 ตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก, ตัวแปลงความถี่เฟรม D, E และ F

ขนาดเฟรม	กำลัง	ประเภท
380-500 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525-690 V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

ตาราง 5.21 ตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก, ตัวแปลงความถี่ 12 พัลส์

				การตั้งค่ามาตรฐานสำหรับเบรคเกอร์ (ระดับตัดการทำงาน - แอมป์)	
ขนาดเฟรม	แรงดัน [V]	รุ่นชุดขับ	ประเภทของเซอร์กิตเบรค-เกอร์	I1 (โหลดเกิน)	I3/Ith (ชั่วขณะ)
D6h	380-480	N110 - N132	ABB T5L400TW	400	4000
D6h	380-480	N160	ABB T5LQ400TW	400	4000
D8h	380-480	N200	ABB T6L600TW	600	6000
D8h	380-480	N250	ABB T6LQ600TW	600	6000
D8h	380-480	N315	ABB T6LQ800TW	800	8000
D6h	525-690	N75K - N160	ABB T5L400TW	400	4000
D8h	525-690	N200 - N315	ABB T6L600TW	600	6000
D8h	525-690	N400	ABB T6LQ600TW	600	6000

ตาราง 5.22 เซอร์กิตเบรคเกอร์เฟรม D

ขนาดเฟรม	กำลังและแรงดัน	ประเภท	การตั้งค่ามาตรฐานสำหรับเบรคเกอร์	
			ระดับตัดการทำงาน [A]	เวลา [s]
F3	P450 380-500V และ P630-P710 525-690V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0.5
F3	P500-P630 380-500V และ P800 525-690V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0.5
F4	P710 380-500V และ P900-P1M2 525-690V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0.5
F4	P800 380-500V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0.5

ตาราง 5.23 เซอร์กิตเบรคเกอร์เฟรม F

5.5.2 คอนแทคเตอร์หลัก

ขนาดเฟรม	กำลังและแรงดัน	ประเภท
D6h	N110-N160 380-480 V	CK95BE311N
	N75-N160 525-690 V	
D8h	N200-N315 380-480 V	CK11CE311N
	N200-N400 525-690 V	

ตาราง 5.24 คอนแทคเตอร์เฟรม D

ขนาดเฟรม	กำลังและแรงดัน	ประเภท
F3	P450-P500 380-500 V และ P630-P800 525-690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560 380-500 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630 380-500 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900 525-690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710-P800 380-500 V และ P1M2 525-690 V	Eaton XTCEC14P22B

ตาราง 5.25 คอนแทคเตอร์เฟรม F

ประกาศ

ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟ 230 V ทีลูกค้าจัดหาสำหรับคอนแทคเตอร์ หลัก

5

5.5.3 เอาท์พุทรีเลย์เฟรม D

รีเลย์ 1

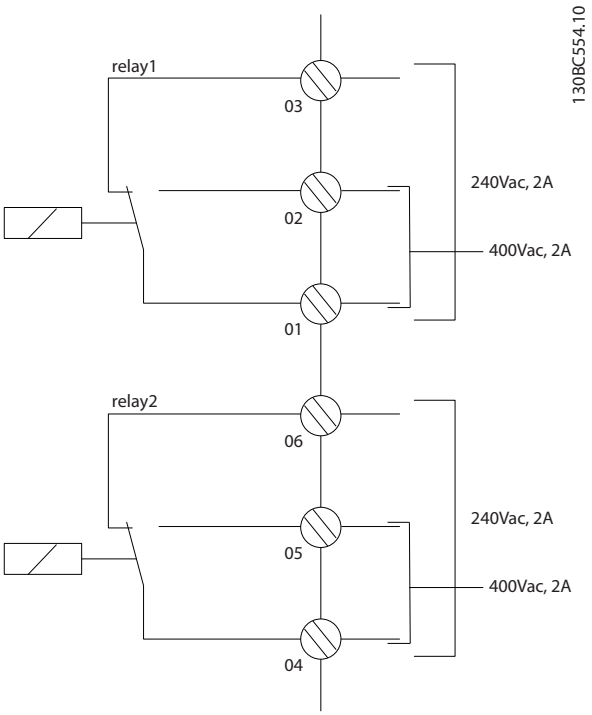
- ขั้วต่อ 01: จุดต่อร่วม
- ขั้วต่อ 02: เปิดปกติ 400 V AC
- ขั้วต่อ 03: ปกติปิด 240 V AC

รีเลย์ 2

- ขั้วต่อ 04: จุดต่อร่วม
- ขั้วต่อ 05: เปิดปกติ 400 V AC
- ขั้วต่อ 06: ปกติปิด 240 V AC

รีเลย์ 1 และรีเลย์ 2 จะถูกตั้งโปรแกรมใน *5-40 กำหนดการทำงานของรีเลย์*, *5-41 หน่วงเวลา On Delay ของรีเลย์* และ *5-42 หน่วงเวลา Off Delay ของรีเลย์*

เอาท์พุทรีเลย์เพิ่มเติมโดยใช้โมดูลอุปกรณ์เสริม MCB 105



ภาพประกอบ 5.100 เอาท์พุทรีเลย์ เพิ่มเติม เฟรม D

5.5.4 เอาท์พุทรีเลย์เฟรม E และ F

รีเลย์ 1

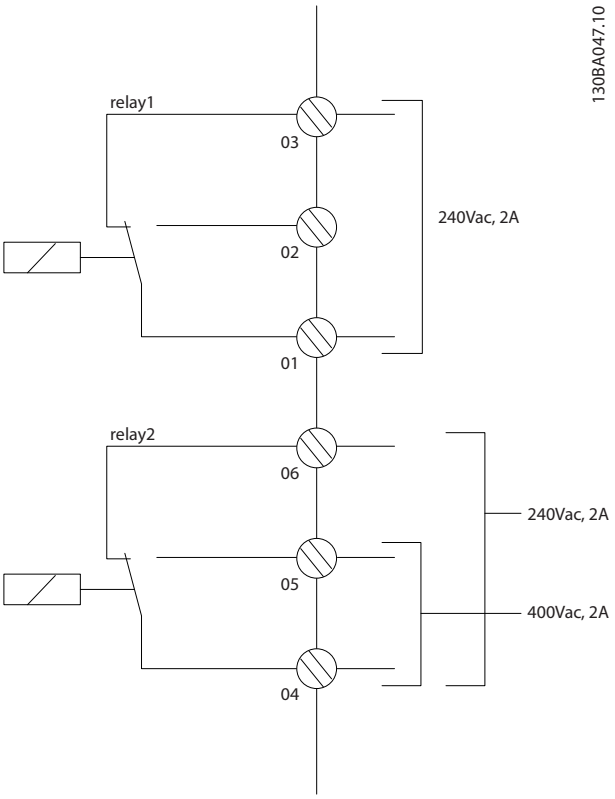
- ขั้วต่อ 01: จุดต่อร่วม
- ขั้วต่อ 02: ปกติเปิด 240 V AC
- ขั้วต่อ 03: ปกติปิด 240 V AC

รีเลย์ 2

- ขั้วต่อ 04: จุดต่อร่วม
- ขั้วต่อ 05: เปิดปกติ 400 V AC
- ขั้วต่อ 06: ปกติปิด 240 V AC

รีเลย์ 1 และรีเลย์ 2 จะถูกตั้งโปรแกรมใน *5-40 กำหนดการทำงานของรีเลย์*, *5-41 หน่วงเวลา On Delay ของรีเลย์* และ *5-42 หน่วงเวลา Off Delay ของรีเลย์*

เอาท์พุทรีเลย์เพิ่มเติมโดยใช้โมดูล อุปกรณ์เสริม MCB 105



ภาพประกอบ 5.101 เอาท์พุทรีเลย์- เพิ่มเติม เฟรม E และ F

5.6 การตั้งค่าและการทดสอบขั้นสุดท้าย

ในการทดสอบการตั้งค่าจะต้องแน่ใจว่าตัวแปลงความถี่กำลังทำงาน แล้วให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1: หาตำแหน่งของป้ายชื่อมอเตอร์

ประกาศ

มอเตอร์อาจจะเชื่อมต่อแบบสตาร์ (Y) หรือแบบเดลตา (Δ) ข้อมูลนี้จะมีอยู่ที่ข้อมูลป้ายชื่อมอเตอร์

ขั้นที่ 2: มอเตอร์ป้อนข้อมูลป้ายชื่อ ในรายการพารามิเตอร์นี้

ในการเข้าสู่รายการนี้ ให้กดปุ่ม [Quick Menu] จากนั้นเลือก "การตั้งค่าด่วน Q2"

1. 1-20 กำลังมอเตอร์ [kW] หรือ 1-21 กำลังมอเตอร์ [HP]
2. 1-22 แรงดันมอเตอร์ (Volt)
3. 1-23 ความถี่มอเตอร์ (Hz)

4. 1-24 กระแสมอเตอร์ (Amp)
5. 1-25 ความเร็วรอบมอเตอร์ (Rpm)

ขั้นที 3: เปิดใช้งานการปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (AMA).

การใช้งาน AMA จะทำให้มันใจได้ว่าจะได้สมรรถนะการทำงานทีเหมาะสมทีสุด AMA จะวัดค่าจากแผนผังสมมูลรุ่นของมอเตอร์

1. เชือมต่อขัวต่อ 27 กับขัวต่อ 12 หรือตังค่า *5-12 ตังการทำงานของเทอมินอล 27* ไว้ที *[0] 'ไม่มีการทำงาน'*
2. เปิดใช้งาน AMA *1-29 ปรับตามมอเตอร์ออโต้(AMA)*
3. เลือกระหว่าง AMA แบบสมบูรณ์หรือแบบย่อ ถ้ามีตัวกรอง LC ติดตังอยู่ ให้รันเฉพาะ AMA แบบย่อเท่านัน หรือให้ปลดตัวกรอง LC ออกในระหว่างขันตอนการทำ AMA
4. กด [OK] หน้าจอแสดงผลจะแสดงคำว่า "กด [Hand on] เพือสตาร์ท"
5. กด [Hand ON] แถบแสดงความคืบหน้าจะแสดงว่า AMA กำลังทำงานหรือไม่

การหยุด AMA ระหว่างการทำงาน

1. กดปุม [OFF] - ตัวแปลงความถีจะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน และจอแสดงผลจะแสดงว่า AMA ถูกยกเลิก

AMA ดำเนินการเสร็จสิน

1. หน้าจอจะแสดง "กด [OK] เพือทำ AMA ให้เสร็จ"
2. กดปุม [OK] เพือออกจากสถานะ AMA

AMA ดำเนินการไม่สำเร็จ

1. ตัวแปลงความถีจะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน คำอธิบายเกียวกับสัญญาณเตือน ดูได้ที *8 การแก้ไขปัญหาเบืองต้น*
2. "ค่ารายงาน" ใน [Alarm Log] (บันทึกสัญญาณเตือน) จะแสดงการวัดครังสุดท้ายที AMA ดำเนินการก่อนทีตัวแปลงความถีจะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน หมายเลขทีมาพร้อมกับคำอธิบายของสัญญาณเตือนจะช่วยเหลือคุณในการแก้ไขปัญหาเบืองต้น ถ้าคุณติดต่อฝ่ายบริการของ Danfoss ให้คุณอ้างถึงหมายเลขและคำอธิบายของสัญญาณเตือน

ประกาศ

AMA มักล้มเหลวเนืองจากการลงทะเบียนข้อมูลป้ายชือมอเตอร์ไม่ถูกต้อง หรือมีความแตกต่างมากเกินไประหว่างขนาดกำลังมอเตอร์ และขนาดกำลังของตัวแปลงความถี

ขั้นที 4: ตังขีดจำกัดความเร็วและเวลาทีใช้เปลียนความเร็ว.

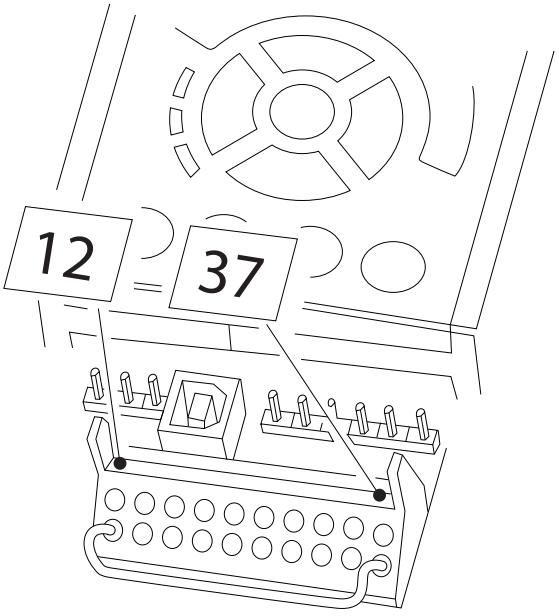
ดังค่าขีดจำกัดทีต้องการสำหรับความเร็ว และเวลาทีใช้เปลียนความเร็ว

1. 3-02 ค่าอ้างอิงต่ำสุด
2. 3-03 ค่าอ้างอิงสูงสุด
1. 4-11 กำหนดความเร็วต่ำสุดมอเตอร์ หรือ 4-12 ขีดจำกัดด้านต่ำของความเร็วมอเตอร์ [Hz]
2. 4-13 กำหนดความเร็วสูงสุดมอเตอร์ หรือ 4-14 ขีดจำกัดด้านสูงของความเร็วมอเตอร์ [Hz]
1. 3-41 กำหนดเวลาความเร็วขาขึน ชุด 1
2. 3-42 กำหนดเวลาความเร็วขาลง ชุด 1

5.7 การติดตังการหยุดแบบปลอดภัย

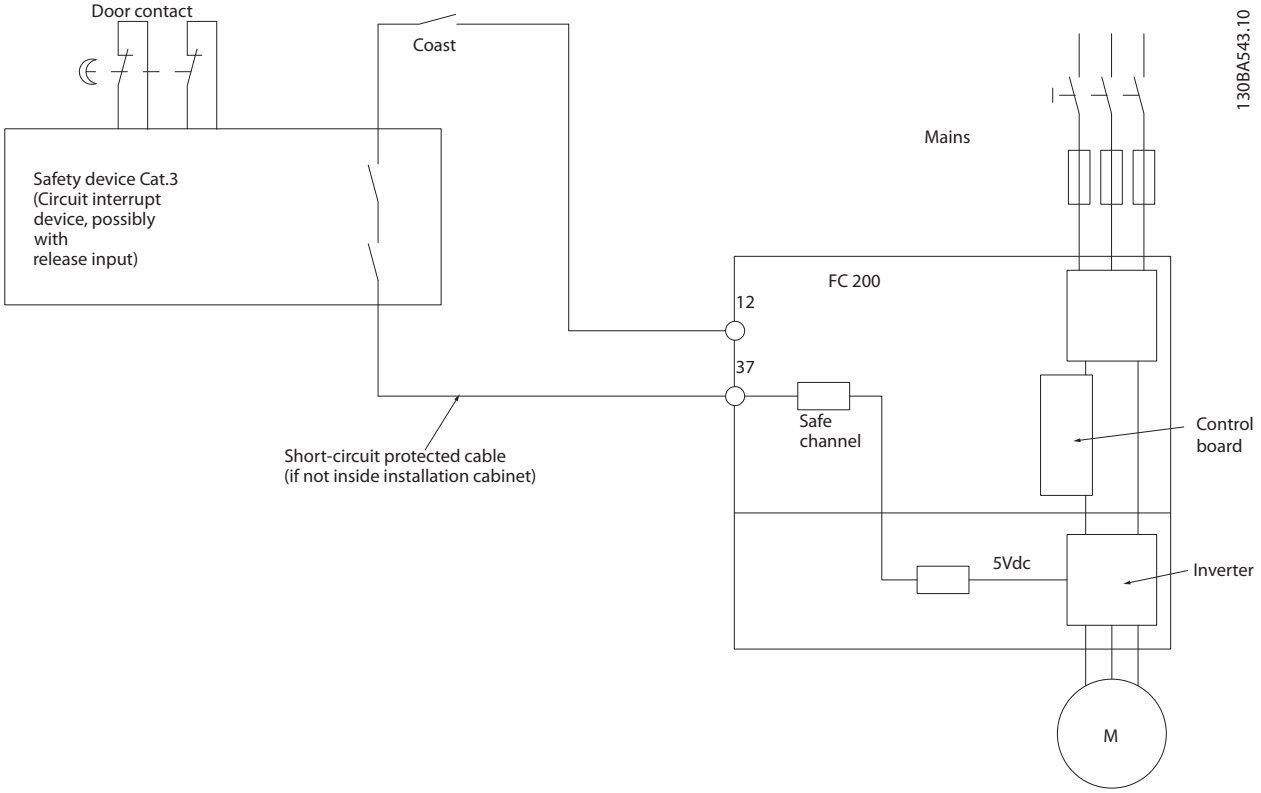
ในการติดตังการหยุดในหมวด 0 (EN60204) ให้สอดคล้องกับหมวดความปลอดภัย 3 (EN954-1) ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำเหล่านี:

1. จะต้องถอดตัวเชือม (จัมเปอร์) ระหว่างขัวต่อ 37 และ 24 V DC ของ FC 202 การตัดหรือแยกจัมเปอร์จะไม่เพียงพอกับจุดประสงค์นี โปรดถอดออกทังหมดเพือหลีกเลียงการลัดวงจร ดูจัมเปอร์ที *ภาพประกอบ 5.102*
2. เชือมต่อขัวต่อ 37 กับแรงดัน 24 V DC ด้วยสายเคเบิลทีมีการป้องกันการลัดวงจร แหล่งจ่ายแรงดัน 24 V DC ต้องสามารถถูกตัดวงจรได้ด้วยอุปกรณ์ตัดวงจร EN954-1 หมวด 3 หากอุปกรณ์ตัดและตัวแปลงความถีตังอยู่ในแผงการติดตังเดียวกัน ให้ใช้สายเคเบิลทัวไปแทนสายแบบมีการป้องกัน



ภาพประกอบ 5.102 จัมเปอร์ตัวเชือมระหว่างขัวต่อ 37 และแรงดัน 24 V DC

ภาพประกอบ 5.103 แสดงหมวดการหยุด 0 (EN 60204-1) ด้วยหมวดความปลอดภัย 3 (EN 954-1) หน้าสัมผัสทีเปิดออกทำให้มีการตัดวงจร ภาพประกอบนียังแสดงวิธีการเชือมต่อส่วนของฮาร์ดแวร์ทีไม่เกียวข้องกับความปลอดภัยด้วย



ภาพประกอบ 5.103 มุมมองทีสำคัญของการติดตั้งเพือให้สอดคล้องตามหมวดการหยุด 0 (EN 60204-1) พร้อมหมวดความปลอดภัย 3 (EN 954-1)

5.7.1 การทดสอบการใช้การหยุดแบบปลอดภัย

หลังจากติดตั้งและก่อนการทำงานครั้งแรก ให้ดำเนินการทดสอบการติดตั้งหรือการใช้งานโดยใช้การหยุดแบบปลอดภัย FC 200
ทำการทดสอบหลังจากการปรับแต่งการติดตั้งหรือการประยุกต์ใช้งานแต่ละครั้ง ซึงมีส่วนเกียวข้องกับการหยุดแบบปลอดภัยของ FC 200

การทดสอบการใช้:

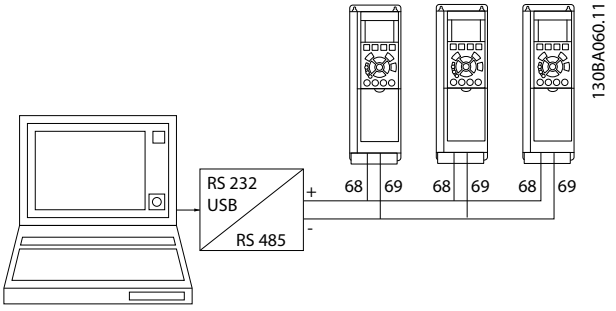
1. ตัดการจ่ายแรงดัน 24 V DC ไปยังขัวต่อ 37 โดยใช้อุปกรณ์ตัด ในขณะทีตัวแปลงความถีกำลังส่งแรงขับมอเตอร์ (หมายถึงไม่มีการตัดแหล่งจ่ายไฟสายหลัก) ขันตอนการทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์แสดงอาการลืนไหล และเบรคเชิงกล (หากเชือมต่อ) ถูกสังใช้งาน
2. ส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตัล หรือปุม [Reset]) ขันตอนการทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์ยังอยู่ในสถานะหยุดเพือความปลอดภัย และเบรคเชิงกล (หากเชือมต่อ) ยังคงถูกสังใช้งาน
3. จ่ายไฟ 24 V DC ไปยังขัวต่อ 37 อีกครัง การทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์ยังอยู่ในสถานะลืนไหล และเบรคเชิงกล (หากเชือมต่อ) ยังคงทำงาน
4. ส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตัล หรือปุม [Reset]) ไม่จำเป็นต้องใช้ขันตอนนี หากมอเตอร์กลับมาทำงานอีกครัง
5. หากขันตอนการทดสอบทังสีขันตอนสำเร็จลุล่วง ถือว่าการทดสอบการใช้เสร็จสิน

5.8 การติดตั้งส่วนเชือมต่อต่างๆ

5.8.1 การเชือมต่อบัส RS-485

สามารถเชือมต่อตัวแปลงความถีหนึงเครืองขึนไปเข้ากับตัวควบคุม (หรือเครืองหลัก) โดยใช้อินเตอร์เฟสแบบมาตรฐาน RS-485 ขัวต่อ 68 จะเชือมต่อกับสัญญาณ P (TX+, RX+) ขณะทีขัวต่อ 69 จะเชือมต่อกับสัญญาณ N (TX-,RX-)

หากมีตัวแปลงความถีมากกว่าหนึงเครืองเชือมต่อกับระบบหลักให้ใช้การเชือมต่อแบบขนาน



ภาพประกอบ 5.104 การเชือมต่อแบบคู่ขนาน

เพื่อหลีกเลี่ยงการปรับสมดุลความต่างศักย์ของกระแสที่ไหลอยู่ในส่วนชีล ให้ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลลงดินผ่านขั้วต่อ 61 ซึ่งเชื่อมต่อกับเฟรมผ่านทางอาร์ซีลิงค์

สำหรับการติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง โปรดดู *5.10 การติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง*

การเชื่อมต่อบัส
เชื่อมต่อบัส RS-485 ด้วยเครือข่ายตัวต้านทานที่ปลายทั้งสองด้าน ในการดำเนินการนี้ให้ตั้งสวิตช์ S801 ที่การ์ดควบคุมเป็น "ON" (เปิด)
สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดู *5.3.16 สวิตช์ S201, S202 และ S801*

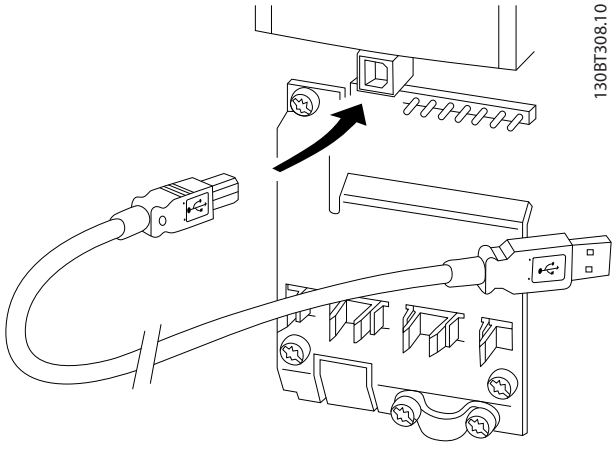
โปรโตคอลการสื่อสารต้องตั้งที่ *8-30 โปรโตคอล*

5.8.2 วิธีเชื่อมต่อพีซีเข้ากับชุด

หากต้องการควบคุมหรือตั้งโปรแกรมตัวแปลงความถี่จาก PC ให้ติดตั้งซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10
พีซีจะเชื่อมต่อผ่านสาย USB มาตรฐาน (โฮสต์/อุปกรณ์) หรือผ่านอินเทอร์เฟซ RS485

ประกาศ

การเชื่อมต่อ USB ถูกแยกส่วนทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันไฟฟ้าแรงสูงอื่นๆ การเชื่อมต่อด้วย USB จะต่อกับจุดต่อลงดินป้องกันของตัวแปลงความถี่ ใช้แลปท็อปแยกต่างหากเพื่อเชื่อมต่อเป็น PC เข้ากับขั้วต่อ USB บนตัวแปลงความถี่เท่านั้น



ภาพประกอบ 5.105 การเชื่อมต่อพีซีเข้ากับตัวแปลงความถี่

5.8.3 เครื่องมือซอฟต์แวร์พีซี

ทุกตัวแปลงความถี่จะติดตั้งพอร์ตการสื่อสารอนุกรมมาด้วย การสื่อสารระหว่างพีซีและตัวแปลงความถี่พร้อมใช้งาน

5.8.3.1 MCT 10

MCT 10 ได้รับการออกแบบให้เป็นชุดเครื่องมือปฏิสัมพันธ์ที่ใช้งานได้ง่ายสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์ในตัวแปลงความถี่ของเรา

ซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT-10 จะมีประโยชน์สำหรับ:

- การวางแผนเครือข่ายการสื่อสารแบบออฟไลน์ MCT 10 ประกอบด้วยฐานข้อมูลที่ครบถ้วนของตัวแปลงความถี่
- การใช้งานตัวแปลงความถี่แบบออนไลน์
- การบันทึกการตั้งค่าสำหรับตัวแปลงความถี่ทั้งหมด
- การเปลี่ยนตัวแปลงความถี่ในเครือข่าย
- การขยายเครือข่ายที่มีอยู่
- รองรับตัวแปลงความถี่ที่จะได้รับการพัฒนาขึ้นในอนาคต

MCT 10
ซอฟต์แวร์ชุดคำสั่งสนับสนุน Profibus DP-V1 ผ่านการเชื่อมต่อหลักคลาส 2 ที่ทำให้สามารถอ่าน/เขียนพารามิเตอร์ออนไลน์ในตัวแปลงความถี่ผ่านเครือข่าย Profibus จึงไม่จำเป็นต้องใช้เครือข่ายสื่อสารพิเศษแต่อย่างใด

บันทึกการตั้งค่าชุดขับ

1. เชื่อมต่อพีซีเข้ากับเครื่องผ่านทางพอร์ตสื่อสาร USB
2. เปิดซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10
3. เลือก "อ่านจากชุดขับ"
4. เลือก "บันทึกเป็น"

ขณะนี้พารามิเตอร์ทั้งหมดได้ถูกบันทึกลงใน PC แล้ว

การตั้งค่าโหลดชุดขับ:

1. เชื่อมต่อพีซีเข้ากับเครื่องผ่านทางพอร์ตสื่อสาร USB
2. เปิดซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10
3. เลือก "เปิด" – เพื่อดูไฟล์ที่จัดเก็บไว้
4. เปิดไฟล์ที่ต้องการ
5. เลือก "เขียนไปยังชุดขับ"

ขณะนี้การตั้งค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดได้ถูกโอนไปยังตัวแปลงความถี่แล้ว

มีคู่มือแยกต่างหากสำหรับซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10

โมดูลซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10
โมดูลดังต่อไปนี้รวมอยู่ในชุดซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT-10

- การตั้งค่าพารามิเตอร์
- คัดลอกไปยัง/จากตัวแปลงความถี่
- เอกสารและงานพิมพ์ของการตั้งค่าพารามิเตอร์รวมถึงไดอะแกรม

เวิร์ดสถานะ อินเตอร์เฟสกับผู้ใช้

- ตารางการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- การตั้งค่านาฬิกา
- การโปรแกรมการกระทำที่ตั้งเวลาไว้
- ชุดคำสั่งตัวควบคุม Smart Logic
- การกำหนดรูปแบบการควบคุมคาสเคด เครื่องมือ

หมายเลขการสั่งซื้อ:
สั่งซื้อแผ่นซีดีที่มีซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10 โดยใช้หมายเลขรหัส 130B1000

นอกจากนี้ยังสามารถดาวน์โหลด MCT 10 ได้จาก www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/.

