ข้อมูล

1. วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้ 5

วิธีการอ่านคู่มือการออกแบบ 5
การรับรอง 5
สัญลักษณ์ 5
อักษรย่อ 6
คำจำกัดความ 6

2. ความปลอดภัยและการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ 13

คำเตือนเกี่ยวกับความปลอดปลอดภัย 13

3. บทนำเกี่ยวกับ FC 300 19

ภาพรวมผลิตภัณฑ์ 19
หลักการควบคุม 21
การควบคุม FC 300 21
หลักการควบคุม FC 301 เทียบกับ FC 302 21
โครงสร้างตัวควบคุมใน VVCplus 22
โครงสร้างการควบคุมแบบฟลักซ์ ที่ไม่มีเซ็นเซอร์ (เฉพาะ FC 302) 23
โครงสร้างการควบคุมแบบฟลักซ์ซึ่งมีการป้อนกลับของมอเตอร์ 24
การควบคุมกระแสภายใน ในโหมด VVCplus 24
การควบคุมหน้าเครื่อง (ควบคุมด้วยมือ) และระยะไกล (อัตโนมัติ) 24
การจัดการค่าอ้างอิง 27
การตั้งสเกลค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับ 28
แถบห้ามใกล้ศูนย์ 28
การควบคุมความเร็ว PID 30
การควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการ 34
วิธีการปรับแต่งแบบ Ziegler Nichols 39
ความคงทนต่อ EMC 43
กระแสรั่วไหลลงดิน 44
การเลือก ตัวต้านทานเบรค 45
การควบคุมเบรคเชิงกล 47
เบรกเชิงกลสำหรับการชักรอก 49
Smart Logic Control 50
การหยุดแบบปลอดภัย ของ FC 300 52
การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย (FC 302 และ FC 301 – เฉพาะเคส A1) 54
การทดสอบการใช้การหยุดแบบปลอดภัย 55

4. ข้อมูลทางไฟฟ้า 57

ข้อมูลทางไฟฟ้า 57
ข้อมูลจำเพาะทั่วไป 71
ประสิทธิภาพ 77

เสียงรบกวน 77
เงื่อนไข du/dt 78
การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันในสมรรถนะ 85

5. วิธีการสั่งซื้อ 87
การกำหนดรูปแบบชุดขับ 87
รหัสประเภทแบบฟอร์มการสั่งซื้อ 87

6. วิธีการติดตั้ง 97
ขนาดเชิงกล 97
การติดตั้งทางกลไก 101
การติดตั้งทางไฟฟ้า 104
การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก และการต่อลงดิน 106
การเชื่อมต่อมอเตอร์ 107
ฟิวส์ 110
ขั้วต่อส่วนควบคุม 113
การติดตั้งทางไฟฟ้า, ขั้วต่อส่วนควบคุม 113
ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน 115
การติดตั้งทางไฟฟ้า สายเคเบิลควบคุม 115
สายเคเบิลมอเตอร์ 116
สวิตช์ S201, S202 และ S801 117
การเชื่อมต่อเพิ่มเติม 121
การเชื่อมต่อรีเลย์ 122
เอาท์พุทรีเลย์ 122
การต่อมอเตอร์หลายตัวขนานกัน 123
การป้องกันความร้อนเกินของมอเตอร์ 124
การป้องกันความร้อนเกินของมอเตอร์ 124

วิธีเชื่อมต่อ PC เข้ากับ FC 300 125
ซอฟต์แวร์พีซีสำหรับ FC 300 126
อุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCD) 131

7. ตัวอย่างการใช้งาน 133
สตาร์ท/หยุด 133
สตาร์ท/หยุด พัลส์ 133
ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์ 134
การเชื่อมต่อเอ็นโคดเดอร์ 135
ทิศทางของเอ็นโคดเดอร์ 135
ระบบชุดขับวงรอบปิด 135
การตั้งโปรแกรมขีดจำกัดแรงบิดและการหยุด 136
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ(AMA) 136
การตั้งโปรแกรม Smart Logic Control 137

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน SLC 137

8. อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ 139

การติดตั้งโมดูลอุปกรณ์เสริมในสล๊อต A 139

การติดตั้งโมดูลอุปกรณ์เสริมในสล๊อต B 139

อุปกรณ์เสริมโมดูลอินพุต เอาท์พุต สำหรับการใช้งานทั่วไป 139

อุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์ MCB 102 142

MCB 103 อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์ 144

อุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105 146

อุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24 V MCB 107 (อุปกรณ์เสริม D) 148

การ์ด เทอร์มิสเตอร์ PTC MCB 112 VLT® 149

ชุดกรอบหุ้ม IP 21/IP 4X/ TYPE 1 152

ตัวกรองคลื่นไซน์ 153

9. การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485 155

การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485 155

การกำหนดรูปแบบเครือข่าย 157

โครงสร้างกรอบข้อความของโปรโตคอล FC – FC 300 157

ตัวอย่าง 163

โปรไฟล์ควบคุม FC ของ Danfoss 164

10. การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น 175

คำเตือน/ข้อความสัญญาณเตือน 175

ดัชนี 184

1

1. วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้

1.1.1. วิธีการอ่านคู่มือการออกแบบ

คู่มือการออกแบบเล่มนี้จะแนะนำเครื่อง FC 300 ของคุณโดยครอบคลุมทุกด้าน

เอกสารเกี่ยวกับ FC 300 ที่มีอยู่

- คู่มือการใช้งาน FC 300 ชุดขับอัตโนมัติ VLT® MG.33.AX.YY ประกอบด้วยข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการตั้งค่าและการใช้งานชุดขับ
- คู่มือการออกแบบของ FC 300 ชุดขับอัตโนมัติ VLT® MG.33.BX.YY บรรจุข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับชุดขับและการออกแบบและการประยุกต์ใช้ของลูกค้า
- คู่มือการโปรแกรม FC300 ชุดขับอัตโนมัติ VLT® MG.33.MX.YY มีข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการตั้งโปรแกรมรวมถึงคำอธิบายเกี่ยวกับพารามิเตอร์อย่างครบถ้วนสมบูรณ์
- คู่มือการใช้ Profibus ของ FC 300 ชุดขับอัตโนมัติ VLT® MG.33.CX.YY มีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการควบคุม การตรวจสอบ และการตั้งโปรแกรมชุดขับผ่านทางฟิลด์บัส Profibus
- คู่มือการใช้ DeviceNet ของ FC 300 ชุดขับอัตโนมัติ VLT® MG.33.DX.YY ให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการควบคุม การตรวจสอบ และการตั้งโปรแกรมชุดขับผ่านทางฟิลด์บัส DeviceNet

X = หมายเลขการทบทวน
YY = รหัสภาษา

เอกสารทางเทคนิคของชุดขับของ Danfoss ยังมีในแบบออนไลน์ที่ www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation

1.1.2. การรับรอง

1.1.3. สัญลักษณ์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในคู่มือนี้

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
แสดงบางสิ่งที่จะต้องสังเกตโดยผู้อ่าน