5

5.8.3.2 MCT 31

MCT 31
เครื่องมือพีซีในการคำนวณฮาร์โมนิค MCT 31 ช่วยให้ประเมินความเพียนของฮาร์โมนิคในการใช้งานที่ระบุได้อย่างง่ายดาย สามารถคำนวณทั้งความเพียนของฮาร์โมนิคของตัวแปลงความถี่ของ Danfoss ตลอดจนถึงตัวแปลงความถี่ที่ไม่ใช่ของ Danfoss ที่มีอุปกรณ์ลดฮาร์โมนิคเพิ่มเติม เช่น ตัวกรอง Danfoss AHF และวงจรเรียงกระแส 12-18 พัลส์

หมายเลขการสั่งซื้อ:
สั่งซื้อแผ่นซีดีซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 31 โดยใช้หมายเลขรหัส 130B1031

นอกจากนี้ยังสามารถดาวน์โหลด MCT 31 ได้จาก www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/.

5.9 ความปลอดภัย

5.9.1 การทดสอบแรงดันสูง

ทำการทดสอบแรงดันสูงด้วยการลัดวงจรขั้วต่อ U, V, W, L_1, L_2 และ L_3 จ่ายพลังงานสูงสุด 2.15 kV DC สำหรับตัวแปลงความถี่ 380-500V และ 2.525 kV DC สำหรับตัวแปลงความถี่ 525–690 V เป็นเวลาหนึ่งวินาทีระหว่างการลัดวงจรนี้กับโครงเครื่อง

⚠คำเตือน

เมื่อรันการทดสอบที่แรงดันสูงของสิ่งที่ติดตั้งอยู่ทั้งหมด ให้ตัดการเชื่อมต่อระหว่างแหล่งไฟหลักและมอเตอร์หากกระแสรั่วไหลสูงเกินไป

5.9.2 การต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย

ตัวแปลงความถี่มีกระแสรั่วไหลระดับสูงและต้องมีการต่อลงดินอย่างเหมาะสมเพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยตามมาตรฐาน EN 50178

⚠คำเตือน

กระแสรั่วลงดินจากตัวแปลงความถี่ มีระดับเกิน 3.5 mA เพื่อให้แน่ใจได้ว่ามีการเชื่อมต่อทางกลไกที่ดีจากสายเคเบิลสายดินถึงการเชื่อมต่อลงดิน (ขั้วต่อ 95) พื้นที่หน้าตัดขวางของสายเคเบิลต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 มม^2 หรือใช้สายดินขนาดพิกัด 2 สายที่ต่อแยกต่างหาก

5.10 การติดตั้ง EMC อย่างถูกต้อง

5.10.1 การติดตั้งทางไฟฟ้า – ข้อควรระวังเบื้องต้นเกี่ยวกับ EMC

แนวทางต่อไปนี้คือแนวปฏิบัติที่ดีทางวิศวกรรมเมื่อติดตั้งตัวแปลงความถี่ ปฏิบัติตามคู่มือเหล่านี้ที่สอดคล้องกับ EN 61800-3 *สภาพแวดล้อมลำดับแรก* หากการติดตั้งอยู่ใน EN 61800-3 สภาพแวดล้อมอันดับสอง เช่น เครือข่ายในอุตสาหกรรม หรือในการติดตั้งร่วมกับหม้อแปลง สามารถปฏิบัติต่างจากแนวทางเหล่านี้ได้ แต่ไม่แนะนำ ดู *2.3.3 ตัวแปลงความถี่ของ Danfoss และฉลาก CE*, *2.9.3 ผลการทดสอบ EMC (การแพร่กระจาย)* และ *5.10.3 การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล/ปลอกโลหะ* ประกอบ

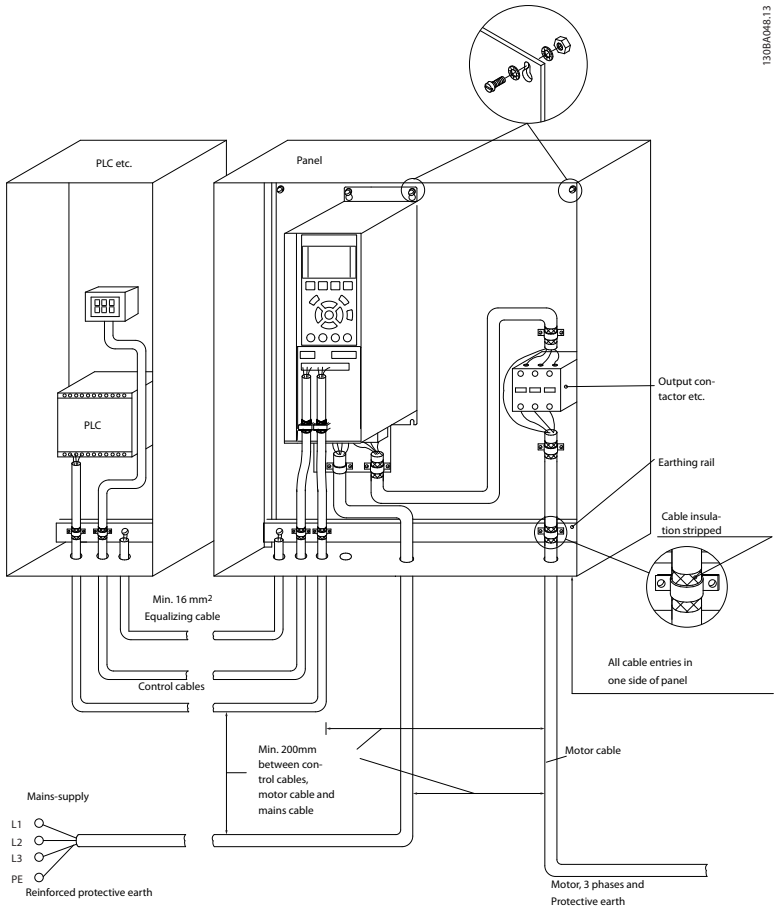
แนวปฏิบัติที่ดีทางวิศวกรรมจะช่วยให้มั่นใจในการติดตั้งทางไฟฟ้าที่เหมาะสมตาม EMC

- ใช้แต่สายเคเบิลมอเตอร์ที่มีชีลแบบเกลียว/ปลอกโลหะ และสายเคเบิลควบคุมที่ชีลแบบเกลียวเท่านั้น ส่วนชีลนี้ครอบคลุมพื้นที่อย่างน้อย 80% วัสดุที่ใช้เป็นชีลจะต้องเป็นโลหะ ไม่จำกัดชนิดแต่โดยทั่วไปจะเป็นทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก หรือตะกั่ว สำหรับสายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟหลักไม่มีข้อกำหนดเป็นพิเศษ
- การติดตั้งโดยใช้ท่อร้อยสายที่เป็นโลหะแข็งไม่จำเป็นต้องใช้สายเคเบิลแบบมีชีล แต่สำหรับสายเคเบิลมอเตอร์จะต้องได้รับการติดตั้งในท่อร้อยสายแยกจากสายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟหลักและสายควบคุม ต้องเชื่อมต่อท่อร้อยสายจากตัวแปลงความถี่ไปจนถึงมอเตอร์ ประสิทธิภาพ EMC ของท่อร้อยสายแบบยืดหยุ่นจะแตกต่างกันมาก และจะต้องขอข้อมูลจากผู้ผลิตมาประกอบ
- เชื่อมต่อท่อร้อยสายแบบมีชีลลงดินที่ปลายทั้งสองด้านของสายเคเบิลมอเตอร์ รวมถึงสายควบคุม ในบางกรณีอาจจะไม่สามารถเชื่อมต่อส่วนชีลที่ปลายทั้งสองด้านได้ หากเป็นเช่นนั้นให้เชื่อมต่อส่วนชีลกับตัวแปลงความถี่ ดู *5.3.3 การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก และการต่อลงดิน* ประกอบ
- หลีกเลี่ยงการต่อชีลแบบบิดเกลียวที่ปลาย (หางหมู) เนื่องจากจะเพิ่มอิมพีแดนซ์ความถี่สูงของชีล ซึ่งจะลดประสิทธิผลที่ความถี่สูง ใช้ตัวรัดสายเคเบิลอิมพีแดนซ์ต่ำ หรือปลอกสายเคเบิล EMC แทน
- หลีกเลี่ยงการใช้สายเคเบิลมอเตอร์หรือสายเคเบิลควบคุมที่ไม่มีส่วนชีลภายในตู้ที่ตั้งตัวแปลงความถี่

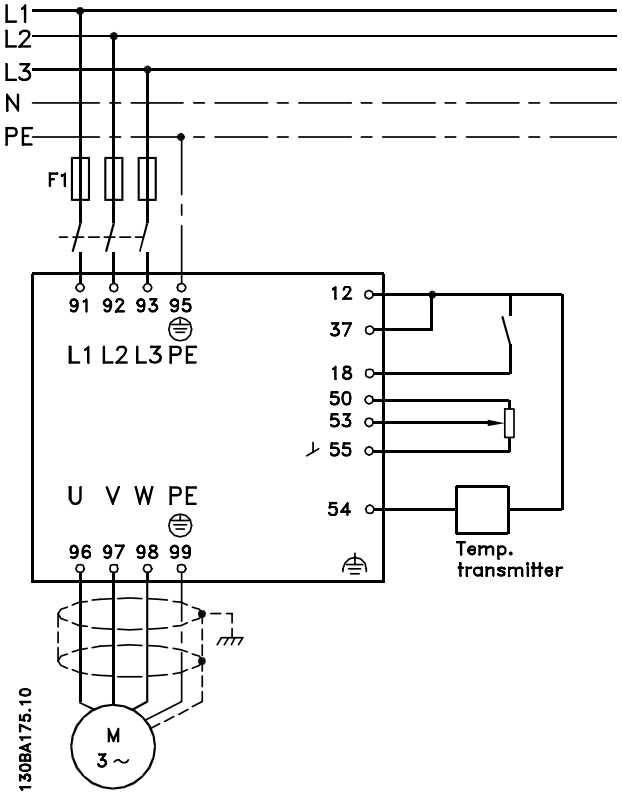
ปล่อยส่วนชีลให้ใกล้กับขั้วต่อมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ภาพประกอบ 5.106 แสดงตัวอย่างของการติดตั้งทางไฟฟ้าที่ถูกต้องตาม EMC ของตัวแปลงความถี่ IP 20 ตัวแปลงความถี่ตั้งอยู่ในตู้ติดตั้งที่มีคอนแท็คเตอร์เอาท์พุท และเชื่อมต่อกับ PLC ซึ่งติดตั้งในตู้แยกต่างหาก การติดตั้งด้วยวิธีอื่นอาจดีต่อการทำงานของ EMC ได้เช่นกัน หากสามารถปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติทางวิศวกรรม

หากไม่ติดตั้งตามแนวทางนีและหากใช้สายเคเบิลและสายควบคุมที่ไม่มีชีล อาจจะไม่ตรงกับข้อกำหนดบางส่วนในการแพร่กระจาย แม้ว่าจะตรงตามข้อกำหนดด้านความคงทนก็ตาม ดู *2.9.3 ผลการทดสอบ EMC (การแพร่กระจาย)*



ภาพประกอบ 5.106 การติดตั้งทางไฟฟ้าที่เหมาะสมตามมาตรฐาน EMC สำหรับตัวแปลงความถี่ในตู้



ภาพประกอบ 5.107 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า (แสดงตัวอย่าง 6 พัลส์)

5.10.2 การใช้สายเคเบิลที่ถูกต้องตาม EMC

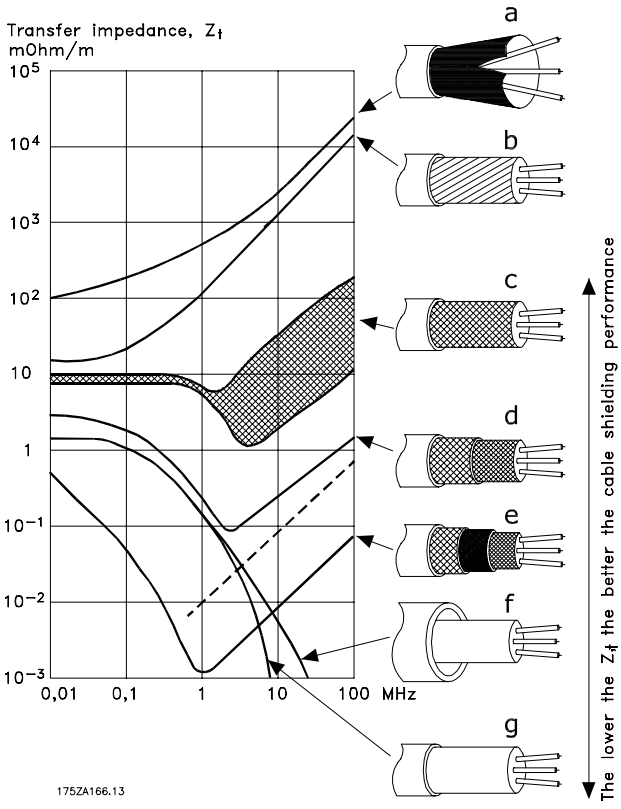
Danfoss แนะนำให้ใช้สายเคเบิลที่มีชีล/ปลอกโลหะแบบถักเพื่อความปลอดภัยจาก EMC ที่เหมาะสมที่สุดของสายเคเบิลควบคุม และการแพร่กระจาย EMC จากสายเคเบิลมอเตอร์ที่น้อยที่สุด

ความสามารถของสายเคเบิลในการลดการแผ่เข้าและออกของการรบกวนทางไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับอิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Z_T) ส่วนชีลของสายเคเบิลโดยปกติแล้วจะออกแบบให้ลดการถ่ายโอนของการรบกวนทางไฟฟ้า อย่างไรก็ตามส่วนชีลที่มีค่าอิมพีแดนซ์การถ่ายโอนต่ำกว่า (Z_T) จะมีประสิทธิผลมากกว่าส่วนชีลที่มีอิมพีแดนซ์การถ่ายโอนที่สูงกว่า (Z_T)

ผู้ผลิตสายเคเบิลมักไม่ค่อยระบุถึงอิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Z_T) แต่ทั่วไปจะสามารถประมาณค่าอิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Z_T) ได้โดยการประเมินจากรูปแบบทางกายภาพของสายเคเบิล

อิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Z_T) ประเมินได้จากปัจจัยต่อไปนี้:

- ความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุชีล
- ความต้านทานหน้าสัมผัสระหว่างตัวนำของชีลแต่ละชนิด
- พื้นที่ของการชีล ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ทางกายภาพของสายเคเบิลที่ส่วนชีลครอบคลุม ซึ่งมักจะระบุเป็นค่าเปอร์เซ็นต์
- ประเภทการชีลรูปแบบถักหรือบิดเกลียว
- สายทองแดงหุ้มด้วยอลูมิเนียม
- สายทองแดงบิดเกลียวหรือสายเคเบิลที่ชีลด้วยลวดเหล็ก
- ลวดทองแดงถักชั้นเดียวที่มีพื้นที่ชีลครอบคลุมที่เปอร์เซ็นต์ต่างกัน
- ลวดทองแดงถักสองชั้น
- ลวดทองแดงถักสองชั้นที่มีชั้นกลางมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก มีชีล/ปลอกโลหะ
- สายเคเบิลที่ร้อยในท่อทองแดงหรือท่อเหล็ก
- สายเคเบิลตะกั่วที่มีความหนา 1.1 มม.



ภาพประกอบ 5.108 อิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Z_T)

5.10.3 การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล/ปลอกโลหะ

โดยทั่วไปแล้ว สายเคเบิลควบคุมจะต้องเป็นแบบมีชีลถัก/ปลอกโลหะ และส่วนชีลต้องเชื่อมต่อด้วยตัวรัดสายเคเบิลที่ปลายทั้งสองด้านเข้ากับตู้โลหะของเครื่อง

ภาพประกอบ 5.109 แสดงถึงวิธีการต่อลงดินที่ถูกต้องและสิ่งที่ต้องทำเมื่อเกิดข้อสงสัย

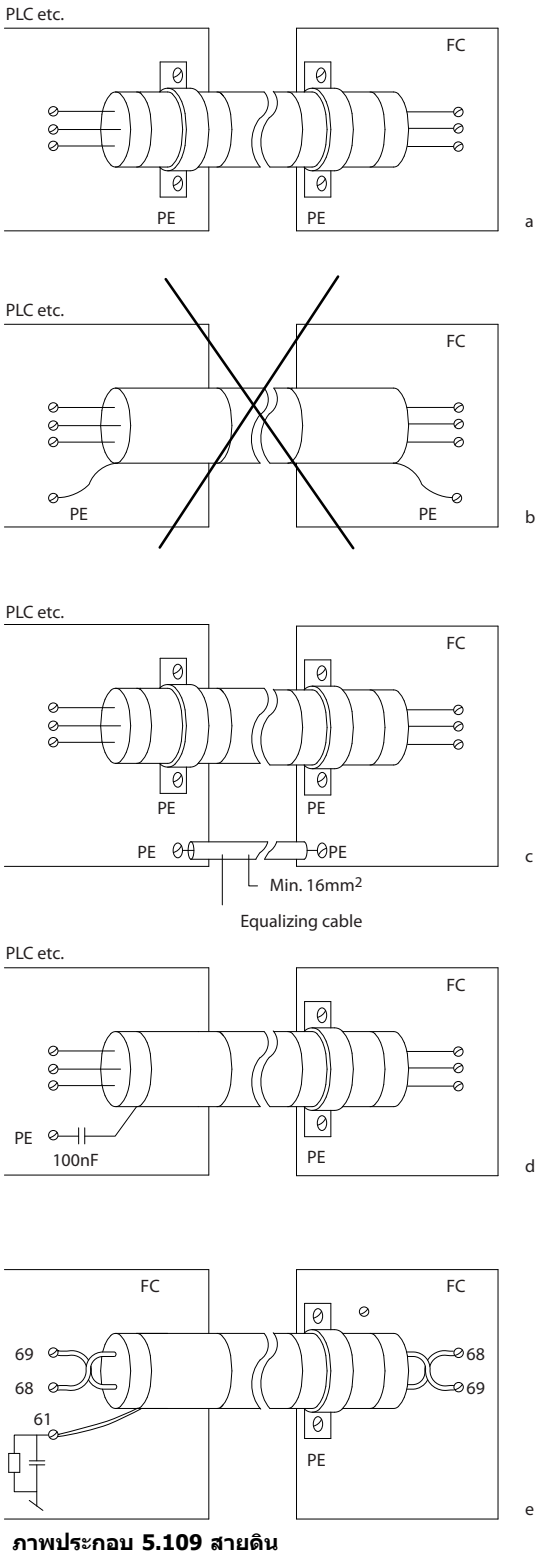
a. **การต่อลงดินที่ถูกต้อง**
สายเคเบิลควบคุมและสายเคเบิลสำหรับการสื่อสารอนุกรมจะต้องถูกรัดด้วยตัวรัดสายเคเบิลที่ปลายทั้งสองด้าน เพื่อให้มั่นใจได้ถึงการสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดีที่สุด

b. **การต่อลงดินที่ผิด**
อย่าใช้ปลายสายเคเบิลแบบบิดเกลียว (หางหมู) เนื่องจากจะเพิ่มอิมพีแดนซ์ให้กับชีลที่ความถี่ระดับสูง

c. **การป้องกันในส่วนของความต่างศักย์เทียบกับดินระหว่าง PLC และตัวแปลงความถี่**
หากความต่างศักย์เทียบกับดินระหว่างตัวแปลงความถี่และ PLC มีความต่างกัน อาจเกิดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าที่จะรบกวนการทำงานทั้งระบบ แก้ปัญหานี้โดยติดตั้งสายเคเบิลปรับสมดุล ถัดจากสายเคเบิลควบคุม พื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิลต่ำสุด: 16 มม.^{2}

d. **สำหรับวงรอบดิน 50/60 Hz**
หากใช้สายเคเบิลยาว วงรอบดิน 50/60 Hz อาจเกิดขึ้น แก้ปัญหานี้โดยเชื่อมต่อปลายด้านหนึ่งของส่วนชีลลงดินผ่านตัวเก็บประจุ 100nF (พยายามให้สายช่วงนี้สั้นที่สุด)

e. **สายเคเบิลสำหรับการสื่อสารแบบอนุกรม**
กำจัดกระแสรบกวนความถี่ต่ำระหว่างตัวแปลงความถี่สองเครื่องโดยเชื่อมต่อปลายของส่วนชีลด้านหนึ่งเข้ากับขั้วต่อ 61 ขั้วต่อนี้จะถูกเชื่อมต่อลงดินผ่านลิงก์ RC ภายใน ใช้สายเคเบิลบิดเกลียวคู่เพื่อลดการรบกวนโหมดผลต่างระหว่างตัวนำ



ภาพประกอบ 5.109 สายดิน

5.11 อุปกรณ์ป้องกันไฟดูด (RCD)

ใช้รีเลย์ RCD สำหรับการต่อลงดินแบบป้องกันหลายทาง หรือการต่อลงดินแบบป้องกันพิเศษ เพื่อให้เป็นไปตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยในท้องถิ่น
หากเกิดฟอลต์ลงดินอาจเกิดองค์ประกอบ DC ในกระแสฟอลต์ หากใช้รีเลย์ RCD จะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบในท้องถิ่น รีเลย์ที่ใช้จะต้องเหมาะสำหรับการป้องกันอุปกรณ์ 3 เฟสที่มีวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ และมีการคายประจุแบบสั้นๆ เมื่อเปิดเครื่อง ดู *2.12 กระแสรั่วไหลลงดิน* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม

5

6 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้

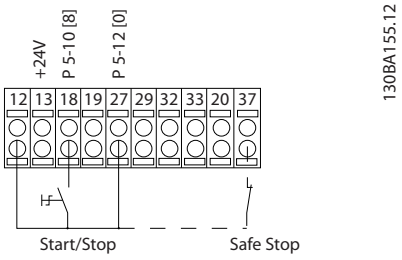
6.1 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ปกติ

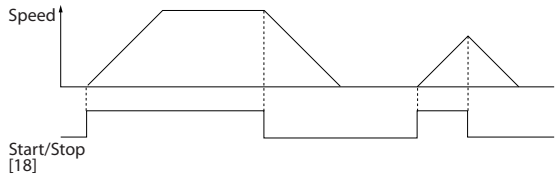
6.1.1 สตาร์ท/หยุด

ขั้วต่อ 18 = สตาร์ท/หยุด *5-10 ดังการทำงานของเทอมินอล 18 [8] สตาร์ท*
ขั้วต่อ 27 = ไม่มีการทำงาน *5-12 ดังการทำงานของเทอมินอล 27 [0] ไม่มีการทำงาน* (ค่ามาตรฐานจากโรงงาน *ลื่นไหลผกผัน*

5-10 ดังการทำงานของเทอมินอล 18 = สตาร์ท (ค่าดังมาตรฐานจากโรงงาน)

5-12 ดังการทำงานของเทอมินอล 27 = ลื่นไหลผกผัน (ค่าดังมาตรฐานจากโรงงาน)





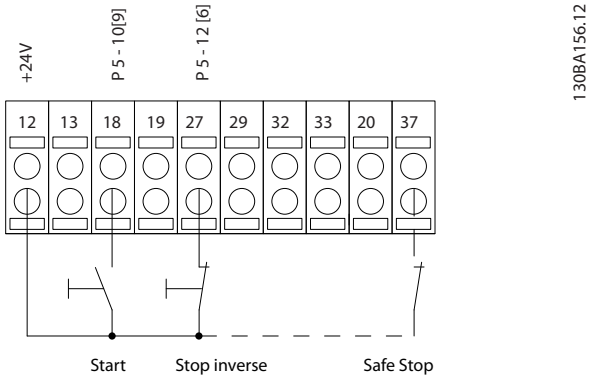
ภาพประกอบ 6.1 ขั้วต่อ 37: สำหรับฟังก์ชันหยุดแบบปลอดภัย-เท่านั้น!

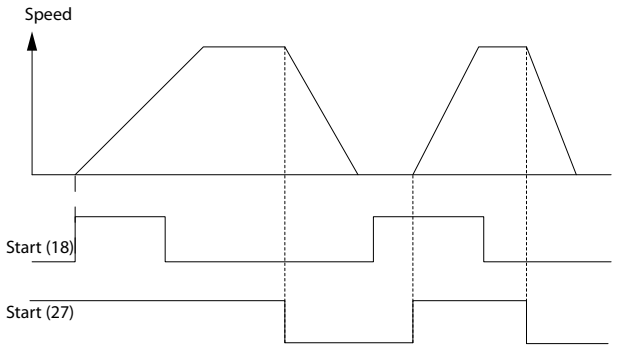
6.1.2 การสตาร์ท/หยุดด้วยพัลส์

ขั้วต่อ 18 = สตาร์ท/หยุด *5-10 ดังการทำงานของเทอมินอล 18 [9] สตาร์ทค้าง*
ขั้วต่อ 27= หยุด *5-12 ดังการทำงานของเทอมินอล 27 [6] หยุดผกผัน*

5-10 ดังการทำงานของเทอมินอล 18 = การสตาร์ท-แบบค้าง

5-12 ดังการทำงานของเทอมินอล 27 = หยุดผกผัน





ภาพประกอบ 6.2 ขั้วต่อ 37: สำหรับฟังก์ชันหยุดแบบปลอดภัย-เท่านั้น!