แสดงคำเตือนทั่วไป

แสดงคำเตือนไฟฟ้าแรงสูง

1

*	แสดงค่ามาตรฐานจากโรงงาน

1.1.4. อักษรย่อ

กระแสสลับ	AC
เกจลวดอเมริกัน	AWG
แอมแปร์/AMP	A
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ	AMA
ขีดจำกัดกระแส	I_{LIM}
องศาเซลเซียส	ºC
กระแสตรง	DC
ขึ้นอยู่กับชุดขับ	D-TYPE
ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า	EMC
รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิก	ETR
ชุดขับ	FC
กรัม	g
เฮิรตซ์	Hz
กิโลเฮิรตซ์	kHz
แผงควบคุมหน้าเครื่อง	LCP
เมตร	m
ความเหนี่ยวนำ Millihenry	mH
มิลลิแอมแปร์	mA
มิลลิวินาที	ms
นาที	min
เครื่องมือควบคุมการเคลื่อนที่	MCT
นาโนฟารัด	nF
นิวตันเมตร	Nm
กระแสของมอเตอร์ที่พิกัด	$I_{M,N}$
ความถี่ของมอเตอร์ที่พิกัด	$f_{M,N}$
กำลังของมอเตอร์ที่พิกัด	$P_{M,N}$
แรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ที่พิกัด	$U_{M,N}$
พารามิเตอร์	par.
แรงดันต่ำพิเศษที่ป้องกัน	PELV
แผงวงจรแผ่นพิมพ์	PCB
กระแสเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ที่พิกัด	I_{INV}
รอบต่อนาที	RPM
วินาที	s
ขีดจำกัดของแรงบิด	T_{LIM}
โวลต์	V

1.1.5. คำจำกัดความ

ชุดขับ:

D-TYPE
ขนาดและชนิดของชุดขับที่ต่อเชื่อมอยู่ (ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์)

$I_{VLT,MAX}$
กระแสเอาท์พุทสูงสุด

$I_{VLT,N}$
กระแสเอาท์พุทที่พิกัดที่จ่ายโดยตัวแปลงความถี่

$U_{VLT,\ MAX}$
แรงดันเอาท์พุทสูงสุด

อินพุท:

กลุ่มที่ 1	รีเซ็ต หยุดแบบลื่นไหล, รีเซ็ตและหยุดแบบลื่นไหล, หยุดแบบด่วน, หยุดด้วยการเบรกกระแสตรง และ ปุ่ม "Off"
กลุ่มที่ 2	สตาร์ท, สตาร์ทด้วยพัลส์, กลับทิศทาง, สตาร์ทกลับทิศทาง, Jog และ ล็อกค้างเอาท์พุท

คำสั่งควบคุม
คุณสามารถสตาร์ทและหยุดมอเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ด้วยการใช้ LCP และอินพุทดิจิตอล
ฟังก์ชันต่างๆ แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม

ฟังก์ชันในกลุ่มที่ 1 จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่าฟังก์ชันในกลุ่มที่ 2

มอเตอร์:

f_{JOG}
ความถี่ของมอเตอร์เมื่อเปิดใช้งานฟังก์ชัน jog (ผ่านทางขั้วต่อดิจิตอล)

f_M
ความถี่ของมอเตอร์

f_{MAX}
ความถี่สูงสุดของมอเตอร์

f_{MIN}
ความถี่ต่ำสุดของมอเตอร์

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

I_M
กระแสของมอเตอร์

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

M-TYPE
ขนาดและประเภทของมอเตอร์ที่ต่อเชื่อมอยู่ (ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์)

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

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

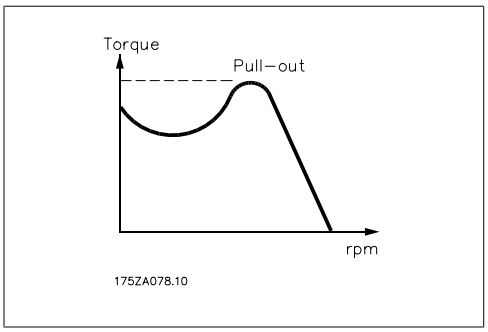
$T_{M,N}$
แรงบิดที่พิกัด (มอเตอร์)

U_M
แรงดันชั่วขณะของมอเตอร์

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

1

แรงบิดในการเบรก



ηVLT
ประสิทธิภาพของตัวแปลงความถี่จะกำหนดเป็นอัตราส่วนระหว่างกำลังเอาท์พุทและกำลังอินพุท

คำสั่งไม่ให้ทำการสตาร์ท:
คำสั่งหยุดเป็นคำสั่งควบคุมกลุ่มที่ 1 – ดูที่กลุ่มนี้

คำสั่งหยุด
ดูที่คำสั่งควบคุม

ค่าอ้างอิง:

ค่าอ้างอิงอนาล็อก
สัญญาณที่ส่งไปยังอินพุทอนาล็อก 53 หรือ 54 อาจเป็นแรงดันหรือกระแสก็ได้
ค่าอ้างอิงไบนารี
สัญญาณที่ส่งไปยังพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม
ค่าอ้างอิงตั้งล่วงหน้า
ค่าอ้างอิงตั้งล่วงหน้าที่กำหนดจะถูกตั้งไว้ระหว่าง -100% ถึง +100% ของช่วงของค่าอ้างอิง การเลือกค่าอ้างอิงตั้งล่วงหน้าทั้ง 8 ค่าจะเลือกผ่านทางขั้วต่อดิจิตอล

ค่าอ้างอิงแบบพัลส์
สัญญาณความถี่แบบพัลส์ที่ถูกส่งไปยังอินพุทดิจิตอล (ขั้วต่อ 29 หรือ 33)

RefMAX
ระบุความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทของค่าอ้างอิงที่ค่าเต็มสเกล 100% (โดยทั่วไปจะเป็น 10 V, 20mA) กับค่าอ้างอิงผลลัพธ์ ค่าอ้างอิงสูงสุดตั้งค่าในพารามิเตอร์ 3-03

RefMIN
ระบุความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทของค่าอ้างอิงที่ค่า 0% (โดยทั่วไป 0V, 0mA, 4mA) กับค่าอ้างอิงผลลัพธ์ ค่าอ้างอิงต่ำสุดตั้งค่าในพารามิเตอร์ 3-02

อื่นๆ:

อินพุทอนาล็อก
อินพุทอนาล็อกใช้สำหรับควบคุมการทำงานของฟังก์ชันหลายชนิดในตัวแปลงความถี่
อินพุทอนาล็อกมีอยู่ 2 ประเภทคือ:
อินพุทกระแส 0-20 mA และ 4-20 mA
อินพุทแรงดัน 0-10 V DC (FC 301)
อินพุทแรงดัน -10 - +10 V DC (FC 302)

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

การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ AMA
อัลกอริธึมของ AMA จะพิจารณาหาค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของมอเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ ในขณะที่มอเตอร์หยุดนิ่ง