6.1.3 ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์

ค่าอ้างอิงแรงดันไฟฟ้าผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์

3-15 ค่าอ้างอิงแหล่ง 1 [1] = *อินพุทอนาล็อก 53*

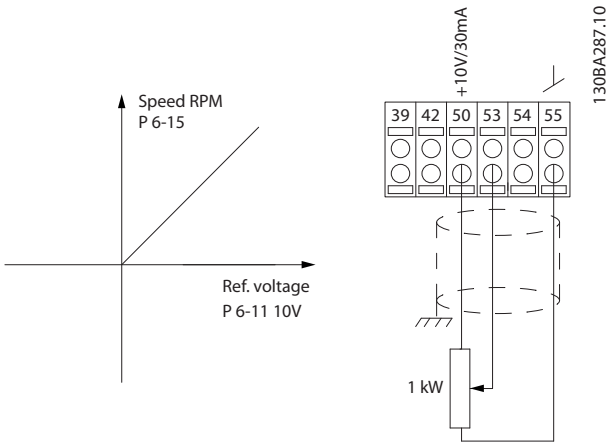
6-10 ขั้ว 53 แรงดันระดับต่ำ = 0 V

6-11 ขั้ว 53 แรงดันระดับสูง = 10 V

6-14 ขั้ว 53 ค่าอ้างอิง/ค่าป้อนกลับค่า = 0 RPM

6-15 ขั้ว 53 ค่าอ้างอิง/ค่าป้อนกลับค่า = 1.500 RPM

สวิตช์ S201 = ปิด (U)



ภาพประกอบ 6.3 ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์

6

6.1.4 การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (AMA)

AMA เป็นอัลกอริธึมในการวัดปริมาณทางไฟฟ้าของพารามิเตอร์ของมอเตอร์ในขณะที่มอเตอร์กำลังหยุดนิ่ง ซึ่งหมายความว่าตัว AMA จะไม่จ่ายแรงบิดใดๆ
AMA มีประโยชน์เมื่อเริ่มให้ระบบทำงานและทำการปรับตัวแปลงความถี่ให้เหมาะสมที่สุดกับมอเตอร์ที่ใช้ คุณสมบัตินี้จะถูกใช้ในกรณีที่การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงานไม่ได้นำมาปรับใช้กับมอเตอร์ที่ต่ออยู่
1-29 ปรับตามมอเตอร์ออโต้(AMA) ใช้ในการเลือก AMA แบบสมบูรณ์ ซึ่งจะกำหนดพารามิเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมด หรือ AMA แบบย่อ ซึ่งจะกำหนดเฉพาะความต้านทานสเตเตอร์ Rs เท่านั้น
ระยะเวลาในการทำ AMA แบบสมบูรณ์จะผันแปรจากไม่กี่นาทีสำหรับมอเตอร์ขนาดเล็ก จนถึงมากกว่า 15 นาที สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่

ข้อจำกัดและเงื่อนไขขั้นต้น:

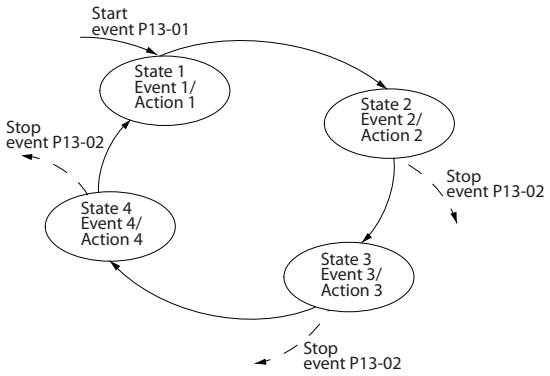
- เพื่อให้ AMA จะกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมอเตอร์ได้ ให้ป้อนข้อมูลบนป้ายชื่อของมอเตอร์ที่ถูกต้องลงใน *1-20 กำลังมอเตอร์ [kW]* ถึง *1-28 ตรวจสอบการหมุนของมอเตอร์*
- เพื่อให้สามารถปรับตั้งค่าของตัวแปลงความถี่ได้ดีที่สุด ให้ใช้งาน AMA เมื่อมอเตอร์เย็น การใช้งาน AMA ซ้ำๆ อาจทำให้มอเตอร์ร้อน ซึ่งส่งผลให้ความต้านทานสเตเตอร์ Rs มีค่าเพิ่มขึ้น แต่โดยปกติจะไม่เพิ่มขึ้นมากนัก
- AMA จะสามารถดำเนินการได้ที่กระแสมอเตอร์ที่พิกัดต่ำสุด 35% ของกระแสเอาท์พุทที่พิกัดของตัวแปลงความถี่เท่านั้น AMA สามารถดำเนินการบนมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่เกินไปได้หนึ่งเครื่อง
- สามารถดำเนินการทดสอบ AMA แบบย่อโดยมีตัวกรองคลื่นไซน์ติดตั้งอยู่ได้ หลีกเลี่ยงการทำการทดสอบ AMA แบบสมบูรณ์พร้อมกับตัวกรองคลื่นไซน์ หากจำเป็นต้องตั้งค่าโดยรวม ให้ถอดตัวกรองคลื่นไซน์ออกขณะที่ทำงานโดย AMA แบบสมบูรณ์ หลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินการของ AMA ให้ใส่ตัวกรองคลื่นไซน์กลับคืน
- หากมีการต่อมอเตอร์แบบขนานกัน ให้ใช้แต่ AMA แบบย่อเท่านั้น
- หลีกเลี่ยงการทำงาน AMA แบบสมบูรณ์เมื่อใช้มอเตอร์ซิงโครนัส ถ้าใช้มอเตอร์แบบซิงโครนัส ให้ใช้งาน AMA แบบย่อ และให้ตั้งค่าข้อมูลมอเตอร์ส่วนเพิ่มเติมด้วยตัวเอง ฟังก์ชัน AMA ไม่สามารถใช้กับมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรได้
- ตัวแปลงความถี่จะไม่สร้างแรงบิดมอเตอร์ระหว่างการทำ AMA ระหว่างการทำ AMA ระบบที่ใช้จะต้องไม่ส่งแรงไปที่เพลาของมอเตอร์ให้ทำงาน ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าจะเกิดขึ้นกับระบบระบายอากาศแบบกังหันลม เป็นต้น การทำงานในลักษณะดังกล่าวจะรบกวนการทำงานของ AMA
- ไม่สามารถเปิดใช้งาน AMA ขณะรันมอเตอร์ PM (เมื่อ *1-10 โครงสร้างของมอเตอร์* ถูกตั้งค่าเป็น *[1] PM non-salient SPM*)

6.1.5 ตัวควบคุม Smart Logic

ตัวควบคุม Smart Logic (SLC) เป็นการเรียงลำดับการกระทำที่ผู้ใช้ระบุไว้ (ดู*13-52 การกระทำของตัวควบคุม SL*) ซึ่งจะได้รับการปฏิบัติโดย SLC เมื่อ *เหตุการณ์* ที่เกี่ยวข้องที่กำหนดโดยผู้ใช้ (ดู *13-51 เหตุการณ์ตัวควบคุม SL*) ได้รับการประเมินจาก SLC ว่าเป็น TRUE (จริง)
*เหตุการณ์*และ *การกระทำ*แต่ละตัวจะถูกกำหนดหมายเลขและเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นคู่โดยเรียกว่าสถานะ ซึ่งหมายความว่าเมื่อ *เหตุการณ์ [1]* สำเร็จ (ได้รับค่า TRUE (จริง)) *การกระทำ [1]* จะได้รับการปฏิบัติ หลังจากลำดับนี เงื่อนไขของ *เหตุการณ์ [2]* จะถูกประเมินและหากเป็น TRUE (จริง) *การกระทำ [2]* ก็จะได้รับการปฏิบัติเช่นนี้ต่อเนื่องไป เหตุการณ์และการกระทำจะถูกจัดเข้าไว้เป็นพารามิเตอร์แบบอาร์เรย์

ในแต่ละรอบ จะมีการประเมิน *เหตุการณ์* เพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น หาก *เหตุการณ์* ถูกประเมินเป็น FALSE (เท็จ) จะไม่มีสิ่งใดเกิดขึ้น (ใน SLC) ระหว่างรอบการสแกนปัจจุบัน และไม่มี *เหตุการณ์* อื่นใดที่จะได้รับการประเมินต่อ ดังนั้น เมื่อ SLC เริ่มต้น จะทำการประเมิน *เหตุการณ์ [1]* (และเฉพาะ *เหตุการณ์ [1]*) เท่านั้น) ในแต่ละรอบการสแกน เมื่อใดก็ตามที่*เหตุการณ์ [1]* ถูกประเมินเป็น TRUE (จริง) SLC จึงจะลงมือปฏิบัติ *การกระทำ [1]* และเริ่มประเมิน*เหตุการณ์ [2]*

คุณสามารถตั้งโปรแกรม *เหตุการณ์* และ *การกระทำ ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 20* เมื่อ *เหตุการณ์/การกระทำ* สุดท้ายได้รับการปฏิบัติ การเรียงลำดับจะเริ่มต้นใหม่อีกครั้งจาก *เหตุการณ์ [1]/การกระทำ [1]* ภาพประกอบนี้แสดงตัวอย่างของ *เหตุการณ์/การกระทำ* สามแบบ:



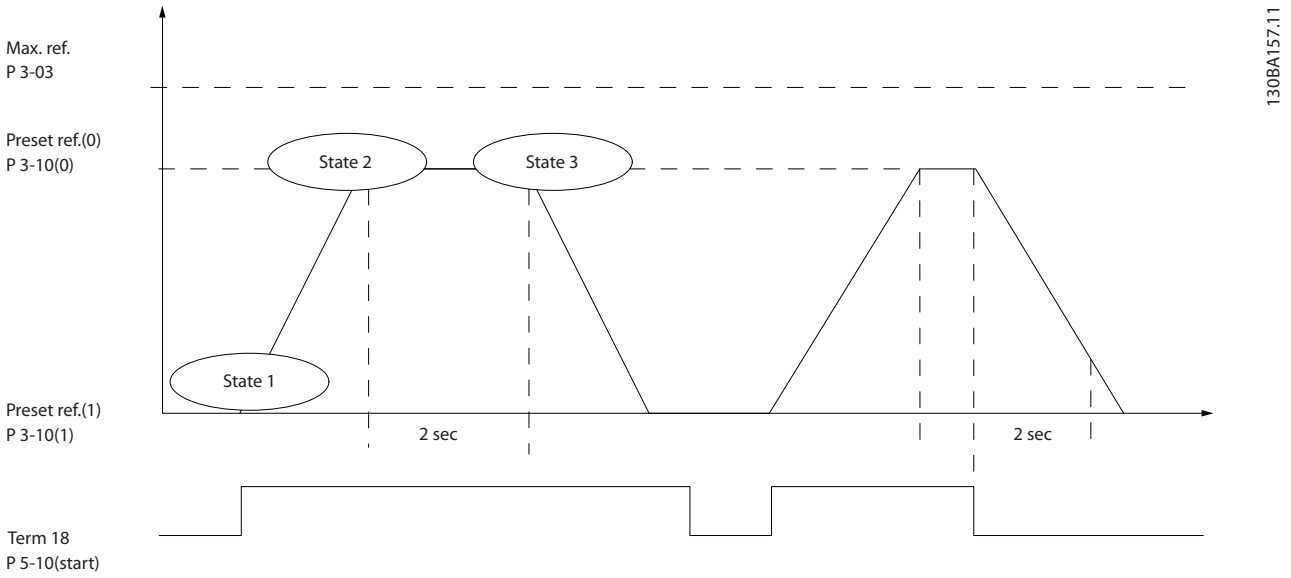
ภาพประกอบ 6.4 เหตุการณ์และการกระทำ

6.1.6 การตั้งโปรแกรมการควบคุม Smart Logic

ในการประยุกต์ใช้งานที PLC ทำหน้าทีกำหนดลำดับการทำงาน-แบบง่าย SLC อาจเข้าไปจัดการงานพืนฐานแทนส่วนควบคุม-หลัก
SLC ได้รับการออกแบบให้ทำงานจากเหตุการณ์ทีส่งไปยังหรือ-สร้างขึนในตัวแปลงความถี จากนันตัวแปลงความถีจะดำเนินการ-ตามทีตังโปรแกรมไว้ล่วงหน้า

6.1.7 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน SLC

ขันตอนเดียว 1:
สตาร์ท – เปลียนความเร็วขึน – ทำงานทีความเร็วอ้างอิง 2 วินาที – เปลียนความเร็วลงและจับยึดเพลาไว้จนกระทังหยุดทำงาน



ภาพประกอบ 6.5 เปลียนความเร็วขึน/เปลียนความเร็วลง

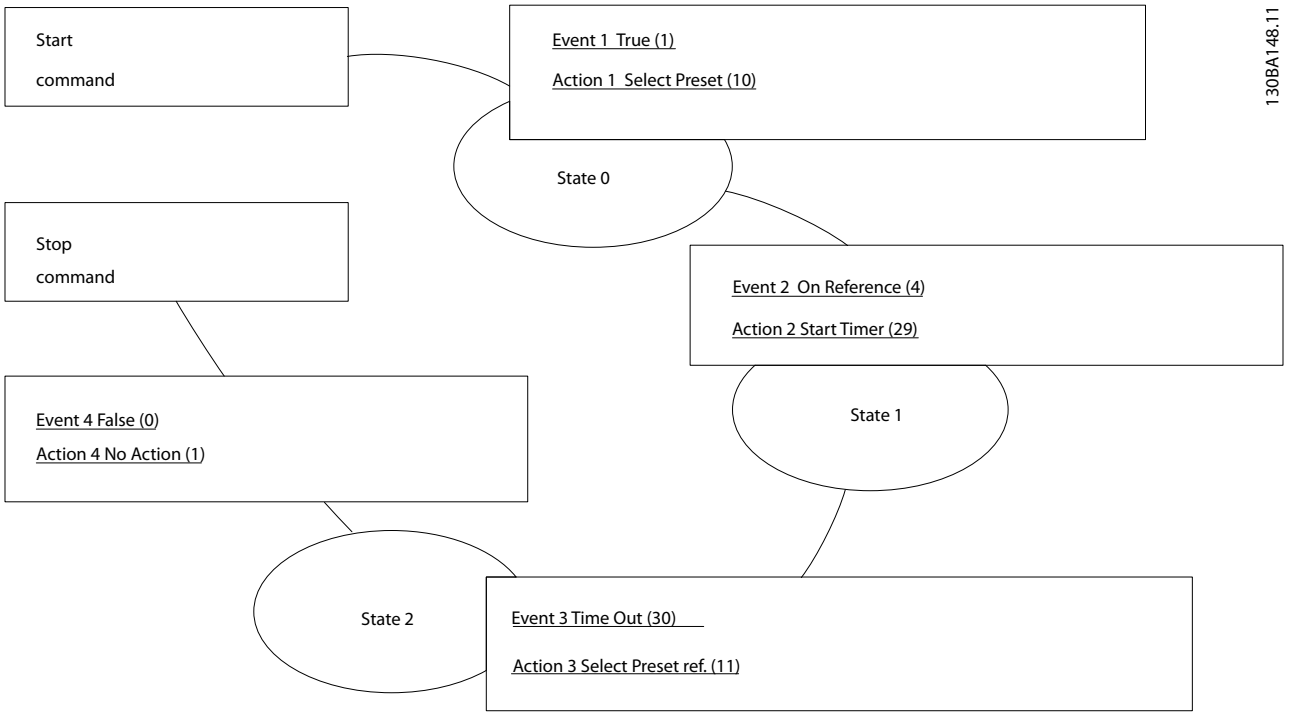
ตังเวลาขึน-ลงใน *3-41 กำหนดเวลาความเร็วขาขึน ชุด 1* และ *3-42 กำหนดเวลาความเร็วขาลง ชุด 1* ให้เป็นเวลาทีต้องการ

$$t_{ramp} = \frac{t_{acc} \times n_{norm}(par.\ 1-25)}{ref[RPM]}$$

ตังขัวต่อ 27 เป็น *ไม่มีการทำงาน* (*5-12 ตังการทำงานของเทอมินอล 27*)
ตังค่าอ้างอิงทีกำหนดล่วงหน้า 0 เป็นความเร็วทีตังไว้ค่าแรก (*3-10 ค่าอ้างอิงทีกำหนดล่วงหน้า* [0]) เป็นเปอร์เซ็นต์ของความเร็ว-อ้างอิงสูงสุด (*3-03 ค่าอ้างอิงสูงสุด*) เช่น: 60%
ตังค่าอ้างอิงทีกำหนดล่วงหน้า 1 เป็นค่าความเร็วทีตังไว้ค่าทีสอง (*3-10 ค่าอ้างอิงทีกำหนดล่วงหน้า* [1] เช่น: 0% (ศูนย์)
ตังตัวตังเวลา 0 สำหรับการรันความเร็วคงทีใน *13-20 ตัวตังเวลาตัวควบคุม SL* [0] เช่น: 2 s

ตังเหตุการณ์ 1 ใน *13-51 เหตุการณ์ตัวควบคุม SL* [1] เป็น *True (จริง)* [1]
ตังเหตุการณ์ 2 ใน *13-51 เหตุการณ์ตัวควบคุม SL* [2] เป็น *On Reference (เปิดค่าอ้างอิง)* [4]
ตังเหตุการณ์ 3 ใน*13-51 เหตุการณ์ตัวควบคุม SL* [3] เป็น *Time Out (หมดเวลา) 0* [30]
ตังเหตุการณ์ 4 ใน *13-51 เหตุการณ์ตัวควบคุม SL* [4] เป็น *False (เท็จ)* [0]

ตั้งการกระทำ 1 ใน *13-52 การกระทำของตัวควบคุม SL* [1] เป็น *Select preset (เลือกค่าที่กำหนดล่วงหน้า) 0* [10]
ตั้งการกระทำ 2 ใน *13-52 การกระทำของตัวควบคุม SL* [2] เป็น *Start Timer (เริ่มตัวตั้งเวลา) 0* [29]
ตั้งการกระทำ 3 ใน *13-52 การกระทำของตัวควบคุม SL* [3] เป็น *Select preset (เลือกค่าที่กำหนดล่วงหน้า) 1* [11]
ตั้งการกระทำ 4 ใน *13-52 การกระทำของตัวควบคุม SL* [4] เป็น *No Action (ไม่มีการกระทำ)* [1]



ภาพประกอบ 6.6 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน SLC

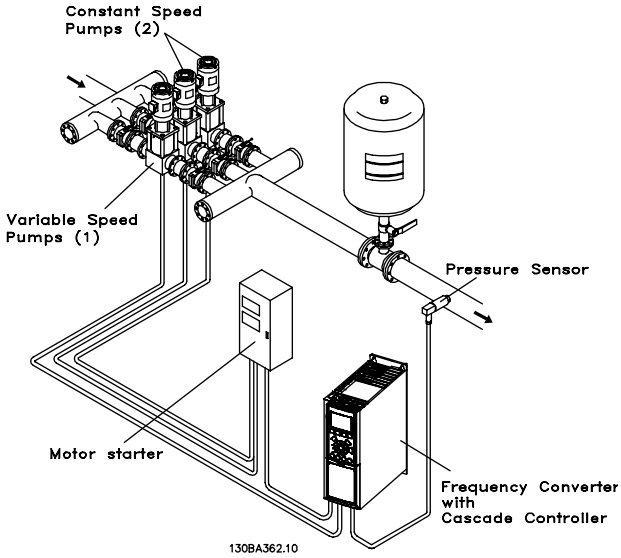
ตั้งตัวควบคุม Smart Logic ใน *13-00 โหมดตัวควบคุม SL* เป็น ON (เปิด)

สตาร์ท/หยุดคำสั่งที่ใช้กับขั้วต่อ 18 หากสัญญาณหยุดถูกใช้ ตัวแปลงความถี่จะชะลอความเร็วและทำงานในโหมดอิสระ

6.1.8 ตัวควบคุมคาสเคดแบบพื้นฐาน

ตัวควบคุมคาสเคดพื้นฐานใช้สำหรับการใช้งานปั๊มที่ต้องรักษาความดัน "head (ความดัน)" หรือระดับในช่วงไดนามิกที่กว้าง การรันปั๊มขนาดใหญ่ที่ความเร็วระดับต่างๆ ในช่วงกว้างไม่ใช่ทางออกที่เหมาะสม เนื่องจากปั๊มจะมีประสิทธิภาพต่ำที่ความเร็วต่ำ ในวิธีปฏิบัติ ขีดจำกัดคือ 25% ของความเร็วโหลดเต็มที่พิกัดสำหรับปั๊ม

ในตัวควบคุมแคาสเคดพื้นฐาน ตัวแปลงความถี่จะควบคุมมอเตอร์ที่ปรับความเร็วได้ (นำ) ในรูปปั๊มที่มีความเร็วที่ปรับได้ และสามารถสเตจเปิดและปิดความเร็วคงที่ของปั๊ม 2 เครื่องด้วยการปรับความเร็วของปั๊มเริ่มต้น จึงนำเสนอการควบคุมความเร็วที่ปรับได้ของระบบทั้งหมด การรักษาความดันคงที่ขณะกำจัดการพุ่งขึ้นของความดัน ส่งให้ความเครียดของระบบลดลง และระบบปั๊มทำงานเงียบลง



ภาพประกอบ 6.7 ตัวควบคุมคาสเคดแบบพื้นฐาน

ปั๊มนำตายตัว
มอเตอร์ต้องมีขนาดเท่ากัน ตัวควบคุมคาสเคดพื้นฐานช่วยให้ตัวแปลงความถี่ควบคุมปั๊มที่มีขนาดเท่ากันถึง 3 เครื่อง โดยใช้รีเลย์ในตัวของตัวแปลงความถี่ หากปั๊มที่ปรับเปลี่ยนความเร็วได้ (นำ) เชื่อมต่อกับตัวแปลงความถี่โดยตรง รีเลย์ภายใน 2 ตัวจะปั๊มอื่นอีก 2 ปั๊ม เมื่อเปิดใช้งานการสลับปั๊มนำ ปั๊มจะถูกเชื่อมต่อกับรีเลย์ภายใน และตัวแปลงความถี่สามารถดำเนินการปั๊ม 2 เครื่อง

การเปลี่ยนปั๊มนำ
มอเตอร์ต้องมีขนาดเท่ากัน ฟังก์ชันนี้ทำให้ตัวแปลงความถี่สามารถหมุนเวียนระหว่างปั๊มในระบบ (สูงสุด 2 เครื่อง) ในการทำงานนี้ เวลาทำงานระหว่างปั๊มจะเท่ากัน จึงลดความจำเป็นในการบำรุงรักษา และเพิ่มความน่าเชื่อถือและอายุการใช้งานของระบบ การสลับปั๊มนำอาจเกิดขึ้นเมื่อใช้สัญญาณคำสั่งหรือเมื่อทำการสเตจ (เพิ่มปั๊มอื่น)

คำสั่งอาจเป็นการสลับด้วยตนเองหรือสัญญาณเหตุการณ์การสลับ หากเลือกเหตุการณ์การสลับ การสลับปั๊มนำจะเกิดขึ้นทุกครั้งที่เกิดเหตุการณ์นั้น การเลือกจะเกิดขึ้นเมื่อใดก็ตามที่หมดเวลาการสลับ ที่เวลาที่กำหนดล่วงหน้าในแต่ละวัน หรือเมื่อปั๊มนำเข้าสู่โหมดการหลับ โหลดระบบที่แท้จริงจะกำหนดการสเตจ

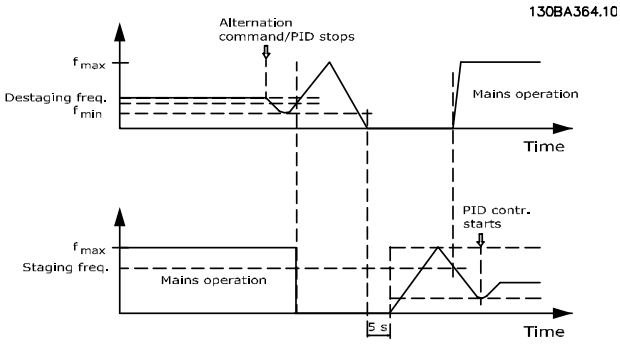
การสลับขีดจำกัดพารามิเตอร์แยกต่างหากจะเกิดขึ้นหากความจุรวมที่ต้องการคือ > 50% เท่านั้น ความจุทั้งหมดของปั๊มถูกกำหนดจากการที่ปั๊มนำบวกความสามารถของปั๊มที่ความเร็วคงที่

การจัดการแบนด์วิดท์
ในระบบควบคุมคาสเคด เพื่อหลีกเลี่ยงการสลับบ่อยๆ ของปั๊มที่มีความเร็วคงที่ ความดันของระบบที่ต้องการจะรักษาระดับให้อยู่ในแบนด์วิดท์ที่มากกว่าระดับคงที่ แบนด์วิธการสเตจจะให้แบนด์วิดท์ที่ต้องการสำหรับการทำงาน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่และรวดเร็วในความดันระบบเกิดขึ้น แบนด์วิดท์ override จะข้ามแบนด์วิดท์การสเตจเพื่อป้องกันการตอบสนองอย่างฉับพลันต่อการเปลี่ยนความดันช่วงสั้นๆ ตัวตั้งเวลาแบนด์วิดท์ override สามารถโปรแกรมเพื่อป้องกันการสเตจจนกว่าความดันระบบจะสร้างการควบคุมคงที่และปกติ

เมื่อเปิดใช้งานตัวควบคุมคาสเคด และชุดขับส่งสัญญาณเตือนตัดการทำงาน ความดันระบบจะถูกตรึงไว้โดยการสเตจและดีสเตจปั๊มความเร็วคงที่ เพื่อป้องกันไม่ให้มีการสเตจและดีสเตจบ่อยๆและลดความผันผวนของความดันให้เหลือน้อยที่สุด แบนด์วิดท์ความเร็วคงที่ (FSBW) จะถูกใช้แทนแบนด์วิดท์การสเตจ (SBW)

6.1.9 การสเตจปั๊มด้วยการสลับปั๊มนำ

การเปิดใช้งานการสลับปั๊มนำ จะสามารถควบคุมปั๊มได้สูงสุด 2 เครื่อง ที่คำสั่งการสลับ การหยุด PID ปั๊มนำจะเปลี่ยนความเร็วเป็นความถี่ต่ำ (f_{min}) และหลังจากการหน่วง ปั๊มจะเปลี่ยนความเร็วเป็นความถี่สูงสุด (f_{max}) เมื่อความเร็วของปั๊มนำถึงความถี่การดีสเตจ ปั๊มที่มีความเร็วคงที่จะถูกตัดออก (ดีสเตจ) ปั๊มนำจะยังคงเปลี่ยนความเร็วเพิ่มและลดเพื่อหยุดและรีเลย์สองตัวจะถูกตัดออก



ภาพประกอบ 6.8 การเปลี่ยนปั๊มนำ

หลังจากการหน่วงเวลา รีเลย์สำหรับปั๊มความเร็วคงที่จะตัดเข้า (สเตจ) และปั๊มนี้จะกลายเป็นปั๊มนำเครื่องใหม่ ปั๊มนำเครื่องใหม่จะเพิ่มความเร็วไปยังความเร็วสูงสุด แล้วจึงลดความเร็วลงสู่ระดับต่ำสุด เมื่อลดความเร็วลงและถึงความถี่ในการสเตจ ปั๊มนำเครื่องเก่าจะถูกตัดเข้า (สเตจ) บนแหล่งจ่ายไฟหลักในรูปปั๊มที่มีความเร็วคงที่เครื่องใหม่

หากปั๊มนำทำงานที่ความถี่ต่ำสุด (f_{min}) ภายในจำนวนครั้งที่ตั้งโปรแกรมไว้ และด้วยการทำงานปั๊มที่ความเร็วคงที่ ปั๊มนำจะมีส่วนร่วมกับระบบน้อยมาก เมื่อค่าของตัวตั้งเวลาที่โปรแกรมไว้สิ้นสุดลง ปั๊มนำจะถูกนำออกไป เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาในการทำให้น้ำร้อน

6.1.10 สถานะและการทำงานของระบบ

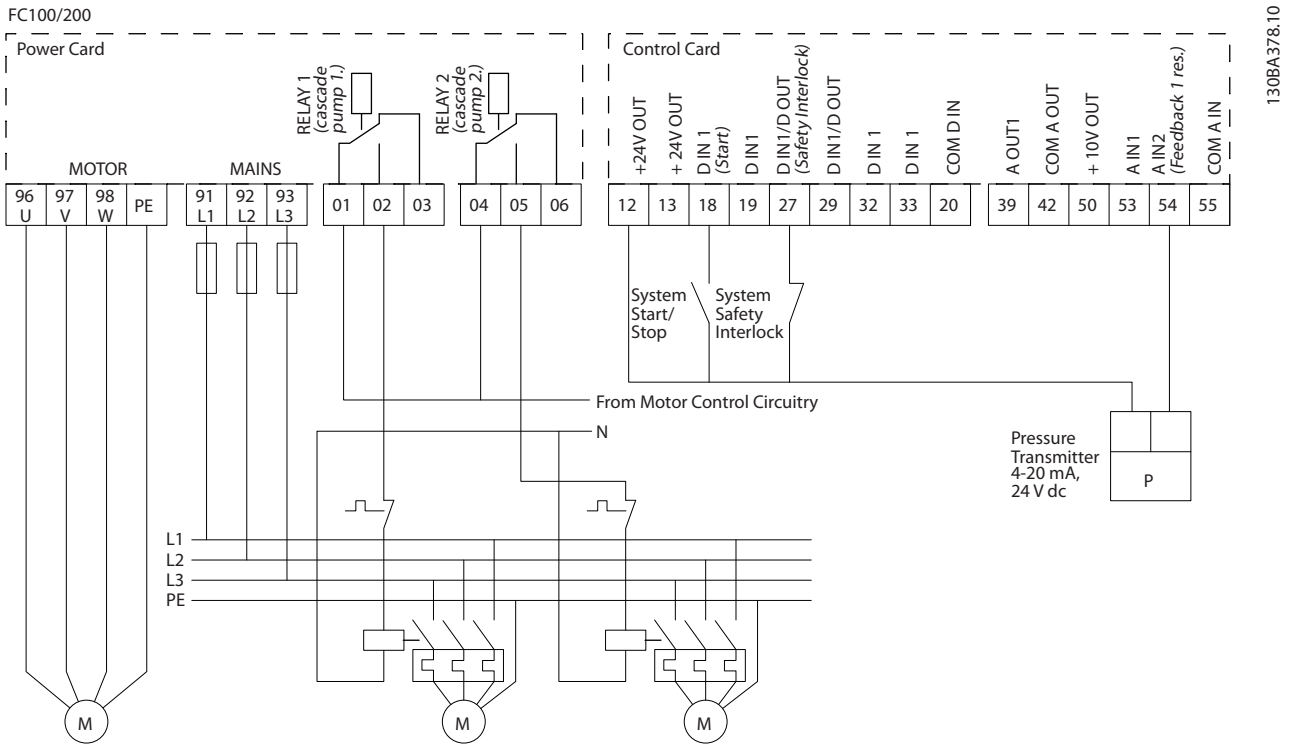
หากปั๊มนำเข้าสู่โหมดการหลับ ฟังก์ชันนี้จะแสดงบน LCP ซึ่งสามารถสลับปั๊มนำในเงื่อนไขโหมดการหลับได้