ตัวต้านทานเบรก
ตัวต้านทานเบรกเป็นโมดูลที่สามารถดูดซับ กำลังเบรก ที่เกิดขึ้นจากระบบการเบรกแบบคืนพลังงานกลับ กำลังไฟฟ้าที่เกิดจากระบบการเบรกแบบคืนพลังงานกลับนี้จะเพิ่มแรงดันให้กับวงจรขั้นกลางและตัวสับเบรกซึ่งจะช่วยให้แน่ใจได้ว่ามีการส่งกำลังไปยังตัวต้านทานเบรก

คุณลักษณะ CT
คุณลักษณะแบบแรงบิดคงที่ที่ใช้ได้กับการใช้งานทุกรูปแบบ เช่น สายพานลำเลียง ปั๊ม และปั้นจั่น

ดิจิตอลอินพุท
อินพุทดิจิตอลสามารถใช้เพื่อควบคุมฟังก์ชันหลากหลายของตัวแปลงความถี่

ดิจิตอลเอาท์พุท
ชุดขับมีเอาท์พุทแบบโซลิดเสตทสองชุดที่สามารถจ่ายไฟ 24 V DC (สูงสุด 40 mA) ได้

DSP
ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ DSP

ETR
รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกจะคำนวณโหลดความร้อนโดยพิจารณาจากโหลดและเวลาในขณะนั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอุณหภูมิของมอเตอร์

Hiperface®
Hiperface® เป็นเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนของ Stegmann

การตั้งค่าเริ่มต้น
หากมีการดำเนินการตั้งค่าเริ่มต้น (พารามิเตอร์ 14-22) ตัวแปลงความถี่จะกลับคืนไปใช้การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน

รอบการทำงานไม่สม่ำเสมอ
รอบการทำงานแบบไม่สม่ำเสมอจะหมายถึงลำดับของรอบการทำงาน ในแต่ละรอบจะประกอบไปด้วยช่วงเวลาที่มีโหลดและช่วงเวลาที่ไม่มีโหลด การทำงานสามารถเป็นได้ทั้งการทำงานแบบเป็นช่วง และการทำงานแบบไม่เป็นช่วง

LCP
แผงควบคุมหน้าเครื่อง (LCP) มีอินเตอร์เฟสที่สมบูรณ์สำหรับการควบคุมและการตั้งโปรแกรมเครื่องในตระกูล FC 300 แผงควบคุมสามารถถอดออกได้และสามารถติดตั้งห่างจากตัวแปลงความถี่ได้ไกลถึง 3 เมตร หมายความถึงแผงด้านหน้าโดยใช้ชุดติดตั้งที่เป็นอุปกรณ์เสริม

lsb
บิตที่มีความสำคัญต่ำสุด

msb
บิตที่มีความสำคัญสูงสุด

MCM
คำย่อแทน Mille Circular Mil ซึ่งเป็นหน่วยการวัดของอเมริกา สำหรับวัดพื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิล 1 MCM = 0.5067 mm^2

1

พารามิเตอร์ออนไลน์/ออฟไลน์:
การเปลี่ยนพารามิเตอร์ออนไลน์จะทำงานในทันทีหลังจากมีการเปลี่ยนค่าข้อมูล การเปลี่ยนพารามิเตอร์ออฟไลน์จะไม่ทำงานจนกว่าคุณจะกดปุ่ม [OK] ที่ LCP

PID สำหรับกระบวนการ
ตัวเร็กกูเลเตอร์ชนิด PID จะรักษาความเร็ว ความดัน อุณหภูมิ ฯลฯ ตามที่ต้องการ โดยปรับความถี่เอาท์พุทให้สอดคล้องกับโหลดที่ผันแปร

อินพุทแบบพัลส์/เอ็นโคดเดอร์ที่เพิ่มขึ้น:
ตัวส่งพัลส์ดิจิตอลแบบภายนอก ใช้สำหรับการป้อนกลับข้อมูลความเร็วมอเตอร์ เอ็นโคดเดอร์จะถูกใช้ในการประยุกต์ใช้งานที่ต้องการความแม่นยำสูงในการควบคุมความเร็ว

RCD
อุปกรณ์กระแสตกค้าง

ชุดคำสั่ง
คุณสามารถบันทึกการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ในชุดคำสั่งทั้งสี่ชุด และสามารถทำการเปลี่ยนไปมาระหว่างชุดคำสั่งต่างๆ ทั้งสี่ชุด หรือสามารถแก้ไขการตั้งค่าของชุดคำสั่งชุดใดชุดหนึ่งในขณะที่ยังใช้งานชุดคำสั่งอีกชุดหนึ่งอยู่

SFAVM
รูปแบบสวิตชิ่ง ที่เรียกว่า S tator F lux oriented A synchronous V ector M odulation (การมอดูเลตแบบเวกเตอร์อะซิงโครนัสตามฟลักซ์ของสเตเตอร์) (พารามิเตอร์ 14-00)

การชดเชยการสลิป
ตัวแปลงความถี่จะชดเชยการสลิปของมอเตอร์ ด้วยการบวกความถี่เข้าไปเพิ่มเติม โดยคิดตามขนาดของโหลดที่วัดได้ ซึ่งจะทำให้ความเร็วมอเตอร์มีค่าเกือบคงที่

Smart Logic Control (SLC)
SLC เป็นชุดลำดับการทำงานที่กำหนดโดยผู้ใช้ โดยจะทำงานเมื่อเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องที่กำหนดโดยผู้ใช้ ได้รับการประเมินว่าเป็นจริงโดย SLC (กลุ่มพารามิเตอร์ 13-xx)

บัสมาตรฐานของ FC
ได้แก่ บัส RS 485 พร้อมกับโปรโตคอลของ FC หรือโปรโตคอลของ MC ดูพารามิเตอร์ 8-30

เทอร์มิสเตอร์:
ตัวต้านทานที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิซึ่งติดตั้งไว้ในจุดที่มีการตรวจสอบอุณหภูมิ (ตัวแปลงความถี่หรือมอเตอร์)

ตัดการทำงาน
สถานะการทำงานเมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้น เช่น ตัวแปลงความถี่มีอุณหภูมิสูงเกิน หรือเมื่อตัวแปลงความถี่ทำการป้องกันมอเตอร์ กระบวนการ หรือระบบกลไก การเริ่มสตาร์ทใหม่อีกครั้งจะถูกป้องกันไว้ไม่ให้ทำได้จนกว่าสาเหตุของฟอลต์จะได้รับการแก้ไข และสถานะการตัดการทำงานถูกยกเลิกโดยการสั่งรีเซ็ต หรือในบางกรณีโดยการโปรแกรมให้รีเซ็ตโดยอัตโนมัติ ไม่ควรใช้การตัดการทำงานเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