เมื่อเปิดใช้งานตัวควบคุมคาสเคด สถานะการทำงานสำหรับปั๊มแต่ละเครื่องและตัวควบคุมคาสเคดแต่ละตัวจะแสดงบน LCP ข้อมูลที่แสดง ได้แก่

- สถานะปั๊มคือค่าที่อ่านได้ของสถานะของรีเลย์ที่ถูกกำหนดสำหรับปั๊มแต่ละเครื่อง จอแสดงผลแสดงปั๊มที่ถูกปิดใช้งาน ปิด ทำงานบนตัวแปลงความถี่ หรือทำงานบนแหล่งจ่ายไฟหลัก/ชุดสตาร์ทมอเตอร์
- สถานะคาสเคดคือค่าที่อ่านได้ของสถานะของตัวควบคุมคาสเคด จอแสดงผลแสดงให้เห็นว่าตัวควบคุมคาสเคดถูกปิดใช้งาน ปั๊มทั้งหมดปิด และภาวะฉุกเฉินปิดปั๊มทั้งหมด ปั๊มทั้งหมดทำงาน ปั๊มความเร็วคงที่ถูกสเตจ/ดีสเตจ และมีการสลับปั๊มนำเกิดขึ้น
- การดีสเตจเมื่อไม่มีการไหลทำให้แน่ใจว่าปั๊มที่มีความเร็วคงที่ทั้งหมดจะถูกหยุดทีละเครื่องจนกว่าสถานะการไม่ไหลจะหายไป

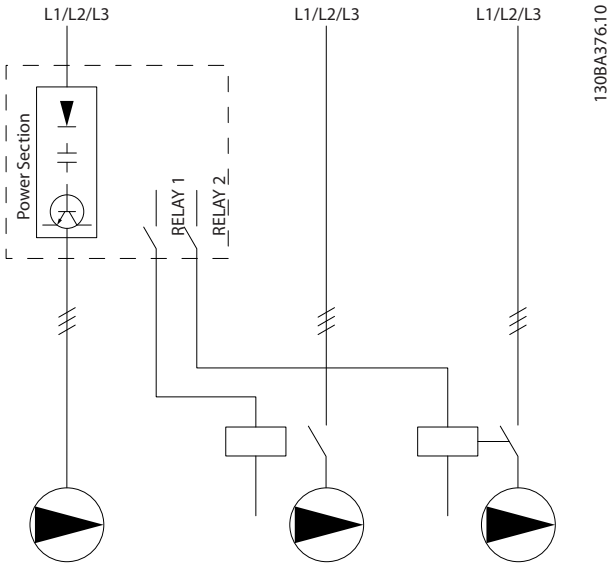
6.1.11 ไดอะแกรมการเดินสายตัวควบคุมคาสเคด

ไดอะแกรมการเดินสายแสดงตัวอย่างด้วยตัวควบคุมคาสเคดพื้นฐานภายในที่มีปั๊มที่สามารถปรับความเร็วได้ (นำ) 1 เครื่อง และปั๊มที่มีความเร็วคงที่ 2 เครื่อง ตัวส่ง 4–20 mA และอินเตอร์ล็อคนิรภัยของระบบ



ภาพประกอบ 6.9 ไดอะแกรมการเดินสายตัวควบคุมคาสเคด

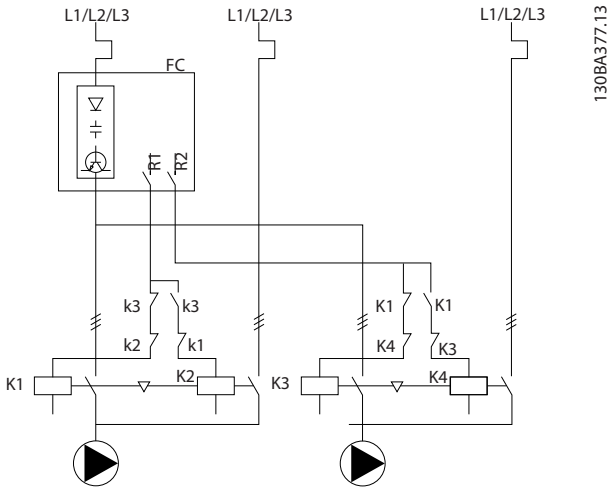
6.1.12 แผนผังการเดินสายปั๊มปั๊มทีปรับเปลี่ยนความเร็วได้ทีมีความเร็วคงที



ภาพประกอบ 6.10 แผนผังการเดินสายปั๊มปั๊มทีปรับเปลี่ยนความเร็วได้ทีมีความเร็วคงที

- RELAY 1 (R1) และ RELAY 2 (R2) เป็นรีเลย์ในตัวในตัวแปลงความถี
- เมือรีเลย์ทังหมดถูกปลดจากการจ่ายไฟ รีเลย์ในตัวตัวแรกทีได้รับการจ่ายไฟจะตัดเข้าในคอนแทคเตอร์ทีสัมพันธ์กับปั๊มทีควบคุมโดยรีเลย์ ตัวอย่างเช่น RELAY 1 ตัดเข้าในคอนแทคเตอร์ K1 เมือกลายเป็นปั๊มนำ
- K1 บล็อคสำหรับ K2 ผ่านอินเตอร์ล็อคเชิงกลป้องกันแหล่งจ่ายไฟหลักจากการเชือมต่อกับเอาท์พุทของตัวแปลงความถี (ผ่าน K1)
- หน้าสัมผัสเบรคเสริมบน K1 ป้องกันไม่ให้ K3 ตัดเข้า
- RELAY 2 ควบคุมคอนแทคเตอร์ K4 สำหรับการเปิด/ปิดการควบคุมของปั๊มความเร็วคงที
- ในการสลับ รีเลย์ทังหมดจะถูกปลดจากการจ่ายไฟ และ RELAY 2 ได้รับการจ่ายไฟเนืองจากเป็นรีเลย์แรก

6.1.13 แผนผังการเดินสายการสลับปั๊มนำ



ภาพประกอบ 6.11 แผนผังการเดินสายการสลับปั๊มนำ

ปั๊มทุกเครืองต้องเชือมต่อกับคอนแทคเตอร์ 2 ตัว (K1/K2 และ K3/K4) ด้วยอินเตอร์ล็อคเชิงกล ต้องใช้รีเลย์ความร้อนหรืออุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์อืนๆ ตามกฎระเบียบข้อบังคับท้องถินและ/หรือความต้องการเป็นกรณีไป

6.1.14 เงื่อนไขการสตาร์ท/หยุด

คำสั่งที่กำหนดให้แก่อินพุทดิจิตัล ดูกลุ่มพารามิเตอร์ 5-1* อินพุทดิจิตัล

	ปั๊มที่ปรับเปลี่ยนความเร็วได้ (นำ)	ปั๊มที่ความเร็วคงที่
สตาร์ท (สตาร์ท/หยุดระบบ)	การเพิ่มความเร็ว (หากหยุดอยู่และต้องการ)	การสเตจ (หากหยุดอยู่และต้องการ)
การสตาร์ทปั๊มนำ	การเพิ่มความเร็ว หาก สตาร์ทระบบ ทำงานอยู่	ไม่ได้รับผลกระทบ
ลื่นไหล (หยุดฉุกเฉิน)	ลื่นไหลเพื่อหยุด	ตัดไฟ (รีเลย์ในตัวถูกปลดจากการจ่ายไฟ)
อินเตอร์ล็อคนิรภัย	ลื่นไหลเพื่อหยุด	ตัดไฟ (รีเลย์ในตัวถูกปลดจากการจ่ายไฟ)

ตาราง 6.1 คำสั่งที่กำหนดให้แก่อินพุทดิจิตัล

	ปั๊มที่ปรับเปลี่ยนความเร็วได้ (นำ)	ปั๊มที่ความเร็วคงที่
ควบคุมด้วยมือ	การเพิ่มความเร็ว (หากหยุดอยู่ด้วยคำสั่งหยุด-ปกติ) หรือยังอยู่ในการทำงานหากรันอยู่แล้ว	การดีสเตจ (หากรันอยู่)
Off (ปิด)	การลดความเร็ว	ตัดออก
เปิดอัตโนมัติ	สตาร์ทและหยุดตามคำสั่งผ่านขั้วต่อหรือบัส-อนุกรม	การสเตจ/การดีสเตจ

ตาราง 6.2 การทำงานของปุ่ม LCP

7 การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485

7.1 บทนำ

RS-485 เป็นการอินเตอร์เฟสบัสแบบใช้สายสองเส้นซึงเข้ากันได้กับโครงสร้างเครือข่ายแบบส่งข่าวสารหลายจุด สามารถเชือมต่อโหนดเป็นบัส หรือผ่านทางสายส่งสัญญาณจากชุมสายร่วม โหนดจำนวน 32 โหนดสามารถเชือมต่อกันเป็นหนึงกลุ่มเครือข่าย

ตัวทวนสัญญาณจะทำหน้าทีแบ่งกลุ่มเครือข่าย โปรดทราบว่าแต่ละตัวทวนสัญญาณจะทำงานเป็นโหนดภายในกลุ่มทีติดตังอยู่ แต่ละโหนดทีเชือมต่อภายในเครือข่ายทีกำหนดให้จะต้องมีทีอยู่ของโหนดโดยเฉพาะทัวทุกกลุ่ม

เชือมต่อทังสองปลายของแต่ละกลุ่ม โดยใช้สวิตช์เชือมต่อ (S801) ของตัวแปลงความถีหรือการเชือมต่อทีส่งผลต่อความต้านทานเครือข่าย ควรใช้สายเคเบิลคู่บิดเกลียวแบบมีชีล (STP) เสมอสำหรับการเดินสายให้กับบัส และควรปฏิบัติตามวิธีการติดตังทีดีอยู่เสมอ

การเชือมต่อลงดินด้วยอิมพีแดนซ์ตำของชีลทุกๆ โหนดเป็นสิงสำคัญรวมถึงทีความถีสูง ซึงสามารถทำได้โดยการต่อหน้าสัมผัสทีกว้างของสายชีลเข้ากับดิน เช่น ด้วยการใช้ตัวยึดจับสายหรือใช้เคเบิลแกลนด์ทีมีคุณสมบัติเป็นตัวนำ หากจำเป็นต้องใช้สายปรับความต่างศักย์เพือรักษาความต่างศักย์ของดินให้เท่ากันทัวทังเครือข่าย โดยเฉพาะในการติดตังทีมีความยาวสายมากๆ

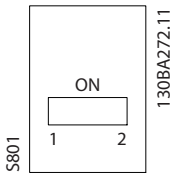
เพือป้องกันอิมพีแดนซ์ทีไม่ตรงกัน ให้ใช้สายชนิดเดียวกันตลอดทัวทังเครือข่ายเสมอ เมือต่อมอเตอร์เข้ากับตัวแปลงความถี ให้ใช้สายเคเบิลมอเตอร์ทีมีชีลเสมอ

สายเคเบิล	ชนิดคู่บิดเกลียวมีชีล (STP)
อิมพีแดนซ์	120 Ω
ความยาวสาย	สูงสุด 1,200 ม. (รวมถึงสายทีต่อแยก)
สูงสุด 500 ม. จากสถานีถึงสถานี	

ตาราง 7.1 สายเคเบิลมอเตอร์

7.1.1 ชุดคำสังฮาร์ดแวร์

ใช้สวิตช์ปุ่มบนบอร์ดควบคุมหลักของตัวแปลงความถีเพือต่อบัส RS-485



ภาพประกอบ 7.1 การตังค่าจากโรงงานของสวิตช์ของชุดต่อสาย

ประกาศ

การตังค่าจากโรงงานของสวิตช์ปุ่มคือ OFF

7.1.2 การตังค่าพารามิเตอร์สำหรับการสือสาร Modbus

พารามิเตอร์ใน *ตาราง 7.2* ใช้เพืออินเทอร์เฟสกับ RS-485 (พอร์ต FC)

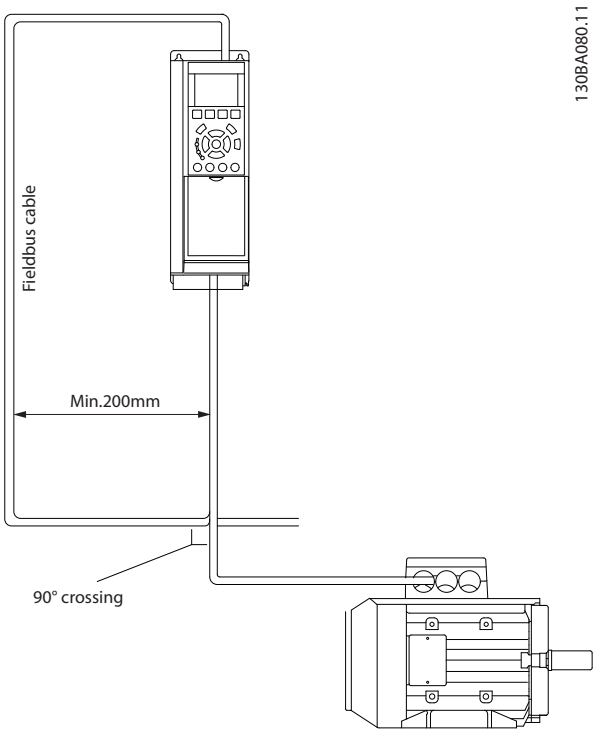
พารามิเตอร์	ฟังก์ชัน
8-30 โปรโตคอล	เลือกชุดโปรโตคอลเพือทำงานกับอินเทอร์เฟส RS-485
8-31 ทีอยู่	ตังค่าทีอยู่ของโหนด หมายเหตุ: ช่วงทีอยู่ขึนอยู่กับโปรโตคอลทีเลือกใน *8-30 โปรโตคอล*
8-32 Baud rate	ตังค่าอัตราบอด หมายเหตุ: อัตราบอดมาตรฐานขึนอยู่กับโปรโตคอลทีเลือกใน *8-30 โปรโตคอล*
8-33 พาริตี/บิตหยุด	ตังภาวะชัวและหมายเลขของบิตหยุด หมายเหตุ: การเลือกมาตรฐานขึนอยู่กับโปรโตคอลทีเลือกใน *8-30 โปรโตคอล*
8-35 การหน่วงเวลาตอบรับตำสุด	ระบุเวลาหน่วง (Delay Time) ตำสุดระหว่างการรับคำขอและส่งการโต้ตอบ ซึงสามารถใช้สำหรับแก้ปัญหาการหน่วงเวลาส่งกลับ (Turnaround Delay) ของโมเด็ม
8-36 การหน่วงเวลาตอบรับสูงสุด	ระบุเวลาหน่วง (Delay Time) สูงสุดทียอมรับได้ระหว่างการส่งคำขอและการรับคำตอบ
8-37 หน่วงเวลา Inter-Char สูงสุด	ระบุเวลาหน่วงสูงสุดระหว่าง 2 ไบต์ทีรับเพือประกันว่าหมดเวลาถ้าการส่งถูกรบกวน

ตาราง 7.2 พารามิเตอร์การสือสาร Modbus

7.1.3 ข้อควรระวังเบืองต้นเกียวกับ EMC

เพือทีจะทำให้การทำงานของเครือข่าย RS-485 ไม่มีการรบกวน จึงขอแนะนำข้อควรระวังเบืองต้นเกียวกับ EMC ต่อไปนี

ต้องปฏิบัติตามกฎข้อบังคับของแต่ละภูมิภาคและระดับประเทศทีเกียวข้อง ตัวอย่างเช่น ทีเกียวข้องกับการต่อเชือมการต่อสายดิน สายเคเบิลสือสารของ RS-485 จะต้องมีระยะห่างจากสายเคเบิลของมอเตอร์และตัวต้านทานเบรคเพือหลีกเลียงการเกิดการรวบกวนความถีสูงจากสายหนึงไปอีกสายหนึง ระยะห่างทีเพียงพอโดยปกติเท่ากับ 200 มม.(8 นิว) แต่แนะนำให้มีระยะห่างให้มากทีสุดเท่าทีจะสามารถทำได้ โดยเฉพาะทีสายเคเบิลมีการลากขนานเป็นระยะทางไกลๆ หากไม่สามารถหลีกเลียงการทับข้ามกันได้ สายเคเบิล RS-485 จะต้องเดินสายข้ามในมุม 90° กับสายเคเบิลมอเตอร์และสายตัวต้านทานเบรค



ภาพประกอบ 7.2 ข้อควรระวังเบื้องต้นเกี่ยวกับ EMC

7.2 ภาพรวมของโปรโตคอล FC

โปรโตคอล FC ซึ่งอาจเรียกว่าบัสของ FC หรือบัสมาตรฐาน เป็นฟิลด์บัสมาตรฐานของ Danfoss ซึ่งกำหนดเทคนิคการเข้าถึงตามหลักการของอุปกรณ์หลัก-อุปกรณ์รองสำหรับการสื่อสารผ่านทางบัสอนุกรม
สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์หลัก 1 เครื่อง และอุปกรณ์รองสูงสุด 126 เครื่องกับบัส อุปกรณ์หลักจะเลือกอุปกรณ์รองแต่ละเครื่องผ่านอักขระของทีอยู่ในข้อความทีส่ง โดยอุปกรณ์รองเองจะไม่สามารถส่งโดยไม่มีการร้องขอให้ส่งมาก่อนไม่ได้ และการโอนข้อความโดยตรงระหว่างอุปกรณ์รองแต่ละเครื่องไม่สามารถทำได้ การสื่อสารจะเกิดในรูปแบบ half-duplex
ฟังก์ชันของอุปกรณ์หลักไม่สามารถถูกส่งไปยังโหนดอืน (ระบบหลักเดียว)

ชันกายภาพได้แก่ RS-485 ดังนันให้ต่อพอร์ต RS-485 เข้ากับตัวแปลงความถี โปรโตคอล FC สนับสนุนข้อความทีส่งรูปแบบต่างๆ:

- รูปแบบสัน 8 ไบต์สำหรับข้อมูลการประมวล
- รูปแบบยาว 16 ไบต์ทียังรวมช่องพารามิเตอร์ด้วย
- รูปแบบทีใช้สำหรับข้อความตัวอักษร

7.2.1 Modbus RTU

โปรโตคอล FC มีช่องทางเข้าถึงคำสังควบคุมและค่าอ้างอิงบัสของตัวแปลงความถี

คำสังควบคุมอนุญาตให้ Modbus หลักควบคุมการทำงานหลายอย่างทีสำคัญของตัวแปลงความถี:

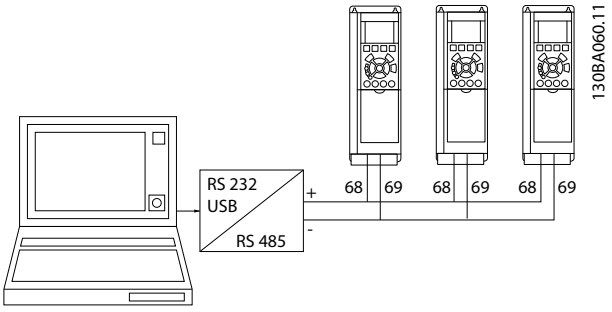
- สตาร์ท
- การหยุดของตัวแปลงความถีในแบบต่าง:
  การหยุดแบบลืนไหล
  การหยุดแบบด่วน
  การหยุดด้วยเบรคกระแสตรง
  การหยุดแบบปกติ (เปลียนความเร็ว)
- รีเซ็ตหลังจากตัดการทำงานฟอลต์
- รันทีความเร็วทีกำหนดล่วงหน้าระดับต่างๆ
- รันแบบกลับทิศทาง
- เปลียนชุดคำสังทีใช้อยู่
- ควบคุมรีเลย์ภายใน 2 ตัวในตัวแปลงความถี

ค่าอ้างอิงบัสถูกใช้ในการควบคุมความเร็วโดยทัวไป นอกจากนียังสามารถเข้าถึงพารามิเตอร์ อ่านค่าพารามิเตอร์ และหากเป็นไปได้ เขียนค่าไปยังพารามิเตอร์ อนุญาตอุปกรณ์เสริมการควบคุมมากมาย ซึงรวมถึงการควบคุมเซ็ตพอยต์ของตัวแปลงความถีเมือใช้ตัวควบคุม PID ภายใน

7.3 การเชือมต่อเครือข่าย

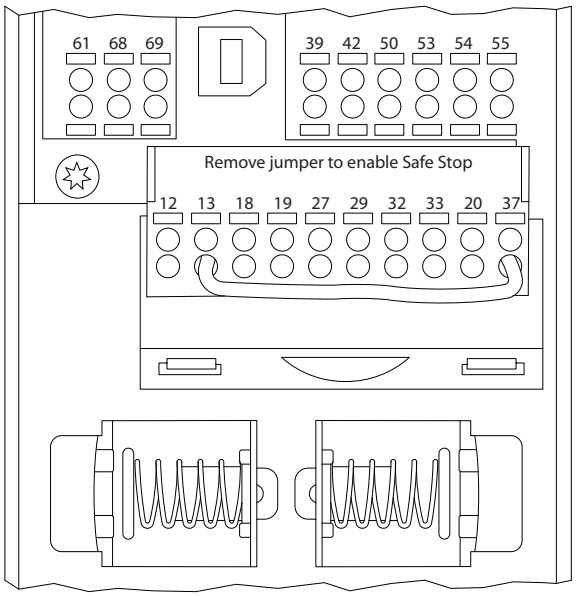
สามารถเชือมต่อตัวแปลงความถีหนึงเครืองขึนไปเข้ากับตัวควบคุม (หรือเครืองหลัก) โดยใช้อินเตอร์เฟสแบบมาตรฐาน RS-485 ขัวต่อ 68 จะเชือมต่อกับสัญญาณ P (TX+, RX+) ขณะทีขัวต่อ 69 จะเชือมต่อกับสัญญาณ N (TX-,RX-) ดูภาพร่างใน *5.10.3 การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล/ปลอกโลหะ*

หากมีตัวแปลงความถีมากกว่าหนึงเครืองเชือมต่อกับระบบหลักให้ใช้การเชือมต่อแบบขนาน



ภาพประกอบ 7.3 การเชือมต่อแบบคู่ขนาน

เพือหลีกเลียงการปรับสมดุลความต่างศักย์ของกระแสทีไหลอยู่ในส่วนชีล ให้ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลลงดินผ่านขัวต่อ 61 ซึงเชือมต่อกับเฟรมผ่านทางอาร์ซีลิงค์

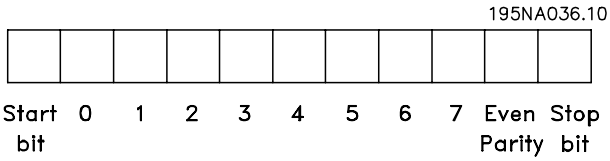


ภาพประกอบ 7.4 ขั้วต่อการ์ดควบคุม

7.4 โครงสร้างกรอบข้อความของโปรโตคอล FC

7.4.1 องค์ประกอบของอักขระ (ไบต์)

แต่ละอักขระที่ถ่ายโอนจะเริ่มต้นด้วยบิตเริ่มต้น จากนั้นจะถ่ายโอนบิตข้อมูล 8 บิต ที่เกี่ยวข้องกับไบต์นั้น แต่ละอักขระจะมีการป้องกันความผิดพลาดด้วยบิตภาวะคู่หรือคี่ ซึ่งจะตั้งไว้ที่ "1" เมื่อตรงภาวะ ภาวะคือเมื่อมีจำนวนที่เท่ากันโดยรวมของ 1 ในบิตข้อมูลทั้ง 8 บิตและบิตภาวะคู่หรือคี่ บิตหยุดจะสิ้นสุดด้วยอักขระ ดังนั้นจึงรวมเป็นทั้งหมด 11 บิต



ภาพประกอบ 7.5 อักขระ (ไบต์)

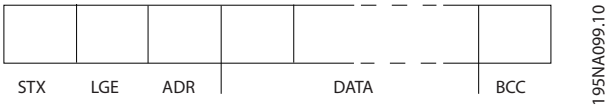
7.4.2 โครงสร้างการส่งข้อความ

การส่งข้อความแต่ละครั้งมีโครงสร้างต่อไปนี้:

1. อักขระเริ่มต้น (STX)=02 Hex
2. ไบต์ระบุความยาวของข้อความ (LGE)
3. ไบต์ระบุที่อยู่ของตัวแปลงความถี่ (ADR)

ตามด้วยจำนวนของไบต์ข้อมูล (ตัวแปร ขึ้นอยู่กับประเภทของข้อความที่ส่ง)

ไบต์การควบคุมข้อมูล (BCC) จะสิ้นสุดการส่งข้อความ



ภาพประกอบ 7.6 โครงสร้างการส่งข้อความ

7.4.3 ความยาวการส่งข้อความ (LGE)

ความยาวของการส่งข้อความคือ จำนวนไบต์ข้อมูล บวกไบต์ที่อยู่ ADR และไบต์ควบคุมข้อมูล BCC

- ความยาวของการส่งข้อความ 4 ไบต์ข้อมูล คือ LGE=4+1+1=6 ไบต์
- ความยาวของการส่งข้อความ 12 ไบต์ข้อมูล คือ LGE=12+1+1=14 ไบต์
- ความยาวของการส่งข้อความที่ประกอบด้วยตัวอักษร คือ 10[1)]+n ไบต์

[1)] 10 แทนอักขระคงที่ ขณะที่ 'n' เป็นค่าผันแปร (ขึ้นอยู่กับความยาวของตัวอักษร)

7.4.4 ที่อยู่ของตัวแปลงความถี่ (ADR)

มีการใช้รูปแบบที่อยู่ (Address) แตกต่างกันสองแบบ ช่วงที่อยู่ของตัวแปลงความถี่จะอยู่ที่ 1-31 หรือ 1-126

1. รูปแบบที่อยู่ 1-31:

   บิต 7 = 0 (ใช้รูปแบบที่อยู่ 1-31)

   ไม่ใช้บิต 6

   บิต 5 = 1: แพร่กระจายข้อมูล, ไม่ใช้บิตที่อยู่ (0-4)

   บิต 5 = 0: ไม่แพร่กระจายข้อมูล

   บิต 0-4 = ที่อยู่ตัวแปลงความถี่ 1-31

2. รูปแบบที่อยู่ 1-126:

   บิต 7 = 1 (ใช้รูปแบบที่อยู่ 1-126)

   บิต 0-6 = ที่อยู่ตัวแปลงความถี่ 1-126

   บิต 0-6 = 0 แพร่กระจายข้อมูล

อุปกรณ์รองจะส่งกลับไบต์ที่อยู่ที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปยังอุปกรณ์หลักในข้อความตอบรับ

7.4.5 ไบต์ควบคุมข้อมูล (BCC)

ผลรวมที่ตรวจสอบจะคำนวณเป็นฟังก์ชัน XOR ก่อนจะได้รับไบต์แรกในการส่งข้อความ ผลรวมที่ตรวจสอบจากการคำนวณจะเป็น 0

7.4.6 เขตข้อมูล

โครงสร้างของกลุ่มข้อมูลจะขึนอยู่กับประเภทของการส่งข้อความ ประเภทการส่งข้อความมีอยู่ 3 แบบ และรูปแบบนีใช้กับการส่ง-ข้อความ (อุปกรณ์หลัก⇒อุปกรณ์รอง) และการส่งข้อความตอบรับ (อุปกรณ์รอง⇒อุปกรณ์หลัก)

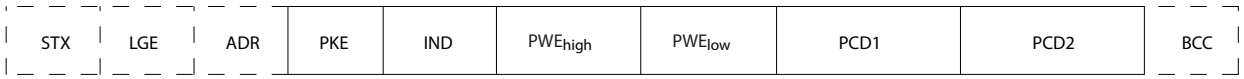
การส่งข้อความมีอยู่ 3 รูปแบบคือ:

กลุ่มประมวลผล (PCD)
PCD ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูล 4 ไบต์ (2 ข้อความ) และประกอบด้วย:

- คำสังควบคุมและค่าอ้างอิง (จากอุปกรณ์หลักไปยังอุปกรณ์รอง)
- เวิร์ดสถานะและความถีเอาท์พุทปัจจุบัน (จากอุปกรณ์รองไปยังอุปกรณ์หลัก)