ตัดล็อกการทำงาน
สถานะการทำงานเมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้น เมื่อตัวแปลงความถี่กำลังทำงานเพื่อป้องกันตัวเองและต้องการการแทรกแซงทางกายภาพ เช่น เมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้นที่เอาท์พุท ล็อกตัดการทำงานจะถูกยกเลิกได้โดยการตัดการจ่ายไฟจากแหล่งจ่ายไฟหลักออกและแก้ไขสาเหตุของฟอลต์ แล้วจึงทำการเชื่อมต่อกับตัวแปลงความถี่อีกครั้ง การเริ่มสตาร์ทใหม่อีกครั้งจะถูกป้องกันไว้ไม่ให้ทำได้จนกว่าสถานะการตัดการทำงานจะถูกยกเลิกโดยการสั่งรีเซ็ต หรือในบางกรณีโดยการโปรแกรมให้รีเซ็ตโดยอัตโนมัติ ไม่ควรใช้การตัดการทำงานเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

คุณลักษณะ VT
คุณลักษณะแรงบิดแบบผันแปรที่ใช้สำหรับปั๊มและพัดลม

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

60ฐ AVM
รูปแบบสวิตชิ่งที่มีชื่อว่า การมอดูเลต เวกเตอร์ แบบซิงโครนัส แบบ 60ฐ (พารามิเตอร์ 14-00)

ตัวประกอบกำลัง
ตัวประกอบกำลังเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่าง I_1 และ I_{RMS}

$$กำลังตัวประกอบ = \frac{\sqrt{3} \times U \times I1 \times \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

ตัวประกอบกำลังสำหรับการควบคุมแบบ 3 เฟส:

$$= \frac{I1 \times \cos\varphi 1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \quad since \cos\varphi 1 = 1$$

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

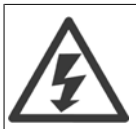
ตัวประกอบกำลังจะระบุขนาดโหลดของตัวแปลงความถี่ที่แหล่งจ่ายไฟหลักจะต้องรับภาระ ยิ่งตัวประกอบกำลังมีค่าต่ำลง I_{RMS} ก็จะยิ่งมีค่าสูงขึ้นสำหรับประสิทธิภาพการทำงานที่ระดับ kW เดียวกัน

นอกจากนี้ตัวประกอบกำลังที่มีค่าสูงจะยังบ่งชี้ว่ากระแสฮาร์โมนิคต่างๆ มีค่าต่ำ
ขดลวด DC ภายในตัวแปลงความถี่ FC 300 จะทำให้ตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยลดโหลดที่จะเป็นภาระของแหล่งจ่ายไฟหลัก

2

2. ความปลอดภัยและการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์

2.1. คำเตือนเกี่ยวกับความปลอดปลอดภัย



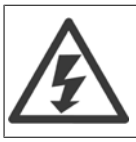
แรงดันไฟฟ้าของตัวแปลงความถี่มีอันตรายเมื่อตัวแปลงความถี่ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟหลัก การต่อมอเตอร์ ตัวแปลงความถี่ หรือฟิลด์บัสที่ไม่ถูกต้อง อาจทำให้อุปกรณ์เสียหาย ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บรุนแรงหรือเสียชีวิตได้ ดังนั้นจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือนี้เช่นเดียวกับกฎข้อบังคับของท้องถิ่นและระดับประเทศและข้อบังคับด้านความปลอดภัย

ข้อบังคับด้านความปลอดภัย

1. ตัวแปลงความถี่จะต้องถูกปลดจากแหล่งจ่ายไฟหลักถ้าจะต้องมีการดำเนินงานซ่อม ตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกปลดแล้วและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนที่จะถอดขั้วของมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟหลัก
2. ปุ่ม [STOP/RESET] บนแผงควบคุมของตัวแปลงความถี่ไม่ได้ปลดอุปกรณ์ออกจากแหล่งจ่ายไฟหลักและดังนั้นต้องไม่ใช้เป็นสวิทช์เพื่อความปลอดภัย
3. การลงดินเพื่อการป้องกันที่ถูกต้องของอุปกรณ์จะต้องถูกกำหนด ผู้ใช้ต้องได้รับการปกป้องจากแหล่งจ่ายไฟ และมอเตอร์ต้องถูกป้องกันจากการมีโหลดเกินตามกฎข้อบังคับในระดับประเทศและท้องถิ่น
4. กระแสรั่วลงดินสูงกว่า 3.5 mA
5. การป้องกันโหลดเกินของมอเตอร์ไม่ได้รวมอยู่ในค่ามาตรฐานจากโรงงาน ถ้าต้องใช้ฟังก์ชันนี้ให้ตั้งพารามิเตอร์ 1-90 ให้เป็นค่าข้อมูลของการตัดการทำงานของ ETR หรือ ค่าข้อมูลการเตือนของ ETR
6. ห้ามถอดปลั๊กมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟหลักในขณะที่ตัวแปลงความถี่ยังเชื่อมต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟหลัก ตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกปลดแล้วและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนที่จะถอดขั้วของมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟหลัก
7. โปรดจำไว้ว่าตัวแปลงความถี่จะมีอินพุทแรงดันที่มากกว่า L1, L2 และ L3 เมื่อดิดตั้งการแบ่งโหลด (การเชื่อมวงจรตัวกลางกระแสตรง) และแหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 VDC ตรวจสอบว่าทุกอินพุทแรงดันถูกปลดออกและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนการเริ่มงานซ่อม

การเตือนเกี่ยวกับการสตาร์ทที่ไม่ตั้งใจ

1. มอเตอร์สามารถถูกทำให้หยุดได้โดยใช้คำสั่งดิจิตอล คำสั่งบัส ค่าอ้างอิงหรือการหยุดที่หน้าเครื่องในขณะที่ตัวแปลงความถี่เชื่อมต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟหลัก เมื่อจำเป็นต้องพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยส่วนบุคคลเพื่อประกันว่าจะไม่มีการสตาร์ทโดยไม่ตั้งใจเกิดขึ้น ฟังก์ชันการหยุดเหล่านี้จะไม่เพียงพอ
2. ในขณะที่พารามิเตอร์กำลังเปลี่ยนแปลงมอเตอร์อาจจะสตาร์ทได้ ดังนั้นปุ่มหยุด [STOP/RESET] ต้องถูกใช้งานเสมอข้อมูลดังต่อไปนี้สามารถปรับแก้ได้
3. มอเตอร์ที่หยุดอยู่อาจจะสตาร์ทถ้าเกิดฟอลต์ขึ้นในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกของตัวแปลงความถี่ หรือถ้าโหลดเกินชั่วคราว หรือฟอลต์ในแหล่งจ่ายไฟหลัก หรือการเชื่อมต่อมอเตอร์สิ้นสุดลง



การสัมผัสชิ้นส่วนทางไฟฟ้าอาจมีอันตรายอย่างร้ายแรง แม้ว่าอุปกรณ์จะตัดการเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟหลักแล้วก็ตาม

และควรดูให้แน่ใจว่า อินพุทแรงดันอื่นๆ ได้ถูกปลดการเชื่อมต่อแล้ว เช่น แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC การแบ่งรับโหลด (การเชื่อมต่อ DC ของวงจรชั้นกลาง) รวมถึงการต่อมอเตอร์สำหรับการสำรองทางจลน์ ให้ดูที่คำแนะนำการใช้งาน FC 300 (MG.33.A8.xx) สำหรับแนวทางด้านความปลอดภัยเพิ่มเติม