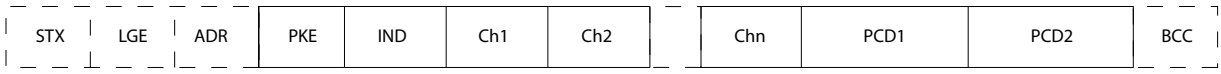
ภาพประกอบ 7.7 PCD

กลุ่มพารามิเตอร์
กลุ่มพารามิเตอร์ใช้ในการถ่ายโอนพารามิเตอร์ระหว่างอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์รอง กลุ่มข้อมูลประกอบด้วย 12 ไบต์ (6 ข้อความ) และยังมีกลุ่มประมวลผลด้วย



ภาพประกอบ 7.8 กลุ่มพารามิเตอร์

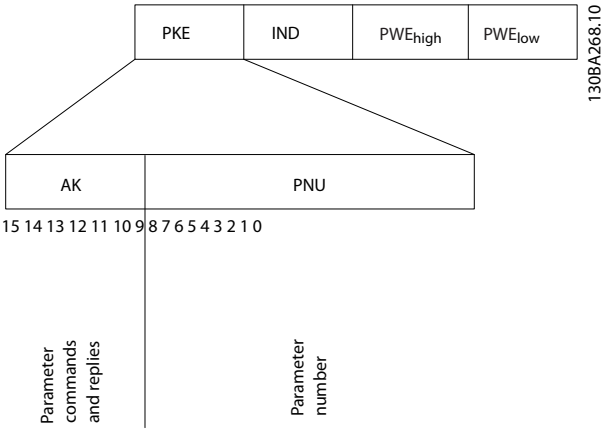
กลุ่มตัวอักษร
กลุ่มตัวอักษรใช้ในการอ่านหรือเขียนตัวอักษรผ่านทางกลุ่มข้อมูล



ภาพประกอบ 7.9 กลุ่มตัวอักษร

7.4.7 เขตข้อมูล PKE

เขตข้อมูล PKE ประกอบด้วย 2 เขตย่อย: คำสั่งพารามิเตอร์- และคำสั่งทีตอบรับ และหมายเลขพารามิเตอร์ PNU:



ภาพประกอบ 7.10

บิตหมายเลข 12-15 ถ่ายโอนคำสั่งพารามิเตอร์จากอุปกรณ์-หลักไปยังอุปกรณ์รองและส่งกลับการตอบรับจากอุปกรณ์รองที-ประมวลผลแล้วมายังอุปกรณ์หลัก

หมายเลขบิต				คำสั่งพารามิเตอร์
15	**14**	**13**	**12**	
0	0	0	0	ไม่มีคำสั
0	0	0	1	อ่านค่าพารามิเตอร์
0	0	1	0	เขียนค่าพารามิเตอร์ใน RAM (เวิร์ด)
0	0	1	1	เขียนค่าพารามิเตอร์ใน RAM (ดับเบิลเวิร์ด)
1	1	0	1	เขียนค่าพารามิเตอร์ใน RAM และ EEprom (ดับเบิลเวิร์ด)
1	1	1	0	เขียนค่าพารามิเตอร์ใน RAM และ EEprom (เวิร์ด)
1	1	1	1	อ่าน/เขียนข้อความ

ตาราง 7.3 คำสั่งพารามิเตอร์ อุปกรณ์หลัก⇒อุปกรณ์รอง

หมายเลขบิต				ตอบรับ
15	**14**	**13**	**12**	
0	0	0	0	ไม่มีการตอบรับ
0	0	0	1	ถ่ายโอนค่าพารามิเตอร์ (เวิร์ด)
0	0	1	0	ถ่ายโอนค่าพารามิเตอร์ (ดับเบิลเวิร์ด)
0	1	1	1	คำสั่งไม่สามารถดำเนินการ
1	1	1	1	ข้อความทีถ่ายโอน

ตาราง 7.4 การตอบสนองจากอุปกรณ์รอง ⇒อุปกรณ์หลัก

หากคำสั่งไม่สามารถดำเนินการ อุปกรณ์รองจะส่งการตอบรับนี: *0111 ไม่สามารถดำเนินการคำสั่ง*
- และออกรายงานฟอลต์ดังต่อไปนีในค่าพารามิเตอร์ (PWE):

PWE ต่ำ (Hex)	รายงานความผิดพลาด
0	เลขพารามิเตอร์ทีใช้ไม่มีอยู่
1	ไม่มีสิทธิเขียนไปยังพารามิเตอร์ทีระบุ
2	ค่าข้อมูลเกินขีดจำกัดของพารามิเตอร์
3	ดัชนีย่อยทีใช้ไม่มีอยู่
4	พารามิเตอร์ไม่ใช่แบบอาร์เรย์
5	ประเภทข้อมูลไม่ตรงกับพารามิเตอร์ทีระบุ
11	การเปลียนข้อมูลในพารามิเตอร์ไม่อาจทำได้ในโหมด-ปัจจุบันของตัวแปลงความถี พารามิเตอร์ทีมีจะ-เปลียนแปลงได้เมือปิดมอเตอร์
82	ไม่มีสิทธิเข้าใช้บัสไปยังพารามิเตอร์ทีระบุ
83	การเปลียนข้อมูลไม่อาจทำได้เนืองจากการตังค่าจาก-โรงงานถูกเลือกอยู่

ตาราง 7.5 รายงานความผิดพลาด

7.4.8 หมายเลขพารามิเตอร์ (PNU)

บิตเลขที 0-11 ถ่ายโอนหมายเลขพารามิเตอร์ ฟังก์ชันของ-พารามิเตอร์ทีเกียวข้องจะระบุในคำอธิบายพารามิเตอร์จากคู่มือ-การโปรแกรม

7.4.9 ดัชนี (IND)

ดัชนีจะถูกใช้ร่วมกับหมายเลขพารามิเตอร์เพือเข้าถึงการอ่าน/เขียนพารามิเตอร์ทีมีดัชนี เช่น *15-30 บันทึกสัญญาณเตือน: รหัสข้อผิดพลาด*. ดัชนีประกอบด้วย 2 ไบต์ ได้แก่ไบต์ต่ำและ-ไบต์สูง

เฉพาะไบต์ต่ำเท่านันทีจะใช้เป็นดัชนี

7.4.10 ค่าพารามิเตอร์ (PWE)

กลุ่มค่าพารามิเตอร์ประกอบด้วย 2 คำ (4 ไบต์) และค่าจะขึน-อยู่กับคำสั่งทีระบุ (AK) อุปกรณ์จะพร้อมสำหรับพารามิเตอร์เมือ-กลุ่ม PWE ไม่มีค่าอยู่ภายใน เมือต้องการเปลียนค่าพารามิเตอร์ (เขียน) ให้เขียนค่าใหม่ในกลุ่ม PWE และส่งจากอุปกรณ์หลัก-ไปยังอุปกรณ์รอง

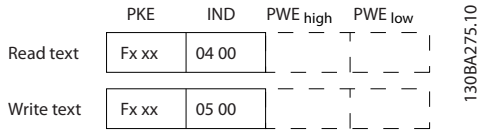
เมืออุปกรณ์รองตอบรับคำขอพารามิเตอร์ (คำสั่งอ่าน) ค่าพารามิเตอร์ปัจจุบันในบล็อค PWE จะถูกโอนและส่งกลับไป-ให้อุปกรณ์หลัก หากพารามิเตอร์ไม่มีค่าตัวเลขบรรจุอยู่ แต่มีตัว-เลือกข้อมูลหลายอย่าง เช่น *0-01 ภาษา* โดยที *[0]* หมายถึง *ภาษาอังกฤษ* และ *[4]* หมายถึง *ภาษาเดนมาร์ก* ให้เลือกค่า-ข้อมูลโดยป้อนค่าในกลุ่ม PWE โปรดดูตัวอย่าง - การเลือกค่า-ข้อมูล การสือสารแบบอนุกรมใช้เฉพาะกับการอ่านค่า-พารามิเตอร์ทีมีข้อมูลประเภท 9 (สตริงข้อความ) เท่านัน

15-40 ประเภท FC ถึง *15-53 หมายเลขซีเรียลการ์ดกำลัง* มีประเภทข้อมูล 9
ยกตัวอย่าง อ่านค่าขนาดชุดและช่วงของแรงดันไฟฟ้าหลักใน *15-40 ประเภท FC* เมือมีการถ่ายโอนสตริงข้อความ (อ่าน) ความยาวของการส่งข้อความจะผันแปร และตัวอักษรจะมีความ-ยาวต่างกัน ความยาวของการส่งข้อความจะถูกกำหนดในไบต์ที

2 ของข้อความที่ส่ง LGE เมื่อใช้ข้อความถ่ายโอนคุณลักษณะ-ของดัชนีไม่ว่าจะอ่านหรือเขียนคำสั่ง

ในการอ่านข้อความผ่านกลุ่ม PWE ให้ตั้งคำสั่งพารามิเตอร์ (AK) เป็น 'F' ในเลขฐานสิบหก ไบต์สูงของคุณลักษณะดัชนี-ต้องเท่ากับ "4"

พารามิเตอร์บางตัวมีข้อความที่สามารถเขียนผ่านบัสอนุกรม ในการเขียนข้อความผ่านบล็อค PWE ให้ตั้งค่าสั่งพารามิเตอร์ (AK) เป็น 'F' Hex ไบต์สูงของคุณลักษณะดัชนีต้องเท่ากับ "5"



ภาพประกอบ 7.11 PWE

7

7.4.11 ประเภทข้อมูลที่รองรับ

Unsigned หมายถึงไม่มีการกำหนดว่าเป็นค่าบวกหรือลบใน-ข้อมูลหรือข้อความ

ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
3	จำนวนเต็ม 16
4	จำนวนเต็ม 32
5	ไม่มีเครื่องหมาย 8
6	ไม่มีเครื่องหมาย 16
7	ไม่มีเครื่องหมาย 32
9	สตริงข้อความ (Text String)
10	สตริงไบต์ (Byte String)
13	ส่วนต่างเวลา
33	สำรองไว้
35	ลำดับบิต

ตาราง 7.6 ประเภทข้อมูลที่รองรับ

7.4.12 การแปลงค่า

คุณลักษณะย่อยที่แตกต่างของแต่ละพารามิเตอร์ แสดงอยู่ใน-หัวข้อการตั้งค่าจากโรงงาน ค่าพารามิเตอร์จะถูกถ่ายโอนเป็น-หมายเลขเท่านั้น ดังนั้นจะใช้ตัวประกอบการแปลงเพื่อถ่ายโอน-เป็นเลขฐานสิบ

4-12 ขีดจำกัดด้านต่ำของความเร็วมอเตอร์ [Hz] มีตัวประกอบ-การแปลงที่ 0.1
เพื่อแสดงความถี่ต่ำสุดเป็น 10 Hz ให้โอนค่าเท่ากับ 100 ตัวประกอบการแปลงค่าที่ 0.1 หมายถึงค่าที่จะถูกโอนจะคูณด้วย 0.1 ดังนั้น ค่า 100 ก็จะถูกอ่านเป็น 10.0

ตัวอย่าง:
0 s⇒ดัชนีการแปลงค่า 0
0.00 s⇒ดัชนีการแปลงค่า -2
0 ms⇒ดัชนีการแปลงค่า -3
0.00 ms⇒ดัชนีการแปลงค่า -5

ดัชนีการแปลงค่า	ตัวประกอบการแปลงค่า
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001
-6	0.000001
-7	0.0000001

ตาราง 7.7 ตารางการแปลงค่า

7.4.13 คำสั่งประมวลผล (PCD)

บล็อคของเวิร์ดที่ใช้ประมวลผลจะถูกแบ่งเป็นสองบล็อคๆ ละ 16 บิต ซึ่งจะเกิดขึ้นในลำดับที่ระบุเสมอ

PCD 1	PCD 2
การส่งข้อความควบคุม (คำสั่งควบคุม อุปกรณ์-หลัก⇒อุปกรณ์รอง)	ค่าอ้างอิง
การส่งข้อความควบคุม (อุปกรณ์รอง⇒อุปกรณ์-หลัก) ข้อความแสดงสถานะ	ความถี่เอาท์พุท-ปัจจุบัน

ตาราง 7.8 PCD

7.5 ตัวอย่าง

7.5.1 การเขียนค่าพารามิเตอร์

เปลี่ยน *4-14 ขีดจำกัดด้านสูงของความเร็วมอเตอร์ [Hz]* เป็น 100 Hz
เขียนข้อมูลลงใน EEPROM

PKE=E19E Hex - เขียนข้อความเดียวใน *4-14 ขีดจำกัดด้าน-สูงของความเร็วมอเตอร์ [Hz]*
IND=0000 Hex
PWE_{high}=0000 Hex
PWE_{low}=03E8 Hex - ค่าข้อมูล 1,000 จะตรงกับ 100 Hz ดู *7.4.12 การแปลงค่า*

E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA092.10

ภาพประกอบ 7.12 ข้อความทีส่ง

ประกาศ

***4-14 ขีดจำกัดด้านสูงของความเร็วมอเตอร์ [Hz]* เป็นข้อความเดียวและคำสั่งสำหรับการเขียนพารามิเตอร์ใน EEPROM เป็น "E" หมายเลขพารามิเตอร์ 4-14 เท่ากับ 19E ในเลขฐานสิบหก**

119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA093.10

ภาพประกอบ 7.13 ตอบรับจากอุปกรณ์หลักไปยังอุปกรณ์รอง

7.5.2 การอ่านค่าพารามิเตอร์

อ่านค่าพารามิเตอร์ใน *3-41 กำหนดเวลาความเร็วขาขึน ชุด 1*

PKE=1,155 Hex - อ่านค่าพารามิเตอร์ใน *3-41 กำหนดเวลาความเร็วขาขึน ชุด 1*
IND=0000 Hex
PWE_{high}=0000 Hex
PWE_{low}=0000 Hex

1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA094.10

ภาพประกอบ 7.14 ค่าพารามิเตอร์

หากค่าใน *3-41 กำหนดเวลาความเร็วขาขึน ชุด 1* คือ 10 s การตอบรับจากอุปกรณ์รองไปยังอุปกรณ์หลักคือ:

130BA267.10

1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}

ภาพประกอบ 7.15 การตอบรับจากอุปกรณ์รองไปยังอุปกรณ์หลัก

3E8 ในเลขฐานสิบหกซึงเท่ากับ 1000 ในเลขฐานสิบ ดัชนีการแปลงค่าสำหรับ *3-41 กำหนดเวลาความเร็วขาขึน ชุด 1* คือ -2.
3-41 กำหนดเวลาความเร็วขาขึน ชุด 1 เป็นแบบ *Unsigned 32*

7.6 ภาพรวม Modbus RTU

7.6.1 สมมติฐาน

Danfoss สมมติว่าตัวควบคุมทีติดตังสนับสนุนอินเทอร์เฟสในเอกสารนี และปฏิบัติตามข้อกำหนดและข้อจำกัดทังหมดทีกำหนดอยู่ในตัวควบคุมและตัวแปลงความถีอย่างเคร่งครัด

7.6.2 ความรู้เกียวกับเงือนไขทีต้องทำก่อน

Modbus RTU (Remote Terminal Unit) ได้รับการออกแบบมาเพือสือสารกับตัวควบคุมทีสนับสนุนอินเทอร์เฟสทีกำหนดอยู่ในเอกสารนี ภายใต้สมมติฐานว่าผู้อ่านมีความรู้อย่างรบถ้วนเกียวกับความสามารถและข้อจำกัดของตัวควบคุม

7.6.3 ภาพรวม Modbus RTU

ภาพรวมของ Modbus RTU อธิบายกระบวนการทีตัวควบคุมใช้เพือร้องขอการเข้าถึงอุปกรณ์อืน โดยไม่คำนึงถึงประเภทของเครือข่ายสือสารเชิงกายภาพ กระบวนการนีครอบคลุมวิธีที Modbus RTU ตอบสนองต่อคำขอจากอุปกรณ์อืน และวิธีตรวจพบและรายงานข้อผิดพลาด นอกจากนียังสร้างรูปแบบร่วมสำหรับโครงร่างและเนือหาของเขตข้อมูลข้อความ
ระหว่างการสือสารบนเครือข่าย Modbus RTU โปรโตคอลจะกำหนด:

- วิธีการทีตัวควบคุมแต่ละตัวเรียนรู้ทีอยู่อุปกรณ์ของตนเอง
- รับรู้ข้อความทีส่งมาถึง
- กำหนดการดำเนินการทีต้องทำ
- คัดลอกข้อมูลใดๆ หรือข้อมูลอืนๆ ทีมีอยู่ในข้อความ

หากต้องใช้รีเลย์ ตัวควบคุมจะสร้างข้อความตอบกลับและส่งข้อความนัน
ตัวควบคุมสือสารโดยใช้เทคนิคอุปกรณ์หลัก-อุปกรณ์รอง ทีอุปกรณ์เครืองเดียวเท่านัน (อุปกรณ์หลัก) สามารถเริมการดำเนินการ (เรียกว่าการสอบถาม) ขณะทีอุปกรณ์อืน (อุปกรณ์รอง) จะตอบสนองด้วยการจัดหาข้อมูลทีถูกร้องขอให้แก่อุปกรณ์หลัก หรือด้วยการตอบการสอบถาม
อุปกรณ์หลักสามารถส่งข้อความถึงอุปกรณ์รองทีละเครือง หรือสามารถเริมการส่งข้อมูลแบบกระจายถึงอุปกรณ์รองทังหมด อุปกรณ์รองจะส่งข้อความกลับ เรียกว่าการตอบกลับ สำหรับการสอบถามทีส่งถึงตนเป็นการเฉพาะ ไม่มีการส่งคืนการตอบกลับเพือส่งการสอบถามแบบกระจายจากอุปกรณ์หลัก
โปรโตคอล Modbus RTU จะสร้างรูปแบบสำหรับการสอบถามของอุปกรณ์หลักด้วยการใส่ทีอยู่ (หรือการส่งข้อมูลแบบกระจายเข้าสู่โปรโตคอล ซึงเป็นรหัสการทำงานทีกำหนดการดำเนินการทีถูกร้องขอ ข้อมูลทีส่ง และฟิลด์การตรวจสอบความผิดพลาด ข้อความตอบกลับของอุปกรณ์รองสร้างขึนโดยใช้โปรโตคอล Modbus เช่นเดียวกัน โดยประกอบด้วยฟิลด์ยืนยันการดำเนินการทีทำไป ข้อมูลทีส่งกลับ และฟิลด์การตรวจสอบข้อผิดพลาด หากเกิดข้อผิดพลาดในการรับข้อความ หรือหากอุปกรณ์รองไม่สามารถดำเนินการการกระทำทีถูกร้องขอ
อุปกรณ์รองจะสร้างข้อความแสดงข้อผิดพลาดและส่งเป็นคำตอบหรือเมือหมดเวลา

7

7.6.4 ตัวแปลงความถีทีมี Modbus RTU

ตัวแปลงความถีสือสารในรูปแบบของ Modbus RTU บนอินเทอร์เฟซ RS-485 ในตัว Modbus RTU นำเสนอช่องทางเข้าถึงคำสังควบคุมและค่าอ้างอิงบัสของตัวแปลงความถี

คำสังควบคุมอนุญาตให้ Modbus หลักควบคุมการทำงานหลายอย่างทีสำคัญของตัวแปลงความถี:

- สตาร์ท
- การหยุดของตัวแปลงความถีในแบบต่าง:
  การหยุดแบบลืนไหล
  การหยุดแบบด่วน
  การหยุดด้วยเบรคกระแสตรง
  การหยุดแบบปกติ (เปลียนความเร็ว)
- รีเซ็ตหลังจากตัดการทำงานฟอลต์
- รันทีความเร็วทีกำหนดล่วงหน้าระดับต่างๆ
- รันแบบกลับทิศทาง
- เปลียนเป็นชุดคำสังทีใช้อยู่
- ควบคุมรีเลย์ในตัวของตัวแปลงความถี

ค่าอ้างอิงบัสถูกใช้ในการควบคุมความเร็วโดยทัวไป นอกจากนียังสามารถเข้าถึงพารามิเตอร์ อ่านค่าของพารามิเตอร์ และเขียนค่าในพารามิเตอร์เมือทำได้ เปิดโอกาสสำหรับตัวเลือกการควบคุมมากมาย ซึงรวมถึงการควบคุมเซ็ตพอยต์ของตัวแปลงความถีเมือมีการใช้ตัวควบคุม PI ภายในของตัวแปลงความถี

7.7 การกำหนดรูปแบบเครือข่าย

7.7.1 ตัวแปลงความถีทีมี Modbus RTU

ในการเปิดใช้งาน Modbus RTU บนตัวแปลงความถี ให้ตังค่าพารามิเตอร์ต่อไปนี:

พารามิเตอร์	การตังค่า
8-30 โปรโตคอล	Modbus RTU
8-31 ทีอยู่	1–247
8-32 Baud rate	2400–115200
8-33 พาริตี/บิตหยุด	ภาวะคู่ 1 บิตหยุด (ค่าตังจากโรงงาน)

7.8 โครงสร้างกรอบข้อความ Modbus RTU

7.8.1 ตัวแปลงความถีทีมี Modbus RTU

ตัวควบคุมถูกตังค่าให้สือสารบนเครือข่าย Modbus โดยใช้โหมด RTU (Remote Terminal Unit) ทีแต่ละไบต์ในข้อความมีอักขระในเลขฐานสิบหก 4 บิตอยู่ 2 ชุด รูปแบบสำหรับแต่ละไบต์แสดงอยู่ใน *ตาราง 7.10*

บิตสตาร์ท	ไบต์ข้อมูล								หยุด/ภาวะ	หยุด

ตาราง 7.9 รูปแบบตัวอย่าง

ระบบการเข้ารหัส	ไบนารี 8 บิต, เลขฐานสิบหก 0–9, A-Fอักขระเลขฐานสิบหก 2 ตัวมีอยู่ในฟิลด์ข้อความ 8 บิตแต่ละฟิลด์
บิตต่อไบต์	1 บิตสตาร์ท 8 บิตข้อมูล ส่งบิตทีสำคัญน้อยทีสุดก่อน 1 บิตสำหรับภาวะคี/คู่ ไม่มีบิตเมือไม่มีภาวะ 1 บิตหยุดหากใช้ภาวะ 2 บิตหากไม่มีภาวะ
ฟิลด์ตรวจสอบข้อผิดพลาด	การตรวจสอบส่วนซ้าซ้อนแบบวน (CRC)

ตาราง 7.10 รายละเอียดบิต

7.8.2 โครงสร้างข้อความของ Modbus RTU

อุปกรณ์ส่งนำข้อความของ Modbus RTU เข้าสู่กรอบด้วยจุดเริมต้นและลงท้ายทีเป็นทีรู้จัก อุปกรณ์รับสามารถเริมทีส่วนต้นของข้อความ อ่านส่วนทีอยู่ กำหนดว่าจะส่งถึงอุปกรณ์ใด (หรืออุปกรณ์ทังหมด หากข้อความถูกส่งแบบกระจาย) และรับรู้เมือข้อความเสร็จสินสมบูรณ์ ข้อความบางส่วนถูกตรวจพบและข้อผิดพลาดถูกตังค่าเป็นผลลัพธ์ อักขระสำหรับการถ่ายโอนต้องอยู่ในรูปแบบเลขฐานสิบหก 00 ถึง FF ในแต่ละฟิลด์ ตัวแปลงความถีตรวจสอบบัสเครือข่ายอย่างต่อเนือง รวมถึงระหว่างช่วง 'บีดเสียง' ด้วย เมือได้รับฟิลด์แรก (ฟิลด์ทีอยู่) ตัวแปลงความถีหรืออุปกรณ์แต่ละเครืองจะถอดรหัสข้อความเพือพิจารณาว่าจะส่งถึงอุปกรณ์เครืองใด ข้อความ Modbus RTU ทีไม่ได้ส่งเป็นข้อความทีส่งแบบกระจาย ไม่อนุญาตให้ส่งคำตอบแบบกระจาย กรอบข้อความปกติแสดงอยู่ใน *ตาราง 7.12*

สตาร์ท	ทีอยู่	ฟังก์ชัน	ข้อมูล	ตรวจสอบ CRC	สินสุด
T1-T2-T3-T4	8 บิต	8 บิต	N x 8 บิต	16 บิต	T1-T2-T3-T4

ตาราง 7.11 โครงสร้างข้อความ Modbus RTU ปกติ

7.8.3 สตาร์ท/หยุดฟิลด์

ข้อความขึนต้นด้วยช่วงปิดเสียงทีมีช่วงอักขระอย่างน้อย 3.5 ช่วง ซึงดำเนินการในรูปการคูณของช่วงอักขระทีอัตราบอดของเครือข่าย-ทีเลือก (แสดงเป็น สตาร์ท T1-T2-T3-T4) ฟิลด์แรกทีส่งคือทีอยู่อุปกรณ์ หลังจากอักขระสุดท้ายทีส่ง ระยะเวลาคล้ายกันของช่วง-อักขระอย่างน้อย 3.5 ช่วงจะเป็นการสินสุดข้อความ สามารถเริมต้นข้อความใหม่หลังระยะเวลานี กรอบข้อความทังหมดจะถูกส่งเป็น-สตรีมต่อเนือง หากช่วงปิดเสียงยาวนานกว่าช่วงอักขระ 1.5 ช่วงเกิดขึนก่อนทีกรอบจะเสร็จสิน อุปกรณ์รับจะลบทิงข้อความทีไม่สมบูรณ์และสมมติว่าไบต์ต่อไปคือฟิลด์ทีอยู่ของข้อความใหม่ เช่นเดียวกัน หากข้อความใหม่เริมต้นก่อนช่วงอักขระ 3.5 ช่วงหลังจากข้อความ-ก่อนหน้า อุปกรณ์รับจะคิดว่าเป็นข้อความต่อเนืองจากข้อความก่อนหน้า ทำให้เข้าสู่สถานะหมดเวลา (ไม่มีคำตอบจากระบบรอง) เนืองจากค่าในฟิลด์ CRC สุดท้ายไม่ถูกต้องสำหรับข้อความทีถูกรวม

7.8.4 ฟิลด์ทีอยู่

ฟิลด์ทีอยู่ของกรอบข้อความมีข้อมูล 8 บิต ทีอยู่อุปกรณ์รองทีถูกต้องอยู่ในช่วงทศนิยม 0-247 อุปกรณ์รองแต่ละเครืองจะถูกกำหนดที-อยู่ในช่วง 1-247 (0 ถูกสำรองไว้สำหรับโหมดการส่งข้อมูลแบบกระจาย ทีอุปกรณ์รองทังหมดรับรู้) อุปกรณ์หลักจะติดต่ออุปกรณ์รอง-โดยใส่ทีอยู่ของอุปกรณ์รองในฟิลด์ทีอยู่ของข้อความ เมือส่งการตอบกลับ อุปกรณ์รองจะใส่ทีอยู่ของตัวเองในฟิลด์ทีอยู่นีเพือให้-อุปกรณ์หลักรู้ว่าอุปกรณ์รองเครืองใดคือผู้ตอบกลับ

7.8.5 ฟิลด์การทำงาน

ฟิลด์การทำงานของกรอบข้อความมีข้อมูล 8 บิต รหัสทีถูกต้องอยู่ในช่วง 1-FF ฟิลด์การทำงานใช้เพือส่งข้อความระหว่างอุปกรณ์หลัก-กับอุปกรณ์รอง เมือข้อความถูกส่งจากอุปกรณ์หลักถึงอุปกรณ์รอง ฟิลด์รหัสการทำงานจะแจ้งให้อุปกรณ์รองรู้ถึงสิงทีควรดำเนินการ เมือตอบสนองต่ออุปกรณ์หลัก อุปกรณ์รองจะใช้ฟิลด์รหัสการทำงานเพือระบุค่าตอบปกติ (ปราศจากข้อผิดพลาด) หรือระบุว่าเกิดข้อ-ผิดพลาด (เรียกว่าคำตอบทีเป็นข้อยกเว้น) สำหรับคำตอบปกติ อุปกรณ์รองเพียงสะท้อนรหัสฟังก์ชันดังเดิมเท่านัน สำหรับคำตอบที-เป็นข้อยกเว้น อุปกรณ์รองจะส่งกลับรหัสทีเทียบเท่ารหัสการทำงานดังเดิมพร้อมชุดบิตทีสำคัญทีสุดของตนไปยังค่าตรรกะ 1 นอกจากนี อุปกรณ์รองยังใส่รหัสทีไม่ซ้ากันในฟิลด์ข้อมูลของข้อความคำตอบ รหัสนีจะบอกอุปกรณ์รองถึงข้อผิดพลาดทีเกิดขึน หรือเหตุผลของ-การยกเว้น ดู *7.8.9 สนับสนุนรหัสการทำงานโดย Modbus RTU*

7.8.6 เขตข้อมูล

เขตข้อมูลถูกสร้างขึนโดยใช้ชุดตัวเลขฐานสิบหกในช่วงเลขฐานสิบหก 00 ถึง FF ลำดับเหล่านีประกอบกันเป็นอักขระ RTU 1 ตัว เขต-ข้อมูลของข้อความทีส่งจากอุปกรณ์หลักไปยังอุปกรณ์รองมีข้อมูลอืนๆ ทีอุปกรณ์รองต้องใช้เพือทำสิงทีถูกกำหนดโดยรหัสการทำงาน ข้อมูลนีอาจรวมถึงค่า เช่น คอยล์หรือทีอยู่รีจิสเตอร์ ปริมาณค่า และจำนวนไบต์ข้อมูลทีแท้จริงในฟิลด์

7.8.7 ฟิลด์ตรวจสอบ CRC

ข้อความมีฟิลด์การตรวจสอบข้อผิดพลาด ทีทำงานโดยอิงกับวิธีการตรวจสอบส่วนซ้าซ้อนแบบวน (CRC) ฟิลด์ CRC ตรวจสอบเนือหา-ของข้อความทังหมด และถูกนำไปใช้โดยไม่คำนึงถึงวิธีตรวจสอบภาวะใดๆ ทีใช้สำหรับลักษณะเฉพาะของข้อความ อุปกรณ์ทีส่งจะ-คำนวณค่า CRC แล้วจึงเพิม CRC เป็นฟิลด์สุดท้ายในข้อความ ขณะทีอุปกรณ์รับจะคำนวณ CRC ซ้าระหว่างทีรับข้อความ และเปรียบ-เทียบค่าทีคำนวณได้กับค่าจริงทีได้รับในฟิลด์ CRC หากค่าทังสองไม่เท่ากัน ผลลัพธ์คือการหมดเวลาบัส ฟิลด์ตรวจสอบข้อผิดพลาด-ประกอบด้วยค่าไบนารี 16 บิตทีดำเนินการในรูปไบต์ 8 บิต หลังจากตรวจสอบข้อผิดพลาด ไบต์ลำดับต่ำในฟิลด์จะถูกเพิมก่อน ตาม-ด้วยไบต์ลำดับสูงกว่า ไบต์ CRC ลำดับสูงคือไบต์สุดท้ายทีส่งในข้อความ

7.8.8 การส่งรีจิสเตอร์ของคอยล์

ใน Modbus ข้อมูลทังหมดจะถูกจัดระเบียบในคอยล์และรีจิสเตอร์การค้างค่า คอยล์เก็บข้อมูลบิตเดียว ขณะทีรีจิสเตอร์การค้างค่าเก็บ-ข้อมูล 2 ไบต์ (16 บิต) ข้อมูลทังหมดทีแสดงในข้อความ Modbus ถูกอ้างอิงเป็น 0 สิงแรกทีเกิดขึนของรายการข้อมูลจะถูกส่งเป็น-หมายเลขรายการ 0 For example: คอยล์ทีมีชือว่า 'coil 1' ในตัวควบคุมทีโปรแกรมได้จะถูกส่งเป็น coil 0000 ในฟิดล์ทีอยู่ข้อมูล-ของข้อความ Modbus เลขทศนิยม 127 ของคอยล์ถูกส่งเป็น coil 007EHEX (เลขทศนิยม 126)
รีจิสเตอร์การค้างค่า 40001 ถูกส่งเป็นรีจิสเตอร์ 0000 ในฟิลด์ทีอยู่ข้อความของข้อความนี ฟิลด์รหัสการทำงานระบุการทำงานของ 'รีจิ-สเตอร์การค้างค่า' แล้ว ดังนัน ค่าอ้างอิง '4XXXX' จึงแสดงเป็นนัย รีจิสเตอร์การค้างค่า 40108 ถูกส่งเป็นรีจิสเตอร์ 006BHEX (เลข-ทศนิยม 107)

หมายเลขคอยล์	คำอธิบาย	ทิศทางสัญญาณ
1–16	ค่าสั่งควบคุมตัวแปลงความถี่ (ดู *ตาราง 7.14*)	อุปกรณ์หลักไปยังอุปกรณ์รอง
17–32	ความเร็วของตัวแปลงความถี่หรือช่วงอ้างอิงของเซ็ตพอยต์ 0x0–0xFFFF (-200% ... ~200%)	อุปกรณ์หลักไปยังอุปกรณ์รอง
33–48	เวิร์ดสถานะของตัวแปลงความถี่ (ดู *ตาราง 7.14*)	อุปกรณ์รองไปยังอุปกรณ์หลัก
49–64	โหมดวงรอบเปิด: โหมดวงรอบปิดความถี่เอาท์พุทองตัวแปลงความถี่ สัญญาณป้อนกลับของตัวแปลงความถี่	อุปกรณ์รองไปยังอุปกรณ์หลัก
65	การควบคุมการเขียนพารามิเตอร์ (อุปกรณ์หลักไปยังอุปกรณ์รอง)	อุปกรณ์หลักไปยังอุปกรณ์รอง
	0 = การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ถูกเขียนไปยัง RAM ของตัวแปลงความถี่	
	1 =การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ถูกเขียนไปยัง RAM และ EEPROM ของตัวแปลงความถี่	
66-65536	สำรองไว้	

ตาราง 7.12 คอยล์และรีจิสเตอร์การค้างค่า

คอยล์	0	1
01	การกำหนดค่าอ้างอิง LSB ล่วงหน้า	
02	การกำหนดค่าอ้างอิง MSB ล่วงหน้า	
03	เบรคกระแสตรง	ไม่มีเบรคกระแสตรง
04	การหยุดแบบลื่นไหล	ไม่มีการหยุดแบบลื่นไหล
05	การหยุดแบบด่วน	ไม่มีการหยุดแบบด่วน
06	การล็อคค้างตัวแปลงความถี่	ไม่มีการล็อคค้างตัวแปลงความถี่
07	หยุดโดยการเปลี่ยนความเร็ว	สตาร์ท
08	ไม่รีเซ็ต	รีเซ็ต
09	ไม่มี jog	Jog
10	เปลี่ยนความเร็ว 1	เปลี่ยนความเร็ว 2
11	ข้อมูลไม่ถูกต้อง	ข้อมูลถูกต้อง
12	ปิดรีเลย์ 1	เปิดรีเลย์ 1
13	ปิดรีเลย์ 2	เปิดรีเลย์ 2
14	ชุดค่าสั่ง LSB	
15	ชุดค่าสั่ง MSB	
16	ไม่กลับทิศทาง	กลับทิศทาง

คอยล์	0	1
33	การควบคุมไม่พร้อม	การควบคุมพร้อม
34	ตัวแปลงความถี่ไม่พร้อม	ตัวแปลงความถี่พร้อม
35	การหยุดแบบลื่นไหล	ปิดแบบปลอดภัย
36	ไม่มีสัญฯเตือน	สัญญาณเตือน
37	ไม่ใช้	ไม่ใช้
38	ไม่ใช้	ไม่ใช้
39	ไม่ใช้	ไม่ใช้
40	ไม่มีค่าเตือน	ค่าเตือน
41	ไม่ใช่ที่ค่าอ้างอิง	ที่ค่าอ้างอิง
42	โหมดด้วยมือ	โหมดอัตโนมัติ
43	นอกช่วงความถี่	ในช่วงความถี่
44	หยุด	ขณะรัน
45	ไม่ใช้	ไม่ใช้
46	ไม่มีค่าเตือนแรงดัน	ค่าเตือนแรงดัน
47	ไม่อยู่ในขีดจำกัดกระแส	ขีดจำกัดกระแส
48	ไม่มีการเตือนความร้อน	การเตือนความร้อน

ตาราง 7.14 เวิร์ดสถานะตัวแปลงความถี่ (โปรไฟล์ FC)

ตาราง 7.13 คำสั่งควบคุมตัวแปลงความถี่ (โปรไฟล์ FC)

หมายเลขรีจิสเตอร์	คำอธิบาย
00001-00006	สำรองไว้
00007	รหัสข้อผิดพลาดล่าสุดจากอินเทอร์เฟสอ็อบเจ็กต์ข้อมูล FC
00008	สำรองไว้
00009	ดัชนีพารามิเตอร์*
00010-00990	กลุ่มพารามิเตอร์ 000 (พารามิเตอร์ 001 ถึง 099)
01000-01990	กลุ่มพารามิเตอร์ 100 (พารามิเตอร์ 100 ถึง 199)
02000-02990	กลุ่มพารามิเตอร์ 200 (พารามิเตอร์ 200 ถึง 299)
03000-03990	กลุ่มพารามิเตอร์ 300 (พารามิเตอร์ 300 ถึง 399)
04000-04990	กลุ่มพารามิเตอร์ 400 (พารามิเตอร์ 400 ถึง 499)
...	...
49000-49990	กลุ่มพารามิเตอร์ 4900 (พารามิเตอร์ 4900 ถึง 4999)
50000	ข้อมูลอินพุท: รีจิสเตอร์ค่าสั่งควบคุมตัวแปลงความถี่ (CTW)
50010	ข้อมูลอินพุท: รีจิสเตอร์ค่าอ้างอิงบัส (REF)
...	...
50200	ข้อมูลเอาท์พุท: รีจิสเตอร์เวิร์ดสถานะตัวแปลงความถี่ (STW)
50210	ข้อมูลเอาท์พุท: รีจิสเตอร์ค่าหลักทีแท้จริงของตัวแปลงความถี่ (MAV)

ตาราง 7.15 รีจิสเตอร์การค้างค่า

** ใช้เพื่อระบุหมายเลขดัชนีที่ใช้เมื่อเข้าถึงพารามิเตอร์ที่ทำดัชนี*

7.8.9 สนับสนุนรหัสการทำงานโดย Modbus RTU

Modbus RTU สนับสนุนการใช้รหัสการทำงานใน *ตาราง 7.17* ในฟิลด์การทำงานของข้อความ

ฟังก์ชัน	รหัสการทำงาน
อ่านคอยล์	1 hex
อ่านรีจิสเตอร์การค้างค่า	3 hex
เขียนคอยล์เดียว	5 hex
เขียนรีจิสเตอร์เดียว	6 hex
เขียนหลายคอยล์	F hex
เขียนหลายรีจิสเตอร์	10 hex
รับตัวนับเหตุการณ์การสื่อสาร	B hex
รายงาน ID รอง	11 hex

ตาราง 7.16 รหัสการทำงาน

ฟังก์ชัน	รหัสการทำงาน	รหัสการทำงานย่อย	การทำงานย่อย
การวินิจฉัย	8	1	เริ่มต้นการสื่อสารใหม่
		2	ส่งกลับรีจิสเตอร์การวินิจฉัย
		10	ล้างตัวนับและรีจิสเตอร์การวินิจฉัย
		11	ส่งกลับจำนวนข้อความบัส
		12	ส่งกลับจำนวนข้อผิดพลาดการสื่อสารบัส
		13	ส่งกลับจำนวนข้อผิดพลาดจากข้อยกเว้นของบัส
		14	ส่งกลับจำนวนข้อความรอง

ตาราง 7.17 รหัสการทำงาน

7.8.10 รหัสข้อผิดพลาดฐานข้อมูล

ในกรณีทีเกิดข้อผิดพลาด รหัสข้อผิดพลาดต่อไปนีอาจปรากฏในฟิลด์ข้อมูลของข้อความตอบกลับ สำหรับคำอธิบายอย่างครบถ้วนของ-โครงสร้างการตอบกลับทีมีข้อยกเว้น (ข้อผิดพลาด) โปรดดู *7.8.5 ฟิลด์การทำงาน*

รหัสข้อผิดพลาดในฟิลด์ข้อมูล (ทศนิยม)	คำอธิบายรหัสข้อผิดพลาดของฐานข้อมูล
00	หมายเลขพารามิเตอร์ไม่มีอยู่
01	ไม่มีสิทธิเขียนไปยังพารามิเตอร์
02	ค่าข้อมูลเกินขีดจำกัดของพารามิเตอร์
03	ดัชนีย่อยทีใช้ไม่มีอยู่
04	พารามิเตอร์ไม่ใช่แบบอาร์เรย์
05	ประเภทข้อมูลไม่ตรงกับพารามิเตอร์ทีระบุ
06	รีเซ็ตเท่านัน
07	เปลียนแปลงไม่ได้
11	ไม่มีสิทธิเขียน
17	การเปลียนข้อมูลในพารามิเตอร์ทีระบุไม่อาจทำได้ในโหมดปัจจุบัน
18	ข้อผิดพลาดอืนๆ
64	ทีอยู่ข้อมูลไม่ถูกต้อง
65	ความยาวข้อความไม่ถูกต้อง
66	ความยาวหรือค่าข้อมูลไม่ถูกต้อง
67	รหัสการทำงานไม่ถูกต้อง
130	ไม่มีสิทธิเข้าใช้บัสไปยังพารามิเตอร์ทีระบุ
131	การเปลียนข้อมูลไม่อาจทำได้เนืองจากการตังค่าจากโรงงานถูกเลือกอยู่

ตาราง 7.18 รหัสข้อผิดพลาด

7.9 วิธีเข้าถึงพารามิเตอร์

7.9.1 การจัดการพารามิเตอร์

PNU (หมายเลขพารามิเตอร์) ถูกแปลจากทีอยู่รีจิสเตอร์ในข้อความอ่านหรือเขียนของ Modbus หมายเลขพารามิเตอร์ถูกแปลให้แก่ Modbus เป็น (10xหมายเลขพารามิเตอร์) DECIMAL

7.9.2 การจัดเก็บข้อมูล

ทศนิยม 65 ของ Coil 65 กำหนดว่าจะจัดเก็บข้อความทีเขียนไปยังตัวแปลงความถีใน EEPROM และ RAM (coil 65=1) หรือใน RAM (coil 65=0) เท่านัน

7.9.3 IND

ดัชนีอาร์เรย์ถูกตังค่าในรีจิสเตอร์การค้างค่า 9 และใช้เมือเข้าถึงพารามิเตอร์อาร์เรย์

7.9.4 บล็อคข้อความ

พารามิเตอร์ทีจัดเก็บเป็นสตริงข้อความถูกเข้าใช้งานในรูปแบบเดียวกันกับพารามิเตอร์อืนๆ ขนาดบล็อคข้อความสูงสุดคือ 20 อักขระ หากคำร้องขอทีอ่านสำหรับพารามิเตอร์มีอักขระมากกว่าทีพารามิเตอร์จัดเก็บ คำตอบจะถูกย่อให้สันลง หากคำร้องขอทีอ่านสำหรับพารามิเตอร์มีอักขระน้อยกว่าทีพารามิเตอร์จัดเก็บ คำตอบจะถูกย่อเติมเต็มด้วยช่องว่าง

7.9.5 ตัวประกอบการแปลงค่า

คุณลักษณะย่อยทีแตกต่างของแต่ละพารามิเตอร์ แสดงอยู่ในหัวข้อการตังค่าจากโรงงาน เนืองจากค่าพารามิเตอร์สามารถส่งในรูปจำนวนเต็มเท่านัน จึงต้องใช้ตัวประกอบการแปลงเพือส่งทศนิยม

7.9.6 ค่าพารามิเตอร์

ประเภทข้อมูลมาตรฐาน
ประเภทข้อมูลมาตรฐานคือ int16, int32, uint8, uint16 และ uint32 ซึงได้รับการจัดเก็บในรูปรีจิสเตอร์ 4x (40001–4FFFF) พารามิเตอร์ถูกอ่านโดยใช้ฟังก์ชัน 03HEX "อ่านรีจิสเตอร์การค้างค่า" พารามิเตอร์ถูกเขียนโดยใช้ฟังก์ชัน 6HEX "กำหนดค่ารีจิสเตอร์เดียวล่วงหน้า" สำหรับ 1 รีจิสเตอร์ (16 บิต) และฟังก์ชัน 10HEX "กำหนดค่าหลายรีจิสเตอร์ล่วงหน้า" สำหรับ 2 รีจิสเตอร์ (32 บิต) ขนาดทีอ่านได้คือจาก 1 รีจิสเตอร์ (16 บิต) ถึง 10 รีจิสเตอร์ (20 อักขระ)

ไม่ใช่ประเภทข้อมูลมาตรฐาน
ไม่ใช่ประเภทข้อมูลมาตรฐานคือสตริงข้อความทีถูกจัดเก็บในรูปรีจิสเตอร์ 4x (40001–4FFFF) พารามิเตอร์ถูกอ่านโดยใช้ฟังก์ชัน 03HEX "อ่านรีจิสเตอร์การค้างค่า" และถูกเขียนโดยใช้ฟังก์ชัน 10HEX "กำหนดค่าหลายรีจิสเตอร์ล่วงหน้า" ขนาดทีอ่านได้คือจาก 1 รีจิสเตอร์ (2 อักขระ) ถึง 10 รีจิสเตอร์ (20 อักขระ)

7.10 ตัวอย่าง

7.10.1 สถานะคอยล์การอ่าน (01 HEX)

คำอธิบาย
ฟังก์ชันนีอ่านสถานะ ON/OFF ของเอาท์พุท (คอยล์) ทีแยกกันในตัวแปลงความถี ไม่สนับสนุนการส่งข้อมูลแบบกระจายสำหรับการอ่าน

การสอบถาม
ข้อความการสอบถามระบุคอยล์เริมต้นและปริมาณของคอยล์ทีต้องการอ่าน ทีอยู่คอยล์เริมต้นจาก 0

ตัวอย่างการร้องขอเพืออ่าน คอยล์ 33–48 (เวิร์ดสถานะ) จากอุปกรณ์รอง 01

ชือฟิลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ทีอยู่รอง	01 (ทีอยู่ตัวแปลงความถี)
ฟังก์ชัน	01 (อ่านคอยล์)
ทีอยู่เริมต้น HI	00
ทีอยู่เริมต้น LO	20 (32 ทศนิยม) คอยล์ 33
หมายเลขจุด HI	00
หมายเลขจุด LO	10 (16 ทศนิยม)
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.19 การสอบถาม

ตอบรับ
สถานะคอยล์ในข้อความตอบรับถูกอัดอยู่ในรูป 1 คอยล์ต่อฟิลด์ข้อมูล 1 บิต สถานะถูกระบุเป็น: 1 = เปิด 0 = ปิด LSB ของข้อมูลไบต์แรกประกอบด้วยคอยล์ทีระบุถึงในการสอบถาม คอยล์อืนๆ เป็นไปตามคำสังระดับสูงทีส่วนท้ายของไบต์นี และจาก 'คำสังระดับล่างถึงคำสังระดับสูง' ในไบต์ต่อมา
หากปริมาณคอยล์ทีส่งกลับไม่ใช่ 8 บิตทีเหลือในข้อมูลไบต์สุดท้ายจะถูกรวมมากับ 0 (ไปยังคำสังระดับสูงทีส่วนท้ายของไบต์) ฟิลด์จำนวนไบต์ระบุจำนวนไบต์ข้อมูลทีสมบูรณ์

ชือฟิลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ทีอยู่รอง	01 (ทีอยู่ตัวแปลงความถี)
ฟังก์ชัน	01 (อ่านคอยล์)
จำนวนไบต์	02 (ข้อมูล 2 ไบต์)
ข้อมูล (คอยล์ 40–33)	07
ข้อมูล (คอยล์ 48–41)	06 (STW=0607hex)
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.20 ตอบรับ

ประกาศ

คอยล์และรีจิสเตอร์จะถูกส่งอย่างชัดเจนด้วยการชดเชย 1 ใน Modbus ตัวอย่างเช่น คอยล์ 33 ถูกส่งเป็นคอยล์ 32

7.10.2 บังคับ/เขียนคอยล์เดียว (05 HEX)

คำอธิบาย
ฟังก์ชันนีบังคับให้คอยล์เป็น ON หรือ OFF เมือกระจาย ฟังก์ชันนีจะบังคับใช้ค่าอ้างอิงคอยล์เดียวกันในระบบรองทีแนบทังหมด

การสอบถาม
ข้อความสอบถามระบุเฉพาะเจาะจงการบังคับคอยล์ 65 (การควบคุมการเขียนพารามิเตอร์) ทีอยู่คอยล์เริมต้นจาก 0 ข้อมูลบังคับ = 00 00HEX (ปีด) หรือ FF 00HEX (เปีด)

ชือฟีลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ทีอยู่รอง	01 (ทีอยู่ตัวแปลงความถี)
ฟังก์ชัน	05 (เขียนคอยล์เดียว)
ทีอยู่คอยล์ HI	00
ทีอยู่คอยล์ LO	40 (64 ในเลขฐานสิบ) คอยล์ 65
ข้อมูลบังคับ HI	FF
ข้อมูลบังคับ LO	00 (FF 00 = ON)
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.21 การสอบถาม

ตอบรับ
การตอบรับปกติคือเสียงสะท้อนของการสอบถามทีส่งกลับหลังจากมีการบังคับสถานะคอยล์

ชือฟีลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ทีอยู่รอง	01
ฟังก์ชัน	05
ข้อมูลบังคับ HI	FF
ข้อมูลบังคับ LO	00
จำนวนของคอยล์ HI	00
จำนวนของคอยล์ LO	01
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.22 ตอบรับ

7.10.3 บังคับ/เขียนหลายคอยล์ (0F HEX)

ฟังก์ชันนีบังคับคอยล์แต่ละคอยล์ในลำดับคอยล์เป็น ON หรือ OFF เมือกระจาย ฟังก์ชันนีจะบังคับใช้ค่าอ้างอิงคอยล์เดียวกันในระบบรองทีแนบทังหมด

ข้อความ สอบถาม ระบุคอยล์ 17-32 (เซ็ตพอยต์ความเร็ว) ทีจะถูกบังคับ

ประกาศ

ตัวอย่างเช่น ทีอยู่คอยล์ขึนต้นด้วย 0 ดังนัน คอยล์ 17 จึงถูกส่งเป็น 16

ชือฟีลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ทีอยู่รอง	01 (ทีอยู่ตัวแปลงความถี)
ฟังก์ชัน	0F (เขียนหลายคอยล์)
ทีอยู่คอยล์ HI	00
ทีอยู่คอยล์ LO	10 (ทีอยู่คอยล์ 17)
จำนวนของคอยล์ HI	00
จำนวนของคอยล์ LO	10 (16 คอยล์)
จำนวนไบต์	02
ข้อมูลบังคับ HI (คอยล์ 8–1)	20
ข้อมูลบังคับ LO (คอยล์ 16-9)	00 (ค่าอ้างอิง = 2000 hex)
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.23 การสอบถาม

ตอบรับ
การตอบรับปกติจะส่งกลับทีอยู่รอง รหัสการทำงาน วันทีเริมต้น และคุณภาพของคอยล์

ชือฟีลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ทีอยู่รอง	01 (ทีอยู่ตัวแปลงความถี)
ฟังก์ชัน	0F (เขียนหลายคอยล์)
ทีอยู่คอยล์ HI	00
ทีอยู่คอยล์ LO	10 (ทีอยู่คอยล์ 17)
จำนวนของคอยล์ HI	00
จำนวนของคอยล์ LO	10 (16 คอยล์)
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.24 ตอบรับ

7.10.4 อ่านรีจิสเตอร์การค้างค่า (03 HEX)

คำอธิบาย
ฟังก์ชันนีอ่านเนือหาของรีจิสเตอร์การค้างค่าในรายการรอง

การสอบถาม
ข้อความสอบถามระบุเฉพาะเจาะจงการเริมต้นรีจิสเตอร์และคุณภาพของรีจิสเตอร์ในการอ่าน ทีอยู่รีจิสเตอร์ขึนต้นด้วย 0 เท่ากับว่ารีจิสเตอร์ 1-4 คือทีอยู่เช่นเดียวกับ 0-3

ตัวอย่างเช่น: อ่าน *3-03 ค่าอ้างอิงสูงสุด*, รีจิสเตอร์ 03030

ชือฟีลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ทีอยู่รอง	01
ฟังก์ชัน	03 (อ่านรีจิสเตอร์การค้างค่า)
ทีอยู่เริมต้น HI	0B (ทีอยู่รีจิสเตอร์ 3029)
ทีอยู่เริมต้น LO	D5 (ทีอยู่รีจิสเตอร์ 3029)
หมายเลขจุด HI	00
หมายเลขจุด LO	02 - (พารามิเตอร์ 3–03 มีความยาว 32 บิต หรือ 2 รีจิสเตอร์)
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.25 การสอบถาม

ตอบรับ
ข้อมูลรีจิสเตอร์ในข้อความตอบรับถูกอัดรวมกันเป็น 2 ไบต์ต่อ 1 รีจิสเตอร์ พร้อมเนื้อหาไบนารีที่จัดให้เหมาะสมภายในแต่ละไบต์ สำหรับแต่ละรีจิสเตอร์ ไบต์แรกจะประกอบด้วยบิตลำดับสูง และไบต์ที่สองประกอบด้วยบิตลำดับต่ำ

ตัวอย่างเช่น: Hex 0016E360 = 1.500.000 = 1,500 RPM

ชื่อฟิลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ที่อยู่รอง	01
ฟังก์ชัน	03
จำนวนไบต์	04
ข้อมูล HI (รีจิสเตอร์ 3030)	00
ข้อมูล LO (รีจิสเตอร์ 3030)	16
ข้อมูล HI (รีจิสเตอร์ 3031)	E3
ข้อมูล LO (รีจิสเตอร์ 3031)	60
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.26 ตอบรับ

7.10.5 รีจิสเตอร์ครั้งเดียวที่กำหนดล่วงหน้า (06 HEX)

คำอธิบาย
ฟังก์ชันนี้กำหนดค่าในรีจิสเตอร์การค้างค่าครั้งเดียวล่วงหน้า

การสอบถาม
ข้อความสอบถามระบุเฉพาะเจาะจงถึงค่าอ้างอิงรีจิสเตอร์ที่ต้องกำหนดล่วงหน้า ที่อยู่รีจิสเตอร์ขึ้นต้นด้วย 0 เท่ากับรีจิสเตอร์ 1 เป็นที่อยู่เช่นเดียวกับ 0

ตัวอย่างเช่น: ส่งถึง *1–00 Configuration Mode*, รีจิสเตอร์ 1000

ชื่อฟิลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ที่อยู่รอง	01
ฟังก์ชัน	06
ที่อยู่รีจิสเตอร์ HI	03 (ที่อยู่รีจิสเตอร์ 999)
ที่อยู่รีจิสเตอร์ LO	E7 (ที่อยู่รีจิสเตอร์ 999)
ข้อมูลที่กำหนดล่วงหน้า HI	00
ข้อมูลที่กำหนดล่วงหน้า LO	01
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.27 การสอบถาม

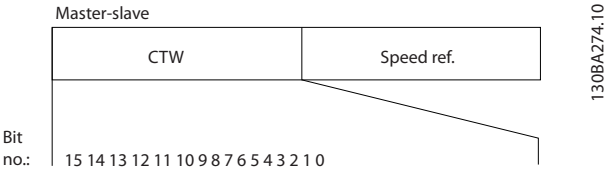
ตอบรับ
การตอบรับปกติคือเสียงสะท้อนในการสอบถามที่ส่งกลับหลังจากส่งเนื้อหารีจิสเตอร์แล้ว

ชื่อฟิลด์	ตัวอย่าง (HEX)
ที่อยู่รอง	01
ฟังก์ชัน	06
ที่อยู่รีจิสเตอร์ HI	03
ที่อยู่รีจิสเตอร์ LO	E7
ข้อมูลที่กำหนดล่วงหน้า HI	00
ข้อมูลที่กำหนดล่วงหน้า LO	01
ตรวจสอบข้อผิดพลาด (CRC)	-