โหมดป้องกัน

หลังจากเกินข้อจำกัดของฮาร์ดแวร์ที่กระแสมอเตอร์หรือแรงดันไฟลิงค์ DC ชุดขับจะเข้าสู่"โหมดการป้องกัน" "โหมดการป้องกัน" คือการเปลี่ยนวิธีการปรับแต่ง PWM และความถี่ควบคุมช่วงต่ำเพื่อลดอัตราการสูญเสีย

2

โดยจะดำเนินต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วินาทีหลังจากเกิดข้อบกพร่องล่าสุด และเพิ่มความน่าเชื่อถือรวมทั้งความแข็งแรงของไดร์ฟขณะกำหนดการควบคุมมอเตอร์แบบสมบูรณ์แบบอีกครั้ง
ในการชักรอก "โหมดการป้องกัน" จะไม่สามารถใช้ได้เนื่องจากไดร์ฟจะไม่สามารถอยู่ในโหมดนี้ต่อไปอีก โดยจะขยายเวลาก่อนเปิดใช้งานเบรก ซึ่งไม่แนะนำให้ทำ
"โหมดป้องกัน" สามารถปิดใช้งานได้โดยตั้งค่าพารามิเตอร์ 14-26 "หน่วงรอบเมื่อเกิดข้อผิดพลาดที่ตัวแปลงกระแส" เป็นศูนย์ ซึ่งไดร์ฟจะตัดการทำงานทันทีหากมีการละเมิดขีดจำกัดฮาร์ดแวร์ตัวหนึ่งตัวใด

2.2.1. คำแนะนำในการกำจัดทิ้ง

อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนทางไฟฟ้าไม่สามารถกำจัดทิ้งร่วมกับขยะทั่วไปได้
ต้องเก็บขยะอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าแยกต่างหาก ตามกฎหมายที่บังคับใช้ในปัจจุบันและในระดับท้องถิ่น

ตัวเก็บประจุดีซีลิงค์ของชุดขับอัตโนมัติ FC 300 จะยังคงมีประจุไฟอยู่หลังจากตัดการจ่ายไฟแล้ว เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟฟ้า ให้ตัดไฟ FC 300 จากแหล่งจ่ายไฟหลักก่อนดำเนินการบำรุงรักษา เมื่อใช้มอเตอร์ชนิด PM ต้องแน่ใจว่ามอเตอร์ถูกปลดแล้ว ก่อนที่จะเปิดตัวแปลงความถี่เพื่อซ่อมบำรุง ให้รออย่างน้อยเท่ากับระยะเวลาด้านล่างนี้:

FC 300	380 - 500 V	0.25 - 7.5 kW	4 นาที
		11 – 75 kW	15 นาที
		90 – 200 kW	20 นาที
		250 – 400 kW	40 นาที
	525 - 690 V	37 – 250 kW	20 นาที
		315 – 560 kW	30 นาที

FC 300
คู่มือการออกแบบ
เวอร์ชันของซอฟต์แวร์: 4.5x

คู่มือการออกแบบนี้สามารถใช้สำหรับตัวแปลงความถี่ FC 300 ทั้งหมดที่ใช้เวอร์ชันของซอฟต์แวร์ 4.5x เลขเวอร์ชันของซอฟต์แวร์สามารถดูได้จากพารามิเตอร์ 15-43

2.4.1. ฉลากและความสอดคล้องกับ CE

ฉลากและความสอดคล้องกับ CE คืออะไร

วัตถุประสงค์ของการติดฉลาก CE ก็คือเพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรคทางเทคนิคในการค้าภายในกลุ่มประเทศ EFTA และ EU ทั้งนี้ EU ได้นำฉลาก CE มาใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของ EU ที่เกี่ยวข้อง ฉลาก CE จะไม่ระบุใดๆ ทั้งสิ้นเกี่ยวกับข้อมูลจำเพาะหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตัวแปลงความถี่ถูกควบคุมโดยข้อกำหนดของ EU สามข้อ คือ:

ข้อกำหนดเครื่องจักรกล (98/37/EEC)

เครื่องจักรทั้งหมดที่มีชิ้นส่วนเคลื่อนไหวได้เป็นหลัก จะอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเครื่องจักรกลที่ออกเมื่อวันที่ 1 มกราคม 1995 เนื่องจากตัวแปลงความถี่ประกอบด้วยระบบไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่จึงไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกับข้อกำหนดเครื่องจักรกล อย่างไรก็ตามหากจัดส่งตัวแปลงความถี่เพื่อใช้ในเครื่องจักรกล เราจะให้ข้อมูลด้านความปลอดภัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับตัวแปลงความถี่ โดยการระบุไว้ในประกาศของผู้ผลิต

ข้อกำหนดแรงดันระดับต่ำ (73/23/EEC)

ตัวแปลงความถี่ต้องติดฉลาก CE ตามข้อกำหนดแรงดันระดับต่ำที่ออกเมื่อวันที่ 1 มกราคม 1997 ข้อกำหนดนี้ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้งานในช่วงแรงดัน 50 - 1000 V AC และ 75 - 1500 V DC ฉลาก CE ของ Danfoss ตรงตามข้อกำหนดนี้และสามารถออกเอกสารรับรองการสอดคล้องได้หากต้องการ

ข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC (89/336/EEC)

EMC เป็นคำย่อของความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่ออุปกรณ์มีความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า หมายถึงการแทรกแซงร่วมระหว่างส่วนประกอบ/อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จะไม่กระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ข้อกำหนด EMC มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 1 มกราคม 1996 ฉลาก CE ของ Danfoss ตรงตามข้อกำหนดนี้และสามารถออกเอกสารรับรองการสอดคล้องได้หากต้องการ เมื่อต้องการทำการติดตั้งที่ถูกต้องตามหลักการ EMC โปรดดูคำแนะนำในคู่มือการออกแบบ นอกจากนี้ เรายังระบุมาตรการที่ผลิตภัณฑ์ของเรามีความสอดคล้องไว้ด้วย และเรายังมีตัวกรองที่จะกล่าวถึงในส่วนข้อมูลจำเพาะ และจัดเตรียมความช่วยเหลือประเภทอื่นๆ เพื่อให้มั่นใจได้ถึงผลลัพธ์ EMC ที่เหมาะสมที่สุด

ตัวแปลงความถี่ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้โดยมืออาชีพ เพื่อเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบหรือการติดตั้งที่มีความซับซ้อน ทั้งนี้ความรับผิดชอบเกี่ยวกับคุณสมบัติด้าน EMC ขั้นสุดท้ายของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบหรือการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับผู้ติดตั้ง

2.4.2. สิ่งที่ครอบคลุม

"*Guidelines on the Application of Council Directive 89/336/EEC*" (แนวทางเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานของข้อกำหนดกรรมาธิการ 89/336/EEC) ของ EU ได้ให้รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับสถานการณ์ทั่วไปสามประเภทในการใช้งานตัวแปลงความถี่ ดูที่ด้านล่างเกี่ยวกับความครอบคลุมด้าน EMC และฉลาก CE