ตาราง 7.28 ตอบรับ

7.11 โปรไฟล์ควบคุม FC ของ Danfoss

7.11.1 คำสั่งควบคุมตามโปรไฟล์ของ FC (*8-10 โปรไฟล์การควบคุม*=โปรไฟล์ของ FC)



ภาพประกอบ 7.16 CW หลักเป็นรอง

บิต	ค่าบิต = 0	ค่าบิต = 1
00	ค่าอ้างอิง	lsb เลือกภายนอก
01	ค่าอ้างอิง	msb เลือกภายนอก
02	เบรคกระแสตรง	การเปลี่ยนความเร็ว
03	แบบลื่นไหล	ไม่ลื่นไหล
04	การหยุดแบบด่วน	การเปลี่ยนความเร็ว
05	ค้างความถี่เอาท์พุท	ใช้การเปลี่ยนความเร็ว
06	หยุดโดยการเปลี่ยน-ความเร็ว	สตาร์ท
07	ไม่มีการทำงาน	รีเซ็ต
08	ไม่มีการทำงาน	Jog
09	เปลี่ยนความเร็ว 1	เปลี่ยนความเร็ว 2
10	ข้อมูลไม่ถูกต้อง	ข้อมูลถูกต้อง
11	ไม่มีการทำงาน	รีเลย์ 01 ทำงาน
12	ไม่มีการทำงาน	รีเลย์ 02 ทำงาน
13	การตั้งค่าพารามิเตอร์	การเลือก lsb
14	การตั้งค่าพารามิเตอร์	การเลือก msb
15	ไม่มีการทำงาน	กลับทิศทาง

คำอธิบายบิตควบคุม

<u>บิต 00/01</u>
ใช้บิต 00 และ 01 เพื่อเลือกระหว่างค่าอ้างอิงสี่ค่า ซึ่งตั้งโปรแกรมล่วงหน้าใน *3-10 ค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า* ตาม *ตาราง 7.31*

ค่าอ้างอิงที่ตั้งโปรแกรมไว้	พารามิเตอร์	บิต 01	บิต 00
1	[0] 3-10 ค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า	0	0
2	[1] 3-10 ค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า	0	1
3	[2] 3-10 ค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า	1	0
4	[3] 3-10 ค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า	1	1

ตาราง 7.29 บิตควบคุม

ประกาศ

ทำการเลือกใน *8-56 เลือกค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า* เพื่อระบุวิธีที่บิต 00/01 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 02, เบรคกระแสตรง
บิต 02='0' จะทำให้เกิดการเบรคกระแสตรงและหยุด ดังกระแสเบรคและระยะเวลาเบรคใน *2-01 กระแสในการเบรคกระแสตรง* และ *2-02 ระยะเวลาจ่ายไฟเบรค DC*
บิต 02='1' จะนำไปสู่การเปลี่ยนความเร็ว

บิต 03 ลื่นไหล
บิต 03 = '0': ตัวแปลงความถี่จะ "ปล่อย" มอเตอร์ในทันที (เอาท์พุทของทรานซิสเตอร์จะ "ปิด") และจะลื่นไหลไปสู่การหยุดนิ่ง
บิต 03 = '1': ตัวแปลงความถี่จะสตาร์ทมอเตอร์ หากเงื่อนไขการสตาร์ทอื่นครบถ้วน

ทำการเลือกใน *8-50 การเลือกลื่นไหล* เพื่อระบุวิธีที่บิต 03 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 04 การหยุดทันที
บิต 04 = '0': จะทำการเปลี่ยนความเร็วขาลงของมอเตอร์จนมอเตอร์หยุด (ตั้งใน *3-81 ตั้งเวลาความเร็วลง หยุดทันที*)

บิต 05, ค้างความถี่เอาท์พุท
บิต 05 = '0': ค้างความถี่เอาท์พุทปัจจุบัน (เป็น Hz) ปลี่ยนความถี่เอาท์พุทที่ล็อกค้างโดยใช้อินพุทดิจิตัล (*5-10 ตั้งการทำงานของเทอมินอล 18* ถึง *5-15 ตั้งการทำงานของเทอมินอล 33*) ที่ตั้งโปรแกรมเป็น *ความเร็วเพิ่ม* และ *ความเร็วลด* เท่านั้น

ประกาศ

หากเปิดใช้งานการล็อคค้างเอาท์พุท มีเพียงเงื่อนไขต่อไปนี้ที่สามารถหยุดตัวแปลงความถี่ได้:

- **บิต 03 หยุดแบบลื่นไหล**
- **บิต 02 การเบรคกระแสตรง**
- **อินพุทดิจิตัล (*5-10 ตั้งการทำงานของเทอมินอล 18* ถึง *5-15 ตั้งการทำงานของเทอมินอล 33*) ที่ตั้งโปรแกรมเป็น *เบรคกระแสตรง หยุดแบบลื่นไหล* หรือ *รีเซ็ต* และ *หยุดแบบลื่นไถล***

บิต 06 หยุดโดยการเปลี่ยนความเร็ว/สตาร์ท
บิต 06 = '0': มีผลให้มอเตอร์หยุดและทำให้ความเร็วมอเตอร์ลดลงจนถึงหยุด ผ่านทางพารามิเตอร์การเปลี่ยนความเร็วขาลงที่เลือก
บิต 06 = '1': ยินยอมให้ตัวแปลงความถี่สตาร์ทมอเตอร์ หากเงื่อนไขการสตาร์ทอื่นครบถ้วน

ทำการเลือกใน *8-53 เลือกการสตาร์ท* เพื่อระบุวิธีที่บิต 06 หยุดด้วยการเปลี่ยนความเร็ว/สตาร์ท จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 07 รีเซ็ต:
บิต 07 = '0': ไม่รีเซ็ต
บิต 07 = '1': รีเซ็ตการตัดการทำงาน รีเซ็ตจะถูกสั่งให้ทำงานจากขอบขาขึ้นของสัญญาณ เช่น เมื่อเปลี่ยนจากตรรกะ '0' เป็นตรรกะ '1'

บิต 08 Jog
บิต 08 = '1': ความถี่เอาท์พุทจะถูกกำหนดโดย *3-19 ความเร็ว Jog [RPM]*.

บิต 09 การเลือกการเปลี่ยนความเร็ว 1/2
บิต 09 = "0": การเปลี่ยนความเร็ว 1 ทำงาน (*3-41 กำหนดเวลาความเร็วขาขึ้น ชุด 1* ถึง *3-42 กำหนดเวลาความเร็วขาลง ชุด 1*)
บิต 09 = "1": การเปลี่ยนความเร็ว 2 (*3-51 กำหนดเวลาความเร็วขาขึ้น ชุด 2* ถึง *3-52 กำหนดเวลาความเร็วขาลง ชุด 2*) ทำงาน

บิต 10 ข้อมูลไม่ถูกต้อง/ข้อมูลถูกต้อง
บอกตัวแปลงความถี่ว่าให้ใช้หรือละเลยคำสั่งควบคุม บิต 10 = '0': ละเลยคำสั่งควบคุม
บิต 10 = '1': ใช้คำสั่งควบคุม ฟังก์ชันนี้มีความสำคัญเนื่องจากการส่งข้อความมักประกอบด้วยคำสั่งควบคุมเสมอ โดยไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของข้อความ ดังนั้นจึงสามารถปิดคำสั่งควบคุมหากไม่ได้ใช้เมื่อทำการอัพเดตหรืออ่านพารามิเตอร์

บิต 11 รีเลย์ 01
บิต 11 = "0": ไม่ใช้งานรีเลย์
บิต 11 = "1": ใช้งานรีเลย์ 01 หากต้องเลือก *บิตคำสั่งควบคุม 11* ใน *5-40 กำหนดการทำงานของรีเลย์*

บิต 12 รีเลย์ 04
บิต 12 = "0": รีเลย์ 04 ไม่ทำงาน
บิต 12 = "1": ใช้งานรีเลย์ 04 หากต้องเลือก *บิตคำสั่งควบคุม 12* ใน *5-40 กำหนดการทำงานของรีเลย์*

บิต 13/14 การเลือกชุดคำสั่ง
ใช้บิต 13 และ 14 เพื่อเลือกชุดคำสั่งทั้งสีแบบ ตาม *ตาราง 7.32*:

ชุดคำสั่ง	บิต 14	บิต 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

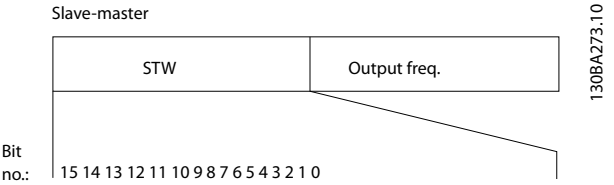
ตาราง 7.30 การเลือกชุดคำสั่ง

ฟังก์ชันส่วนนี้จะใช้ได้เมื่อเลือก *ชุดคำสั่งหลายชุด* ใน *0-10 เลือกชุดคำสั่งใช้งาน* เท่านั้น

ทำการเลือกใน *8-55 การเลือกการตั้งค่า* เพื่อระบุวิธีที่บิต 13/14 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 15 กลับทิศทาง
บิต 15 = '0': ไม่กลับทิศทาง
บิต 15 = '1': กลับทิศทาง ในการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน การกลับทิศทางจะถูกตั้งเป็นดิจิตัลใน *8-54 การเลือกกลับทิศทาง* บิต 15 จะทำให้มีการกลับทิศทางเฉพาะเมื่อเลือกการสื่อสารแบบอนุกรม, โลจิก หรือ โลจิก และ เท่านั้น

7.11.2 ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ของ FC (STW) (*8-10 โปรไฟล์การควบคุม* = โปรไฟล์ของ FC)



ภาพประกอบ 7.17 STW รองเป็นหลัก

บิต	บิต=0	บิต=1
00	การควบคุมไม่พร้อม	การควบคุมพร้อม
01	ชุดขับไม่พร้อม	ชุดขับพร้อม
02	แบบลื่นไหล	ทำงาน
03	ไม่มีข้อผิดพลาด	ตัดการทำงาน
04	ไม่มีข้อผิดพลาด	ข้อผิดพลาด (ไม่ตัดการทำงาน)
05	สำรองไว้	-
06	ไม่มีข้อผิดพลาด	ตัดล็อคการทำงาน
07	ไม่มีคำเตือน	คำเตือน
08	ความเร็ว ≠ ค่าอ้างอิง	ความเร็ว=ค่าอ้างอิง
09	การใช้งานหน้าเครื่อง	การควบคุมบัส
10	ออกนอกขีดกำจัดความถี	ขีดจำกัดความถีปกติ
11	ไม่มีการทำงาน	ระหว่างการทำงาน
12	ชุดขับปกติ	หยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ
13	แรงดันปกติ	แรงดันเกิน
14	แรงบิดปกติ	แรงบิดเกิน
15	ตัวตั้งเวลาปกติ	ตัวตั้งเวลาเกิน

คำอธิบายบิตแสดงสถานะ
บิต 00 การควบคุมพร้อม/ไม่พร้อม
บิต 00 = '0': ตัวแปลงความถีตัดการทำงาน
บิต 01 = '1': การควบคุมตัวแปลงความถีพร้อม แต่ส่วนประกอบกำลังไม่ได้รับการจ่ายไฟที่จำเป็น (ในกรณีของการจ่ายไฟ 24 V ภายนอกมายังส่วนควบคุม)

บิต 01 ชุดขับพร้อม:
บิต 01 = '1': ตัวแปลงความถีพร้อมทำงาน แต่คำสั่งแบบลื่นไหลถูกใช้งานผ่านอินพุทดิจิตัลหรือการสื่อสารแบบอนุกรม

บิต 02 การหยุดแบบลื่นไหล
บิต 02 = '0': ตัวแปลงความถีจะปล่อยมอเตอร์
บิต 02='1': ตัวแปลงความถีเริ่มการทำงานของมอเตอร์ด้วยคำสั่งสตาร์ท

บิต 03 ไม่มีข้อผิดพลาด/ตัดการทำงาน
บิต 03 = '0': ตัวแปลงความถีไม่อยู่ในโหมดฟอลต์
บิต 03 = '1': ตัวแปลงความถีตัดการทำงาน ในการต่อการทำงานอีกครั้ง กด [Reset]

บิต 04 ไม่มีข้อผิดพลาด/ข้อผิดพลาด (ไม่ตัดการทำงาน)
บิต 04 = '0': ตัวแปลงความถี่ไม่อยู่ในโหมดฟอลต์
บิต 04 = "1": ตัวแปลงความถีแสดงข้อผิดพลาดแต่ไม่ตัดการทำงาน

บิต 05 ไม่ใช้
บิต 05 ไม่ได้ใช้ในข้อความแสดงสถานะ

บิต 06 ไม่มีข้อผิดพลาด/ล็อกตัดการทำงาน
บิต 06 = '0': ตัวแปลงความถี่ไม่อยู่ในโหมดฟอลต์
บิต 06 = "1": ตัวแปลงความถีถูกตัดการทำงานและล็อก

บิต 07 ไม่มีคำเตือน/คำเตือน
บิต 07 = '0': ไม่มีคำเตือน
บิต 07 = '1': การเตือนเกิดขึน

บิต 08 ความเร็ว≠ ค่าอ้างอิง/ความเร็ว = ค่าอ้างอิง
บิต 08 = '0': มอเตอร์กำลังทำงาน แต่ความเร็วปัจจุบันแตกต่างจากค่าอ้างอิงความเร็วปัจจุบัน เช่น ในกรณีทีมีการเปลียนความเร็วขึน/ลงระหว่างการสตาร์ท/หยุด
บิต 08 = '1': ความเร็วมอเตอร์ตรงกับค่าอ้างอิงความเร็วทีตังเอาไว้ล่วงหน้า

บิต 09 การใช้งานหน้าเครื่อง/การควบคุมจากบัส
บิต 09 = '0': [Stop/Reset] เปิดการทำงานบนชุดควบคุมหรือ *การควบคุมหน้าเครื่อง* ตามที *3-13 จุดทีใช้อ้างอิง* ถูกเลือก ไม่สามารถควบคุมตัวแปลงความถีผ่านการสือสารแบบอนุกรม
บิต 09 = '1' สามารถควบคุมตัวแปลงความถีผ่านฟิลด์บัส/การสือสารแบบอนุกรม

บิต 10 ออกนอกขีดจำกัดความถี
บิต 10 = '0': ความถีเอาท์พุทสูงถึงค่าทีตังไว้ใน *4-11 กำหนดความเร็วต่ำสุดมอเตอร์* หรือ *4-13 กำหนดความเร็วสูงสุดมอเตอร์*
บิต 10 = "1": ความถีเอาท์พุทอยู่ภายในขีดจำกัดทีระบุ

บิต 11 ไม่ทำงาน/ทำงาน
บิต 11 = '0': มอเตอร์ไม่ทำงาน
บิต 11 = '1': ตัวแปลงความถีมีสัญญาณเริมต้นหรือความถีเอาท์พุทสูงกว่า 0 Hz

บิต 12 ชุดขับปกติ/หยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ
บิต 12 = '0': ไม่มีอุณหภูมิสูงเกินชัวคราวในอินเวอร์เตอร์
บิต 12 = '1': อินเวอร์เตอร์หยุด เนืองจากอุณหภูมิสูงเกิน แต่เครืองไม่ตัดการทำงาน และเริมการทำงานต่อทันทีทีหยุดอุณหภูมิสูงเกิน

บิต 13 แรงดันปกติ/เกินขีดจำกัด
บิต 13 = '0': ไม่มีคำเตือนเกียวกับแรงดัน
บิต 13 = '1': แรงดัน DC ในวงจรขันกลางมีระดับต่ำหรือสูงเกินไป

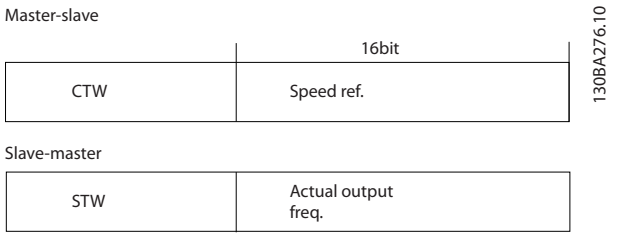
บิต 14 แรงบิดปกติ/เกินขีดจำกัด
บิต 14 = '0': กระแสมอเตอร์ต่ำกว่าขีดจำกัดแรงบิดทีเลือกใน *4-18 ขีดจำกัดกระแส*
บิต 14 = '1': เกินขีดจำกัดแรงบิดใน *4-18 ขีดจำกัดกระแส*

บิต 15 ตัวตังเวลาปกติ/เกินขีดจำกัด
บิต 15 = '0': ตัวตังเวลาสำหรับการป้องกันความร้อนมอเตอร์และการป้องกันความร้อนไม่เกิน 100%
บิต 15 = '1': ตัวตังเวลาตัวใดตัวหนึงเกิน 100%

เมือสูญเสียการเชือมต่อระหว่างอุปกรณ์เสริมอินเทอร์บัส (Interbus) และตัวแปลงความถี หรือเกิดปัญหาจากการสือสารภายใน ทุกบิตใน STW จะถูกตังเป็น '0'

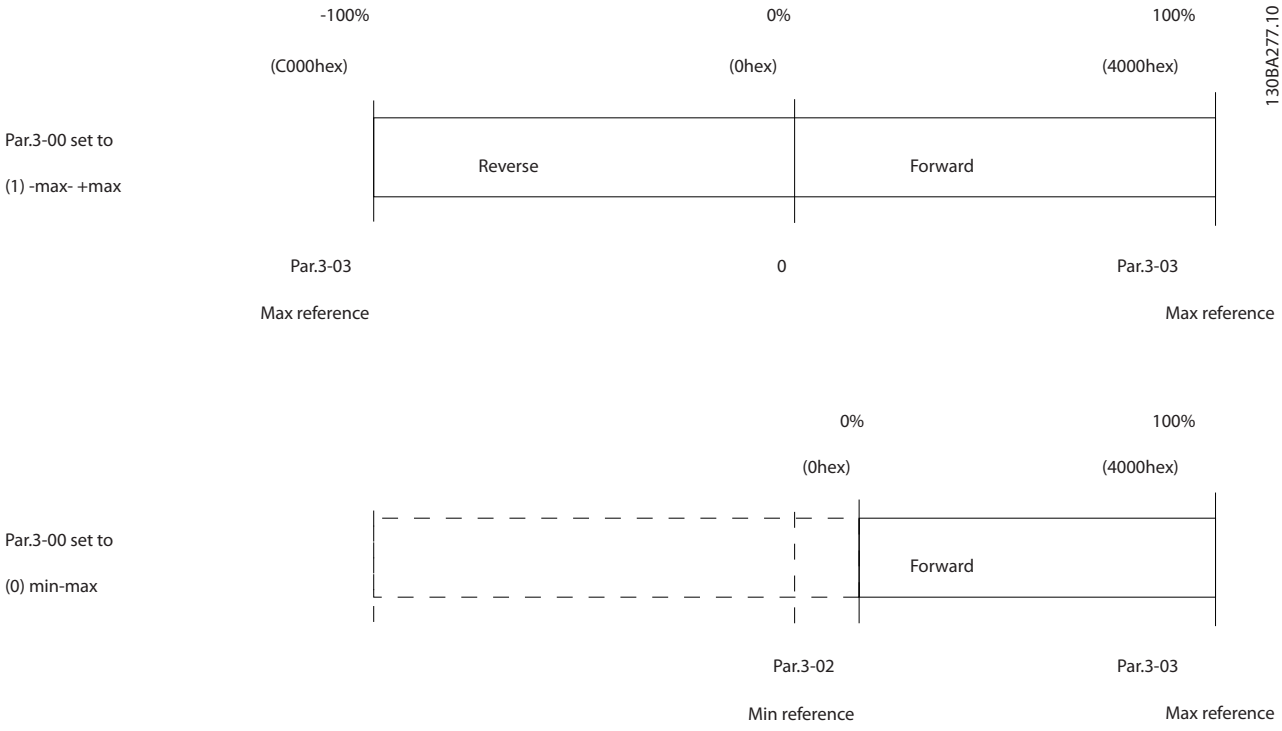
7.11.3 ค่าอ้างอิงความเร็วของบัส

ค่าอ้างอิงความเร็วที่ถูกส่งออกไปจากตัวแปลงความถี่ในค่าที่สัมพัทธ์เป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าจะถูกส่งออกไปในรูปแบบของข้อความ-จำนวนเต็ม 16 บิต (0–32767) และค่า 16384 (4000 Hex) จะเท่ากับ 100% ตัวเลขลบจะถูกกำหนดรูปแบบด้วยวิธีส่วนประกอบของ 2 ความถี่เอาท์พุทที่แท้จริง (MAV) จะตังสเกลในรูปแบบเดียวกันกับค่าอ้างอิงของบัส



ภาพประกอบ 7.18 ค่าอ้างอิงความเร็วของบัส

ค่าอ้างอิงและ MAV มีสเกลตามที่แสดงอยู่ใน *ภาพประกอบ 7.19*



ภาพประกอบ 7.19 ค่าอ้างอิงและ MAV

8 การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

8.1 ข้อความแสดงสถานะ

คำเตือนหรือสัญญาณเตือนจะมีสัญลักษณ์แสดงด้วยไฟสถานะทีเกียวข้องอยู่ทีด้านหน้าของตัวแปลงความถีและระบุด้วยรหัสทีหน้าจอแสดงผล

คำเตือนจะยังทำงานอยู่จนกว่าจะไม่มีสาเหตุปรากฏแล้ว ในบางสถานการณ์ การทำงานของมอเตอร์จะยังเกิดขึนต่อไป ข้อความคำเตือนอาจจะร้ายแรง แต่ไม่จำเป็นถึงขันดังกล่าว

ในกรณีของสัญญาณเตือน ตัวแปลงความถีจะตัดการทำงาน สัญญาณเตือนต้องได้รับการรีเซ็ตเพือเริมต้นการทำงานอีกครังหลังจากแก้ไขสาเหตุแล้ว

การรีสตาร์ทมี 4 วิธี ได้แก่

1. โดยการกดปุ่ม [Reset]
2. ผ่านทางอินพุทดิจิตัลด้วยฟังก์ชัน "รีเซ็ต"
3. ผ่านทางการสือสารแบบอนุกรม/ฟิลด์บัสเสริม
4. ด้วยการรีเซ็ตอัตโนมัติโดยการใช้ฟังก์ชัน [Auto Reset] ทีเป็นค่าเริมต้นสำหรับชุดขับ VLT® AQUA Drive FC 202 ดู *14-20 รีเซ็ตโหมด* ใน *คู่มือการโปรแกรม VLT® AQUA Drive FC 202*

8

ประกาศ

หลังจากการรีเซ็ตด้วยตนเองโดยกดปุ่ม [Reset] แล้ว ต้องกดปุ่ม [Auto On] หรือ [Hand On] เพือรีสตาร์ทมอเตอร์

หากไม่สามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนได้ เหตุผลอาจเป็นเพราะยังไม่ได้แก้ไขสาเหตุ หรือสัญญาณเตือนเป็นแบบตัดการทำงานแบบล็อค (ดู *ตาราง 8.1*)

สัญญาณเตือนทีเป็นการตัดล็อกการทำงานเป็นการป้องกันเพิมเติม ซึงหมายความว่าแหล่งจ่ายไฟหลักต้องถูกปิดก่อนจึงจะสามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนได้ หลังจากเปิดการทำงานอีกครัง ตัวแปลงความถีจะไม่ถูกบล็อคอีกต่อไป และจะสามารถรีเซ็ตได้เมือแก้ไขสาเหตุแล้ว

สัญญาณเตือนทีไม่ใช่แบบตัดล็อกการทำงาน สามารถรีเซ็ตได้เช่นกัน โดยใช้ฟังก์ชันรีเซ็ตอัตโนมัติใน *14-20 รีเซ็ตโหมด*

ประกาศ

สามารถปลุกการทำงานอัตโนมัติได้!

หากการเตือนและสัญญาณเตือนมีรหัสกำกับไว้ทีตรงตามตารางใน *ตาราง 8.1* หมายความว่าอาจมีการเตือนเกิดขึนก่อนสัญญาณเตือนหรือจะสามารถระบุว่าเป็นการเตือนหรือสัญญาณเตือนทีแสดงขึนจากฟอลต์ดังกล่าวหรือไม่

ตัวอย่างเช่น มีความเป็นไปได้ใน *1-90 ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์* หลังจากสัญญาณเตือนหรือตัดการทำงาน มอเตอร์จะลืนไถลและสัญญาณเตือนและการเตือนจะกระพริบบนตัวแปลงความถี เมือปัญหาได้รับการแก้ไขแล้ว เฉพาะสัญญาณเตือนเท่านันทีจะยังคงกระพริบต่อไป

No.	คำอธิบาย	คำเตือน	สัญญาณเตือน/ตัดการทำงาน	สัญญาณเตือน/ตัดการทำงานแบบล็อค	ค่าอ้างอิงของพารามิเตอร์
1	แรงดันไฟ 10 V ต่ำ	X			
2	ข้อผิดพลาดสัญญาณต่ำเกินไป	(X)	(X)		6-01 ฟังก์ชันหมดเวลารอสัญญาณ
3	ไม่มีมอเตอร์	(X)			1-80 การทำงานทีหยุด
4	เฟสหลักหาย	(X)	(X)	(X)	14-12 ความไม่สมดุลแหล่งจ่ายไฟหลัก
5	แรงดัน DC สูง	X			

No.	คำอธิบาย	คำเตือน	สัญญาณ-เตือน/ตัดการ-ทำงาน	สัญญาณเตือน/ตัด-การทำงานแบบล็อค	ค่าอ้างอิงของ-พารามิเตอร์
6	แรงดัน DC ต่ำ	X			
7	แรงดัน DC เกิน	X	X		
8	แรงดัน DC ต่ำ	X	X		
9	อินเวอร์เตอร์โหลดเกิน	X	X		
10	มอเตอร์ ETR มีอุณหภูมิสูงเกิน	(X)	(X)		1-90 ระบบป้องกันความ-ร้อนมอเตอร
11	มอเตอร์เทอร์มิสเตอร์มีอุณหภูมิสูงเกินไป	(X)	(X)		1-90 ระบบป้องกันความ-ร้อนมอเตอร
12	ขีดจำกัดแรงบิด	X	X		
13	กระแสเกิน	X	X	X	
14	ฟอลต์ลงดิน	X	X	X	
15	ฮาร์ดแวร์ไม่ตรงกัน		X	X	
16	การลัดวงจร		X	X	
17	ค่าสังควบคุมหมดเวลา	(X)	(X)		8-04 ฟังก์ชันควบคุม-เมือหมดเวลา
23	พัดลมภายในเกิดฟอลต์	X			
24	พัดลมภายนอกเกิดฟอลต์	X			14-53 การตรวจดูพัดลม
25	ตัวต้านทานเบรคลัดวงจร	X			
26	ขีดจำกัดกำลังของตัวต้านทานเบรค	(X)	(X)		2-13 การป้องกันเมือ-เกินขีดจำกัด
27	ตัวสับเบรคลัดวงจร	X	X		
28	การตรวจสอบเบรค	(X)	(X)		2-15 การตรวจสอบ-เบรครีซีสเตอร์
29	อุณหภูมิตัวขับสูงเกิน	X	X	X	
30	กระแสมอเตอร์เฟส U หายไป	(X)	(X)	(X)	4-58 ตังเตือนเมือเฟส-มอเตอร์หายไป
31	กระแสมอเตอร์เฟส V หายไป	(X)	(X)	(X)	4-58 ตังเตือนเมือเฟส-มอเตอร์หายไป
32	กระแสมอเตอร์เฟส W หายไป	(X)	(X)	(X)	4-58 ตังเตือนเมือเฟส-มอเตอร์หายไป
33	ฟอลต์แบบกระชาก		X	X	
34	ฟิลด์บัสฟอลต์	X	X		
35	ออกนอกช่วงความถี	X	X		
36	ไฟหลักล้มเหลว	X	X		
37	เฟสไม่สมดุล	X	X		
39	เซนเซอร์แผ่นระบายความร้อน		X	X	
40	โหลดเกินบนขัวต่อเอาท์พุทดิจิตัล 27	(X)			5-00 เลือกหมวดสัญฯ-ดิจิตอลอิน-เอาท์, 5-01 เลือกสัญญาณ-ดิจิตอล เทอมินอล 27
41	โหลดเกินบนขัวต่อเอาท์พุทดิจิตัล 29	(X)			5-00 เลือกหมวดสัญฯ-ดิจิตอลอิน-เอาท์, 5-02 เลือกสัญญาณ-ดิจิตอล เทอมินอล 29
42	โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตัล บน X30/6	(X)			5-32 ขัว X30/6 Digi Out (MCB 101)
42	โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตัล บน X30/7	(X)			5-33 ขัว X30/7 Digi Out (MCB 101)
46	แหล่งจ่ายไฟเพาเวอร์การ์ด		X	X	
47	แหล่งจ่ายไฟ 24 V มีค่าต่ำ	X	X	X	
48	แหล่งจ่ายไฟ 1.8 V มีค่าต่ำ		X	X	
49	ขีดจำกัดความเร็ว	X			

No.	คำอธิบาย	คำเตือน	สัญญาณ-เตือน/ตัดการ-ทำงาน	สัญญาณเตือน/ตัด-การทำงานแบบล็อค	ค่าอ้างอิงของ-พารามิเตอร์
50	การปรับเทียบ AMA ล้มเหลว		X		
51	AMA ตรวจสอบ U_{nom} และ I_{nom}		X		
52	AMA ต่ำ Inom		X		
53	AMA มอเตอร์ใหญ่เกินไป		X		
54	AMA มอเตอร์เล็กเกินไป		X		
55	พาราฯ AMA		X		
56	AMA ขัดจังหวะการทำงานโดยผู้ใช้		X		
57	หมดเวลา AMA		X		
58	AMA ฟอลต์ภายใน	X	X		
59	ขีดจำกัดกระแส	X			
60	อินเตอร์ล็อคจากภายนอก	X			
62	ความถี่เอาท์พุททีขีดจำกัดสูงสุด	X			
64	ขีดจำกัดแรงดัน	X			
65	บอร์ดควบคุมอุณหภูมิสูงเกิน	X	X	X	
66	แผ่นระบายความร้อนอุณหภูมิต่ำ	X			
67	การกำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เสริมถูกเปลี่ยน		X		
68	ใช้งานการหยุดแบบปลอดภัย		X[1)]		
69	เพาว์เวอร์ อุณหภูมิการ์ด (เฟรม E และ F เท่านั้น)		X	X	
70	การกำหนดรูปแบบ FC ไม่ถูกต้อง			X	
71	PTC 1 หยุดแบบปลอดภัย	X	X[1)]		
72	ความล้มเหลวทีเป็นอันตราย			X[1)]	
73	เริมสตาร์ทการหยุดแบบปลอดภัยอัตโนมัติ				
76	ตังค่าหน่วยกำลัง	X			
79	การกำหนดรูปแบบ PS ไม่ถูกต้อง		X	X	
80	ชุดขับใช้ค่าเริมต้นตามค่ามาตรฐาน		X		
91	อินพุทอนาล็อก 54 การตังค่าผิด			X	
92	ไม่มีการไหล	X	X		*22-2* การตรวจจับการ-ไม่ไหล*
93	ปั๊มแห้ง	X	X		*22-2* การตรวจจับการ-ไม่ไหล*
94	สิ้นสุดของเส้นโค้ง	X	X		*22-5* สิ้นสุดของเส้น-โค้ง*
95	สายพานขาด	X	X		*22-6* การตรวจจับ-สายพานชำรุด*
96	หน่วงเวลาสตาร์ท	X			*22-7* การป้องกันการ-ลัดวงจร*
97	หน่วงเวลาหยุด	X			*22-7* การป้องกันการ-ลัดวงจร*
98	ฟอลต์นาฬิกา	X			*0-7* การตังค่านาฬิกา*
104	Mixing Fan Fault (เฟรม D เท่านัน)	X	X		14-53 การตรวจดูพัดลม
220	ตัดโหลดเกิน		X		
243	เบรค IGBT	X	X		
244	อุณหภูมิแผ่นระบายความร้อน	X	X	X	
245	เซนเซอร์แผ่นระบายความร้อน		X	X	
246	แหล่งจ่ายไฟเพาเวอร์การ์ด		X	X	
247	อุณหภูมิเพาเวอร์การ์ด		X	X	
248	การกำหนดรูปแบบ PS ไม่ถูกต้อง		X	X	
250	ชินส่วนใหม่			X	
251	รหัสชนิดใหม่		X	X	

ตาราง 8.1 รายการรหัส คำเตือน/สัญญาณเตือน

(X) ขึนอยู่กับพารามิเตอร์

1) ไม่สามารถรีเซ็ตอัตโนมัติผ่านทาง 14-20 รีเซ็ตโหมด

การตัดการทำงานเป็นการดำเนินการเมื่อมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้น การตัดการทำงานจะทำให้มอเตอร์ลื่นไหลและสามารถรีเซ็ตได้โดยการกดปุ่ม [Reset] หรือรีเซ็ตโดยอินพุทดิจิตัลในกลุ่มพารามิเตอร์ 5-1* *อินพุทดิจิตัล [1] Reset*) เหตุการณ์เริ่มต้นที่เป็นสาเหตุให้เกิดสัญญาณเตือนจะไม่สามารถสร้างความเสียหายให้กับตัวแปลงความถี่หรือสร้างสภาวะที่เป็นอันตรายได้ การตัดล็อกการทำงานเป็นการดำเนินการเมื่อมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้น ซึ่งอาจสร้างความเสียหายให้กับตัวแปลงความถี่หรือชิ้นส่วนที่เชื่อมต่อ การตัดล็อกการทำงานสามารถรีเซ็ตได้โดยการปิดแล้วเปิดเครื่องใหม่เท่านั้น

คำเตือน	สีเหลือง
สัญญาณเตือน	สีแดงกะพริบ
ตัดล็อกการทำงาน	สีเหลืองและแดง

ตาราง 8.2 ไฟแสดงสถานะ LED

ข้อความแสดงสัญญาณเตือน และส่วนขยายข้อความแสดงสถานะ					
บิต	**เลขฐานสิบหก**	**เลขฐานสิบ**	**คำสัญญาณเตือน**	**คำเตือน**	**ข้อความแสดงสถานะ ส่วน-ขยาย**
0	00000001	1	การตรวจสอบเบรครีซีส-เตอร์	การตรวจสอบเบรครีซีสเตอร์	การเปลี่ยนความเร็ว
1	00000002	2	เพาว์เวอร์ อุณหภูมิของ-การ์ด	เพาว์เวอร์ อุณหภูมิของการ์ด	AMA ทำงาน
2	00000004	4	ฟอลต์ลงดิน	ฟอลต์ลงดิน	สตาร์ทตามเข็ม/ทวนเข็มนาฬิกา
3	00000008	8	การควบคุม อุณหภูมิ-ของการ์ด	การควบคุม อุณหภูมิของการ์ด	ชะลอความเร็ว
4	00000010	16	การควบคุม Word TO	การควบคุม Word TO	ติดตาม (Catch Up)
5	00000020	32	กระแสเกิน	กระแสเกิน	การป้อนกลับค่าสูง
6	00000040	64	ขีดจำกัดแรงบิด	ขีดจำกัดแรงบิด	การป้อนกลับค่าต่ำ
7	00000080	128	มอเตอร์อุณหภูมิสูงเกิน	มอเตอร์อุณหภูมิสูงเกิน	กระแสเอาท์พุทค่าสูง
8	00000100	256	มอเตอร์ ETR เกิน	มอเตอร์ ETR เกิน	กระแสเอาท์พุทค่าต่ำ
9	00000200	512	อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลด-เกิน	อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลดเกิน	ความถี่เอาท์พุทสูง
10	00000400	1024	DC แรงดันต่ำเกิน	DC แรงดันต่ำเกิน	ความถี่เอาท์พุทต่ำ
11	00000800	2048	DC แรงดันสูงเกิน	DC แรงดันสูงเกิน	ตรวจสอบเบรค OK
12	00001000	4096	การล้ดวงจร	แรงดัน DC ค่าต่ำ	เบรคสูงสุด
13	00002000	8192	ฟอลต์แบบกระชาก	แรงดัน DC ค่าสูง	การเบรค
14	00004000	16384	เฟสแหล่งจ่ายไปหลัก หายไป	เฟสแหล่งจ่ายไปหลัก หายไป	ออกนอกพิสัยความเร็ว
15	00008000	32768	AMA ไม่ OK	ไม่มีมอเตอร์	OVC ทำงาน
16	00010000	65536	ข้อผิดพลาดสัญญาณต่ำ-เกินไป	ข้อผิดพลาดสัญญาณต่ำเกินไป	
17	00020000	131072	ฟอลต์ภายใน	10V ต่ำ	
18	00040000	262144	เบรคเกินพิกัด	เบรคเกินพิกัด	
19	00080000	524288	เฟส U หายไป	ตัวต้านทานเบรค	
20	00100000	1048576	เฟส V หายไป	เบรค IGBT	
21	00200000	2097152	เฟส W หายไป	ขีดจำกัดความเร็ว	
22	00400000	4194304	ฟอลต์ที Fieldbus	ฟอลต์ที Fieldbus	
23	00800000	8388608	แหล่งจ่าย 24 V ค่าต่ำ	แหล่งจ่าย 24V ค่าต่ำ	
24	01000000	16777216	แหล่งจ่ายไฟหลักล้ม-เหลว	แหล่งจ่ายไฟหลักล้มเหลว	
25	02000000	33554432	แหล่งจ่าย 1.8 V ต่ำ	ขีดจำกัดกระแส	
26	04000000	67108864	ตัวต้านทานเบรค	อุณหภูมิต่ำ	
27	08000000	134217728	เบรค IGBT	ขีดจำกัดแรงดัน	
28	10000000	268435456	เปลี่ยนอุปกรณ์เสริม	ไม่ใช้	
29	20000000	536870912	ชุดขับเคลื่อนตั้งค่าเริ่มต้น	ไม่ใช้	
30	40000000	1073741824	การหยุดแบบปลอดภัย	ไม่ใช้	

ตาราง 8.3 คำอธิบายของข้อความแสดงสัญญาณเตือน คำเตือน และข้อความแสดงสถานะส่วนขยาย

ข้อความแสดงสัญญาณเตือน คำเตือน และข้อความแสดงสถานะส่วนขยาย สามารถอ่านได้จากบัสอนุกรมหรือฟิลด์บัสที่เป็นอุปกรณ์-เสริม สำหรับการวินิจฉัย ดูประกอบ *16-90 คำสัญญาณเตือน 16-92 คำเตือน* และ *16-94 คำแสดงสถานะแบบขยาย*

ดัชนี

(
(RCD) อุปกรณ์ป้องกันไฟดูด..... 73

A
AMA
AMA..... 160
ดำเนินการเสร็จสิ้น..... 151
ดำเนินการไม่สำเร็จ..... 151

D
DeviceNet..... 80

I
I/O สำหรับอินพุทของเซ็ตพอยต์..... 63
IP สำหรับอีเทอร์เน็ต..... 81

J
Jog..... 8, 182

L
LCP
LCP..... 8, 9, 67
101..... 80
102..... 80

M
MCA
101..... 80
104..... 80
108..... 80
MCB
101..... 80
105..... 80
105 อุปกรณ์เสริม..... 62
107..... 80
109..... 80
114..... 80
MCF 103..... 80
MCO
101..... 80
102..... 80
MCT
10..... 153
31..... 154

N
NAMUR..... 73

P
PELV - แรงดันต่ำป้องกันพิเศษ..... 33
PLC..... 157
Profibus
Profibus..... 80
DP-V1..... 153
D-Sub 9..... 80

R
RCD..... 10
RS-485..... 167

V
VVCplus..... 10

เ
เครือข่ายสาธารณะ..... 31
เครื่องทำความร้อนขนาดเล็กและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ..... 73
เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับ..... 75
เครื่องมือซอฟต์แวร์พีซี..... 153
เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ
Ni1000..... 63
Pt1000..... 63
เทอร์มิสเตอร์..... 10
เบรคกระแสตรง..... 182
เพิ่มเติม..... 13
เฟสมอเตอร์..... 35
เวลาในการเพิ่ม..... 56
เวลาคายประจุ!..... 11
เวอร์ชันของซอฟต์แวร์และการรับรอง..... 12
เวอร์ชันซอฟต์แวร์..... 81
เสียงรบกวน..... 55
เอกสารทีมี..... 7
เอาท์พุทดิจิตัล
เอาท์พุทดิจิตัล..... 52
- ขั้วต่อ X30/5-7..... 61
เอาท์พุทรีเลย์..... 53
เอาท์พุทสำหรับหัวขับ..... 63
เอาท์พุทอนาล็อก - ขั้วต่อ X30/5+8..... 61

แ
แบตเตอรีสำรองของฟังก์ชันนาฬิกา..... 63
แบบขยาย..... 183
แบบซีล..... 111
แบบซีล/ปลอกโลหะ..... 115
แผ่นดีคลัปปลิง..... 105
แผนผังการเดินสายการสลับปุ่มนำ..... 165
แรงดันค่ายอดบนมอเตอร์..... 56
แรงดันมอเตอร์..... 56
แรงบิด..... 116

แหล่งจ่ายไฟ 24 V DC..... 74
แหล่งจ่ายไฟพัดลมภายนอก..... 147
แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC..... 63
แหล่งจ่ายไฟสายหลัก
แหล่งจ่ายไฟสายหลัก..... 10
(L1, L2, L3)..... 50

โ
โปรไฟล์ของ FC..... 181
โมเมนต์ความเฉื่อย..... 35
โหมดวงรอบเปิด..... 65

ไ
ไดอะแกรมหลักการ..... 63

ก
กฎด้านสัดส่วน..... 15
กระแสรั่วไหล..... 33
กระแสรั่วไหลลงดิน..... 33
กระแสรั่วลงดิน..... 154
การเข้าถึงขั้วต่อส่วนควบคุม..... 108
การเข้าถึงสายต่างๆ..... 98
การเชื่อมต่อ USB..... 108
การเชื่อมต่อเครือข่าย..... 168
การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ..... 117
การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟชุดขับ 12 พัลส์..... 137
การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก..... 105
การเชื่อมต่อบัส RS-485..... 152
การเชื่อมต่อสายเคเบิลมอเตอร์..... 105
การเชื่อมต่อสายดิน..... 105
การเตือนเกียวกับการสตาร์ทที่ไม่ตั้งใจ..... 11
การเปรียบเทียบเอาท์พุท..... 52
การเปลี่ยนแปลงการไหลภายในเวลา 1 ปี..... 15
การเลือก I/O อนาล็อก..... 63
การแพร่กระจายโดยการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า..... 30
การแพร่กระจายโดยการนำไฟฟ้า..... 30
การใช้งานแรงบิดคงที่ (โหมด CT)..... 57
การใช้งานแรงบิดตัวแปร (Quadratic) (VT)..... 57
การใช้สายเคเบิลที่ถูกต้องตาม EMC..... 156
การควบคุมการไหลและความดันต่างๆ..... 16
การควบคุมหน้าเครื่อง (ควบคุมด้วยมือ) และระยะไกล (อัตโนมัติ).... 21
การควบคุมหลายเขต..... 63
การควบคุมอย่างดียิ่งขึ้น..... 16
การจัดเตรียมแผ่นกันสำหรับสายเคเบิล..... 105
การจัดการค่าอ้างอิง..... 25
การชดเชย Cos Φ..... 16
การ์ดควบคุม,
เอาท์พุท DC 10 V..... 53
เอาท์พุท DC 24 V..... 52
การสื่อสารแบบอนุกรม RS-485:..... 51
การสื่อสารแบบอนุกรม USB..... 54
การตรวจสอบอุณหภูมิภายนอก..... 74
การต่อลงดิน..... 157
การต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย..... 154
การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล/ปลอกโลหะ.... 157
การตั้งค่าและการทดสอบขั้นสุดท้าย..... 150
การตั้งค่าโหลดชุดขับ:..... 153
การติดตั้งเชิงกล..... 90, 94
การติดตั้งแบบชิดกัน..... 94
การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย..... 151
การติดตั้งชีลด์แหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับตัวแปลงความถี่.... 71
การติดตั้งชุดระบายความร้อนที่ช่องด้านหลังในกรอบหุ้ม.... 2
การติดตั้งทางไฟฟ้า
การติดตั้งทางไฟฟ้า..... 106, 110
– ข้อควรระวังเบื้องต้นเกียวกับ EMC..... 154
การติดตั้งที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล..... 11
การติดตั้งบนฐาน..... 69
การติดตั้งฟิวส์..... 117
การติดตั้งภายนอก/ชุด NEMA 3R สำหรับกรอบหุ้ม Rittal.... 2
การติดตั้งสายเคเบิล..... 117, 137
การติดตั้งอุปกรณ์เสริมแผ่นอินพุท..... 71
การทดสอบแรงดันสูง..... 154
การทดสอบการใช้การหยุดแบบปลอดภัย..... 152
การทำงานการหยุดแบบปลอดภัย (เสริม)..... 37
การนำผลิตภัณฑ์ออกจากกล่อง..... 96
การประหยัดพลังงาน..... 15
การปรับ PID ด้วยตนเอง..... 28
การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันใน-สมรรถนะ.... 58
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ..... 5
(AMA)..... 151
การป้องกัน..... 33
การป้องกันและคุณสมบัติ..... 50
การป้องกันกระแสเกิน..... 107
การป้องกันการล้ดวงจร:..... 107
การป้องกันความร้อนมอเตอร์..... 184
การป้องกันมอเตอร์..... 50
การป้องกันวงจรย่อย..... 107
การยก..... 96
การระบายความร้อน..... 57, 100
การระบายความร้อนด้านหลัง..... 100

การระบายความร้อนท่อ..... 100
การรับตัวแปลงความถี..... 96
การรับรอง..... 8
การลดพิกัดสำหรับแรงดันอากาศต่ำ..... 57
การลดพิกัดสำหรับการรันทีความเร็วต่ำ..... 57
การลื่นไหล..... 182
การวางแผนสถานทีติดตั้ง..... 95
การสเตจปุ่มด้วยการสลับปุ่มนำ..... 163
การสตาร์ท/หยุดด้วยพัลส์..... 159
การสั่นสะเทือนและการกระแทก..... 14
การสื่อสารแบบอนุกรม..... 54, 157
การหมุนเวียนอากาศ..... 100
การหยุดแบบปลอดภัย + รีเลย์ Pilz..... 73
กำลังเบรค..... 35

ข
ขนาดเครื่อง..... 90
ขนาดเชิงกล..... 91
ข้อกำหนด EMC 2004/108/EC..... 13
ข้อกำหนดเกียวกับ EMC (2004/108/EC)..... 12
ข้อกำหนดเครื่องจักรกล (2006/42/EC)..... 12
ข้อกำหนดแรงดันระดับต่ำ (2006/95/EC)..... 12
ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งเชิงกล.. 95
ข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจาย..... 29
ข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจายฮาร์โมนิค..... 31
ข้อกำหนดว่าด้วยความคงทน..... 32
ข้อควรพิจารณาทัวไป..... 98, 99
ข้อควรระวังเบืองต้นเกียวกับ EMC..... 167
ข้อบังคับด้านความปลอดภัย..... 11
ข้อมูลป้ายชือ..... 150
ขัวต่อ 37..... 37
ขัวต่อทีมีการป้องกันฟิวส์ 30 A..... 73
ขัวต่อปลักหลัก..... 105
ขัวต่อส่วนควบคุม..... 108
ขัวต่อส่วนควบคุมกระเป๋าอุปกรณ์เสริม..... 81
ขัวต่อสายเคเบิลควบคุม..... 108

ค
ความเร็วมอเตอร์ทีพิกัด..... 8
ความชืนในอากาศ..... 13
ความถี สวิตชิง..... 117, 139
ความถีสวิตชิง..... 106
ความยาวและพืนทีหน้าตัดของสายเคเบิล.... 106, 117, 139
ความยาวการส่งข้อความ (LGE)..... 169
ความยาวของสายเคเบิลและหน้าตัด..... 51
ความยาวสายเคเบิลควบคุม..... 110
ค้างความถีเอาท์พุท..... 182
ค่าพารามิเตอร์..... 179
ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์..... 159
คำแนะนำในการจำกัดทีง..... 12
คำจำกัดความ..... 8
คำย่อ..... 8
คำสังควบคุม..... 181
คำอธิบายทัวไป..... 65
คุณลักษณะแรงบิด..... 50
คุณลักษณะการควบคุม..... 53

ฉ
ฉลากและความสอดคล้องกับ
CE..... 12
CE คืออะไร..... 12

ช่
ช่องเสียบท่อร้อยสาย/แผ่นก้น - IP21 (NEMA 1) และ IP54 (NEMA12).... 102
ช่องเสียบท่อร้อยสาย/แผ่นก้น, 12 พัลส์ - IP21 (NEMA 1) และ IP54 (NEMA12).... 104
ชุด LCP..... 80
ชุดขับตัวตาม..... 65
ชุดขับตัวหลัก..... 65
ชุดระบายความร้อนทีช่องด้านหลัง..... 68
ชุดสตาร์ทแบบนุ่มนวล..... 16
ชุดสตาร์ทแบบสตาร์/เดลตา..... 16
ชุดสตาร์ทมอเตอร์ด้วยตนเอง..... 73

ซ่
ซอฟต์แวร์การตังค่า MCT 10..... 153

ด
ดัชนี (IND)..... 171

ต
ตรวจสอบการต้านทานของฉนวน (IRM)..... 73
ตังขีดจำกัดความเร็วและเวลาทีใช้เปลียนความเร็ว..... 151
ตัวแปลงความถีทีมี Modbus RTU..... 174
ตัวกรอง DU/dt..... 67, 88
ตัวกรองเอาท์พุท..... 67
ตัวกรองคลืนไซน์..... 68, 106, 117, 139
ตัวกรองอินพุท..... 67
ตัวกรองฮาร์โมนิค..... 81
ตัวควบคุม Smart Logic..... 160
ตัวควบคุมคาสเคดเพิมเติม MCD 101 และ ตัวควบคุมคาสเคดขันสูง, MCO 102.... 64
ตัวควบคุมคาสเคดแบบพืนฐาน..... 65

ตัวต้านทานเบรค..... 9, 34, 66, 67
ตัวนำอลูมิเนียม..... 107
ตัวประกอบกำลัง..... 10
ตัวประกอบกำลังที่ถูกต้อง..... 16
ตัวรัดสายเคเบิล..... 154, 157
ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน..... 109
ตัวอย่างการควบคุมแบบ PID สำหรับวงรอบปิด..... 26
ตำแหน่งขั้วต่อ..... 128

น
นาฬิกาตามเวลาจริง (RTC)..... 64

บ
บล็อคขั้วต่อ..... 80
บอร์ดควบคุม VLT® AQUA DriveFC 202..... 81
บันทึกการตั้งค่าชุดขับ..... 153

ป
ประโยชน์ที่ชัดเจน - การประหยัดพลังงาน..... 14
ประสิทธิภาพ..... 55
ปรับแต่งตัวควบคุมวงรอบปิด..... 28
ปุ่มที่ปรับความเร็วได้..... 65
ปุ่มที่มีความเร็วคงที่..... 65
ป้ายชื่อมอเตอร์..... 150

ผ
ผลการทดสอบ EMC..... 30
ผลการทดสอบฮาร์โมนิค (การแพร่กระจาย)..... 31

พ
พอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม..... 9
พารามิเตอร์มอเตอร์..... 160
พื้นที่ว่าง..... 98

ฟ
ฟังก์ชันเบรค..... 35
ฟิวส์..... 107, 137

ภ
ภาพรวมของโปรโตคอล..... 168

ม
มอเตอร์เอาท์พุท..... 50
มุมมองทั่วไปของการแพร่กระจาย EMC..... 28
มุมมองทั่วไปของการแพร่กระจายฮาร์โมนิค..... 30

ร
รหัสข้อผิดพลาดฐานข้อมูล..... 178
ระดับแรงดันไฟฟ้า..... 52
ระบบการจัดการอาคาร..... 63
ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์..... 36
ระยะเวลาคืนทุน..... 15
รายการรหัส คำเตือน/สัญญาณเตือน..... 188

ล
ล็อคค้างเอาท์พุท..... 8
ลักษณะขั้วอินพุทของขั้วต่อควบคุม..... 115
ลำดับการตั้งโปรแกรม..... 27
ลิขสิทธิ์ การจำกัดความรับผิดชอบและสิทธิ์ในการทบทวน..... 7
ลื่นไถล..... 183
ลื่นไหล..... 8

ว
วงจรขั้นกลาง..... 35, 55, 56
วงรอบเปิดโครงสร้างตัวควบคุม..... 21
วงรอบปิดโครงสร้างตัวควบคุม..... 22
วิธีเชื่อมต่อพีซีเข้ากับชุด..... 153

ส
สตริงรหัสชนิด..... 75
สตาร์ท/หยุด..... 159
สถานะและการทำงานของระบบ..... 163
สนับสนุนรหัสการทำงานโดย Modbus RTU..... 177
สภาพแวดล้อม..... 53
สภาพแวดล้อมที่รุนแรง..... 13
สภาวะการทำงานที่เกินขอบเขต..... 35
สมรรถนะเอาท์พุท (U, V, W)..... 50
สมรรถนะการ์ดควบคุม..... 54
ส่วนชีลของสายเคเบิล..... 106, 117, 139
สวิตช์ S201, S202 และ S801..... 115
สัญญาณเตือนและการเตือน..... 186
สัญลักษณ์..... 7
สายเคเบิล
LCP..... 80
USB..... 80
สายเคเบิลควบคุม..... 110, 111, 113, 115, 154
สายเคเบิลตัวต้านทานเบรค..... 35
สายเคเบิลมอเตอร์..... 106, 154
สายเคเบิลอีควอไลซิง..... 157
สิ่งที่ครอบคลุม..... 12

ห

หมายเลขการสั่งซื้อ..... 75

หมายเลขการสั่งซื้อ:
ชุดตัวกรองคลื่นไซน์, 380–690 V AC..... 3
ตัวกรองฮาร์โมนิคชันสูง..... 81
ตัวต้านทานเบรค..... 89
อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ..... 80

หมายเหตุเกี่ยวกับความปลอดภัย..... 11

หยุดฉุกเฉินของ IEC ด้วยรีเลย์ความปลอดภัย Pilz..... 73

อ

อ่านรีจิสเตอร์การค้างค่า (03 HEX)..... 180

อินพุทแบบพัลส์..... 52

อินพุทแรงดันอนาล็อก - ขั้วต่อ X30/10-12..... 61

อินพุทดิจิตัล
อินพุทดิจิตัล..... 52
- ขั้วต่อ X30/1-4..... 61

อินพุทตัวส่งสัญญาณ/เซนเซอร์..... 63

อินพุทอนาล็อก..... 9, 51

อุปกรณ์เสริม I/O อนาล็อก MCB 109..... 63

อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ..... 59

อุปกรณ์เสริมไฟสำรอง 24 V MCB 107 (อุปกรณ์เสริม D)
.... 2

อุปกรณ์เสริมขนาดเฟรม F..... 73

อุปกรณ์เสริมตัวควบคุมคาสเคด..... 64, 65

อุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105..... 62

อุปกรณ์ป้องกันไฟดูด (RCD)..... 158

www.danfoss.com/drives

Danfoss ไม่รับผิดชอบต่อความผิดพลาดในแคตะล็อก โบรชัวร์และสิ่งพิมพ์อื่น ๆ Danfoss สงวนสิทธิ์ที่จะเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์โดยไม่แจ้งล่วงหน้า รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้ออเดอร์แล้ว ถ้าไม่ทำให้รายละเอียดเกี่ยวกับออเดอร์เปลี่ยนแปลงไปจากที่ได้ตกลงกันไว้แล้ว
เครื่องหมายการค้าทั้งหมดในเอกสารนี้เป็นกรรมสิทธิ์ของแต่ละบริษัท Danfoss และโลโก้ของ Danfoss เป็นเครื่องหมายการค้าของ Danfoss A/S ซึ่งขอสงวนสิทธิ์ทุกประการ

Danfoss Power Electronics A/S
Ulsnaes 1
6300 Graasten
Denmark
www.danfoss.com

130R0279 MG20Z19A Rev. 2013-08-19