1. ตัวแปลงความถี่ที่จำหน่ายให้กับผู้ใช้ทั่วไปโดยตรง ตัวอย่างเช่น ตัวแปลงความถี่ที่จำหน่ายให้กับตลาด DIY ผู้ใช้เป็นผู้ที่ไม่สันทัดด้านเทคนิค ผู้ใช้เป็นผู้ทำการติดตั้งตัวแปลงความถี่ด้วยตนเองสำหรับใช้กับเครื่องจักรเพื่องานอดิเรก อุปกรณ์ไฟฟ้าในครัว ฯลฯ สำหรับการใช้งานกับอุปกรณ์ดังกล่าว ตัวแปลงความถี่ต้องมีฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC
2. ตัวแปลงความถี่ที่จำหน่ายเพื่อการติดตั้งในโรงงาน ซึ่งดำเนินงานโดยผู้เชี่ยวชาญในกิจการนั้นๆ โดยอาจจะเป็นโรงงานผลิตหรือการระบายอากาศ/ความร้อนให้กับโรงงานที่ออกแบบและติดตั้งโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพาณิชย์ ทั้งตัวแปลงความถี่หรือโรงงานที่สร้างเสร็จไม่จำเป็นต้องมีฉลาก CE ตามข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC อย่างไรก็ตามตัวเครื่องต้องสอดคล้องกับความต้องการพื้นฐานด้าน EMC ตามข้อกำหนดนี้ ซึ่งจะมั่นใจได้โดยการใช้ส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบที่มีฉลาก CE ในด้านข้อกำหนด EMC
3. ตัวแปลงความถี่ที่จำหน่ายเป็นส่วนหนึ่งของระบบทั้งหมด ระบบที่จำหน่ายเป็นระบบที่สมบูรณ์ เช่น ระบบปรับอากาศ เป็นต้น ระบบที่สมบูรณ์จะต้องมีฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนด EMC ผู้ผลิตสามารถสร้างความมั่นใจเกี่ยวกับการติดฉลาก CE ที่ตรงตามข้อกำหนด EMC โดยการใช้ส่วนประกอบที่มี CE หรือโดยการทดสอบความสอดคล้องด้าน EMC ของระบบ หากเลือกใช้แต่ส่วนประกอบที่มีฉลาก CE เท่านั้น ก็ไม่ต้องทำการทดสอบระบบทั้งหมด

2.4.3. ตัวแปลงความถี่ VLT ของ Danfoss และฉลาก CE

2

การติดฉลาก CE เป็นคุณสมบัติที่ดีเมื่อนำไปใช้ตามจุดประสงค์แรกเริ่ม เช่น เพื่ออำนวยความสะดวกในการค้าภายในประเทศกลุ่ม EU และ EFTA

อย่างไรก็ตาม การติดฉลาก CE อาจครอบคลุมข้อมูลจำเพาะที่แตกต่างกันหลายประการ ดังนั้น คุณควรตรวจสอบว่าฉลาก CE ที่ได้รับครอบคลุมเฉพาะในส่วนใด

ข้อมูลจำเพาะที่ครอบคลุมอาจแตกต่างกันมาก ดังนั้น ฉลาก CE อาจทำให้ผู้ติดตั้งเข้าใจผิดในด้านความปลอดภัยเมื่อใช้ตัวแปลงความถี่เป็นส่วนประกอบในระบบหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตัวแปลงความถี่ของ Danfoss ที่ติดฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนดแรงดันต่ำ ซึ่งหมายความว่าหากติดตั้งตัวแปลงความถี่อย่างถูกต้อง เราก็จะรับประกันถึงความสอดคล้องตามข้อกำหนดแรงดันต่ำ Danfoss ออกใบประกาศความสอดคล้องเพื่อยืนยันว่าฉลาก CE ของเราตรงตามข้อกำหนดแรงดันต่ำ

ฉลาก CE ยังใช้กับข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC ด้วย โดยเป็นการยืนยันว่าได้ปฏิบัติตามคำแนะนำสำหรับการติดตั้งที่ถูกต้องตาม EMC และการใช้ตัวกรอง ในกรณีนี้ จะออกใบประกาศเกี่ยวกับความสอดคล้องตรงตามข้อกำหนด EMC

คู่มือการออกแบบจะระบุคำแนะนำโดยละเอียดสำหรับการติดตั้งเพื่อให้มั่นใจได้ถึงการติดตั้งที่ถูกต้องตาม EMC นอกจากนี้ Danfoss ยังระบุผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของเราที่สอดคล้องด้วย

Danfoss ยินดีที่จะให้ความช่วยเหลือในด้านอื่นๆ เพื่อช่วยให้คุณได้รับผลลัพธ์ EMC ที่ดีที่สุด

2.4.4. สอดคล้องกับ EMC Directive 89/336/EEC (ข้อกำหนด EMC 89/336/EEC)

ดังที่กล่าวไปแล้ว ตัวแปลงความถี่นี้ส่วนใหญ่จะนำไปใช้โดยผู้ชำนาญทางด้านการพาณิชย์เพื่อเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบ หรือการติดตั้งขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อน ทั้งนี้ความรับผิดชอบเกี่ยวกับคุณสมบัติด้าน EMC ขั้นสุดท้ายของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบหรือการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับผู้ติดตั้ง เพื่อให้ความช่วยเหลือกับผู้ติดตั้ง Danfoss ได้เตรียมคู่มือการติดตั้ง EMC สำหรับระบบชุดขับกำลังไว้ด้วย ระดับการทดสอบและมาตรฐานที่ระบุสำหรับระบบชุดขับกำลังสอดคล้องตามคำแนะนำสำหรับการติดตั้งที่ถูกต้องเกี่ยวกับ EMC โปรดดูที่หัวข้อ *การติดตั้งทางไฟฟ้า*

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

ตัวแปลงความถี่ประกอบด้วยส่วนประกอบทางกลและทางไฟฟ้าจำนวนมาก ซึ่งทุกส่วนมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมไม่มากก็น้อย

> **!** ไม่ควรติดตั้งตัวแปลงความถี่ในสภาพแวดล้อมที่มีไอระเหยในอากาศ หรือมีอนุภาค หรือก๊าซที่สามารถส่งผลกระทบและทำลายส่วนประกอบทางอิเล็กทรอนิก หากไม่มีมาตรฐานป้องกันที่จำเป็น จะเพิ่มความเสี่ยงที่เครื่องจะหยุดทำงาน และเท่ากับลดอายุการใช้งานของตัวแปลงความถี่

<u>ของเหลว</u> อาจผ่านมาตามอากาศ กลายเป็นความชื้นเกาะอยู่ในตัวแปลงความถี่ และอาจก่อให้เกิดการสึกกร่อนของส่วนประกอบและชิ้นส่วนโลหะ ไอน้ำ น้ำมัน และน้ำที่มีความเค็มอาจก่อให้เกิดการสึกกร่อนของส่วนประกอบและชิ้นส่วนโลหะ ในสภาพแวดล้อมดังกล่าวให้ใช้อุปกรณ์ที่มีกรอบหุ้มระดับ IP 55 และเพื่อให้มีการป้องกันเพิ่มเติม คุณยังสามารถสั่งซื้อแผ่นวงจรพรินต์แบบเคลือบพิเศษเป็นอุปกรณ์เสริม

<u>อนุภาค</u> ในอากาศ เช่น ฝุ่น อาจทำให้เกิดความล้มเหลวในการทำงานเชิงกล เชิงไฟฟ้า หรือเชิงความร้อนของตัวแปลงความถี่ได้ สิ่งบ่งชี้ทั่วไปถึงระดับอนุภาคในอากาศที่มากเกินไป คือเศษฝุ่นที่เกาะอยู่บนพัดลมของตัว

แปลงความถี่ ในสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นผงระดับสูง ให้ใช้อุปกรณ์ที่มีกรอบหุ้มระดับ IP 55 หรือตู้สำหรับอุปกรณ์ IP 00/IP 20/TYPE 1

ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิหรือความชื้นระดับสูง ก๊าซที่มีฤทธิ์กัดกร่อน เช่น ซัลเฟอร์ ไนโตรเจน และสารประกอบคลอรีนจะมีผลทางเคมีต่อส่วนประกอบของตัวแปลงความถี่

ปฏิกิริยาทางเคมีเหล่านี้จะมีผลกระทบและทำลายส่วนประกอบทางอิเล็กทรอนิกอย่างรวดเร็ว ในสภาพแวดล้อมดังกล่าว ให้ติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ที่มีการหมุนเวียนของอากาศใหม่ เพื่อระบายก๊าซที่มีฤทธิ์กัดกร่อนออกจากตัวแปลงความถี่
การป้องกันเพิ่มเติมสำหรับบริเวณดังกล่าว ได้แก่ การเคลือบแผ่นวงจรพรินต์ ซึ่งสามารถสั่งซื้อเพิ่มเติมได้

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
การติดตั้งตัวแปลงความถี่ในสภาพแวดล้อมที่รุนแรง จะเพิ่มความเสี่ยงที่เครื่องจะหยุดทำงาน และถือเป็นการลดอายุการใช้งานของตัวแปลงความถี่

ก่อนการติดตั้งตัวแปลงความถี่ ให้ตรวจสอบระดับของเหลว อนุภาค และก๊าซของอากาศโดยรอบ โดยสังเกตจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้อยู่แล้วในสภาพแวดล้อมนี้ สิ่งบ่งชี้ทั่วไปถึงของเหลวในอากาศที่เป็นอันตราย คือน้ำหรือน้ำมันบนชิ้นส่วนโลหะ หรือการกัดกร่อนของชิ้นส่วนโลหะ

ระดับอนุภาคของฝุ่นที่สูงเกินปกติมักจะเห็นได้จากตามตู้อุปกรณ์และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการติดตั้งอยู่แล้ว ตัวบ่งชี้อย่างหนึ่งของก๊าซในอากาศที่อันตรายคือลักษณะดำคล้ำของรางทองแดงและปลายสายเคเบิลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่แล้ว

ตัวแปลงความถี่นี้ได้ผ่านการทดสอบตามขั้นตอนตามมาตรฐานที่แสดงไว้:

ตัวแปลงความถี่นี้สอดคล้องตามข้อกำหนดที่ระบุไว้สำหรับเครื่องที่ติดตั้งบนผนังและพื้นของอาคารผลิต รวมถึงเครื่องที่ติดตั้งภายในตู้ที่ยึดติดกับผนังหรือพื้น

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

3

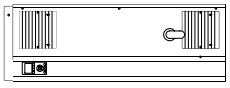
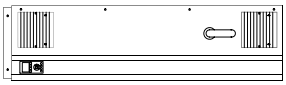
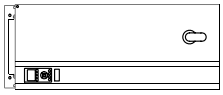
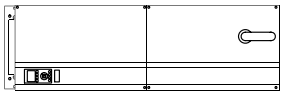
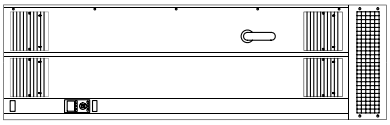
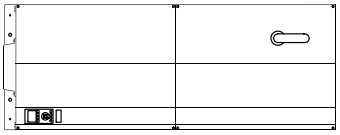
3. บทนำเกี่ยวกับ FC 300

3.1. ภาพรวมผลิตภัณฑ์

ขนาดของเฟรมจะขึ้นอยู่กับชนิดของเคส ช่วงของกำลังและแรงดันไฟฟ้าหลัก

ประเภทเคส		A1	A2	A3	A5	B1	B2	C1	C2
		130BA339.10	130BA340.10	130BA341.10					
เคส	IP	20/21	20/21	20/21	55/66	21/55/66	21/55/66	21/55/66	21/55/66
การป้องกัน	NEMA	โครง/ประเภท 1	โครง/ประเภท 1	โครง/ประเภท 1	ประเภท 12/ ประเภท 4X	ประเภท 1/ ประเภท 12	ประเภท 1/ ประเภท 12		
กำลังที่พิกัด		0.25 – 1.5 kW (200-240 V) 0.37 – 1.5 kW (380-480 V)	0.25-3 kW (200-240 V) 0.37-4.0 kW (380-480/ 500V)	3.7 kW (200-240 V) 5.5-7.5 kW (380-480/ 500 V) 0.75-7.5 kW (525-600V)	0.25-3.7 kW (200-240 V) 0.37-7.5 kW (380-480/ 500 V) 0.75-7.5 kW (525-600 V)	5.5-7.5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/ 500V)	11 kW (200-250 V) 18.5-22 kW (380-480/ 500V)	15-22 kW (200-240 V) 30-45kW (380-480/ 500V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/ 500V)

3

ประเภทเคส		D1	D2	D3	D4	E1	E2
		 130BA481.10	 130BA482.10	 130BA478.10	 130BA479.10	 130BA483.10	 130BA480.10
เคส การป้องกัน	IP	21/54	21/54	00	00	21/54	00
	NEMA	ประเภท 1/ประเภท 12	ประเภท 1/ประเภท 12	โครง	โครง	ประเภท 1/ประเภท 12	โครง
กำลังที่พิกัด		90 - 110 kW ที่ 400 V (380 - 500 V) 110 - 132 kW ที่ 690 V (525-690 V)	132 - 200 kW ที่ 400 V (380 - 500 V) 160 - 315 kW ที่ 690 V (525-690 V)	90 - 110 kW ที่ 400 V (380 - 500 V) 110 - 132 kW ที่ 690 V (525-690 V)	132 - 200 kW ที่ 400 V (380 - 500 V) 160 - 315 kW ที่ 690 V (525-690 V)	250 - 400 kW ที่ 400 V (380 - 500 V) 355 - 560 kW ที่ 690 V (525-690 V)	250 - 400 kW ที่ 400 V (380 - 500 V) 355 - 560 kW ที่ 690 V (525-690 V)

3.2.1. หลักการควบคุม

ตัวแปลงความถี่จะเรียงกระแสไฟ AC จากแหล่งจ่ายไฟหลัก ไปเป็นไฟ DC หลังจากนั้นแรงดันไฟ DC จะถูกแปลงกลับไปเป็นกระแสไฟ AC ซึ่งมีขนาดและความถี่เปลี่ยนแปลงได้ตามที่ต้องการ

มอเตอร์จะถูกจ่ายด้วยไฟฟ้าที่มี แรงดัน กระแส และความถี่ที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วให้เป็นค่าใดก็ได้สำหรับทั้งมอเตอร์แบบสามเฟส AC มาตรฐาน และมอเตอร์แบบอะซิงโครนัสแม่เหล็กถาวร

3.2.2. การควบคุม FC 300

ตัวแปลงความถี่สามารถควบคุมได้ทั้งความเร็วหรือแรงบิดบนเพลามอเตอร์ การตั้งค่าพารามิเตอร์ 1-00 จะกำหนดชนิดของการควบคุม

การควบคุมความเร็ว:

การควบคุมความเร็วมีอยู่สองประเภทคือ:

- การควบคุมความเร็วแบบวงรอบเปิด ซึ่งไม่ต้องการค่าป้อนกลับใดๆ (ไม่มีเซนเซ็อร์)
- การควบคุมความเร็วแบบวงรอบปิด ในรูปแบบของตัวควบคุม PID ซึ่งต้องการค่าป้อนกลับความเร็วไปยังอินพุท การควบคุมความเร็วแบบวงรอบปิดที่เหมาะสมจะมีความเที่ยงตรงมากกว่าการควบคุมความเร็วแบบวงรอบเปิด

เลือกอินพุทที่จะใช้เป็นค่าป้อนกลับ ความเร็วให้กับ PID ในพารามิเตอร์ 7-00

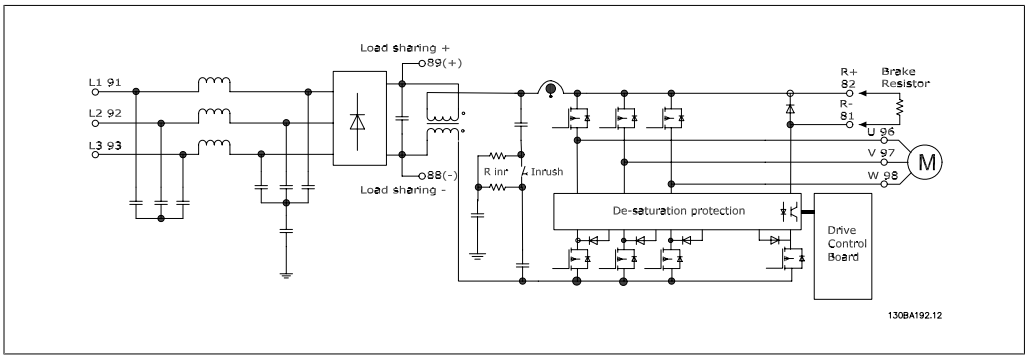
การควบคุมแรงบิด (เฉพาะ FC 302):
การควบคุมแรงบิดเป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ และการตั้งค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ให้ถูกต้องมีความสำคัญมาก ความแม่นยำและการตั้งค่าเวลาของการควบคุมแรงบิดกำหนดจาก*ฟลักซ์และค่าป้อนกลับของมอเตอร์* (พารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์*)

- การควบคุมด้วยฟลักซ์ที่ใช้ค่าป้อนกลับจากเอ็นโคดเดอร์ จะช่วยเพิ่มสมรรถนะการทำงานให้สูงขึ้นในทั้งสี่ส่วน และในทุกย่านความเร็วมอเตอร์

ค่าอ้างอิงของแรงบิด/ความเร็ว
ค่าอ้างอิงของตัวควบคุมเหล่านี้สามารถเป็นทั้งค่าอ้างอิงเดี่ยวหรือเป็นผลรวมของค่าอ้างอิงต่างๆ รวมถึงค่าอ้างอิงที่มีสเกลเชิงสัมพัทธ์ การจัดการค่าอ้างอิงเหล่านี้จะอธิบายโดยละเอียดต่อไปในหัวข้อนี้

3.2.3. หลักการควบคุม FC 301 เทียบกับ FC 302

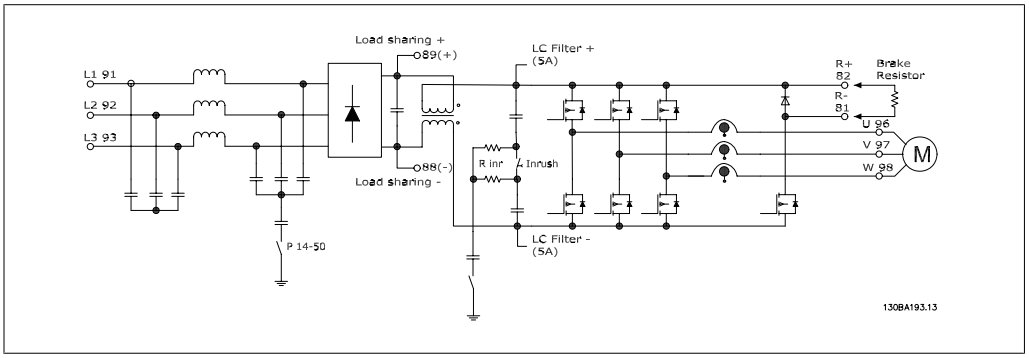
FC 301 เป็นตัวแปลงความถี่แบบใช้งานทั่วไป สำหรับการประยุกต์ใช้งานแบบปรับความเร็วได้ หลักการควบคุมยึดตามหลักการควบคุมเวคเตอร์แรงดัน (VVC^{plus})
FC 301 สามารถจัดการกับมอเตอร์แบบอะซิงโครนัสเท่านั้น
หลักการรับรู้กระแสใน FC 301 ยึดตามค่าการวัดปัจจุบันในดีซีลิงค์หรือเฟสของมอเตอร์ การป้องกันฟอลต์ลงดินที่ด้านมอเตอร์ จะแก้ปัญหาโดยวงจรแก้การอิ่มตัว (de-saturation circuit) ใน IGBTที่เชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุม
ลักษณะการลัดวงจรใน FC 301 จะขึ้นอยู่กับตัววัดกระแสในดีซีลิงค์ด้านบวก และการป้องกันการอิ่มตัว โดยใช้ค่าที่ได้รับจาก 3 lower IGBT ล่าง 3 ชุด และเบรก



FC 302 เป็นตัวแปลงความถี่ที่คุณสมบัติเหนือกว่าสำหรับการประยุกต์ใช้งานที่ต้องการ ตัวแปลงความถี่รุ่นนี้สามารถจัดการกับหลักการควบคุมมอเตอร์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น โหมดมอเตอร์พิเศษ U/f, VVC^{plus} หรือ การควบคุมมอเตอร์แบบเวกเตอร์ฟลักซ์

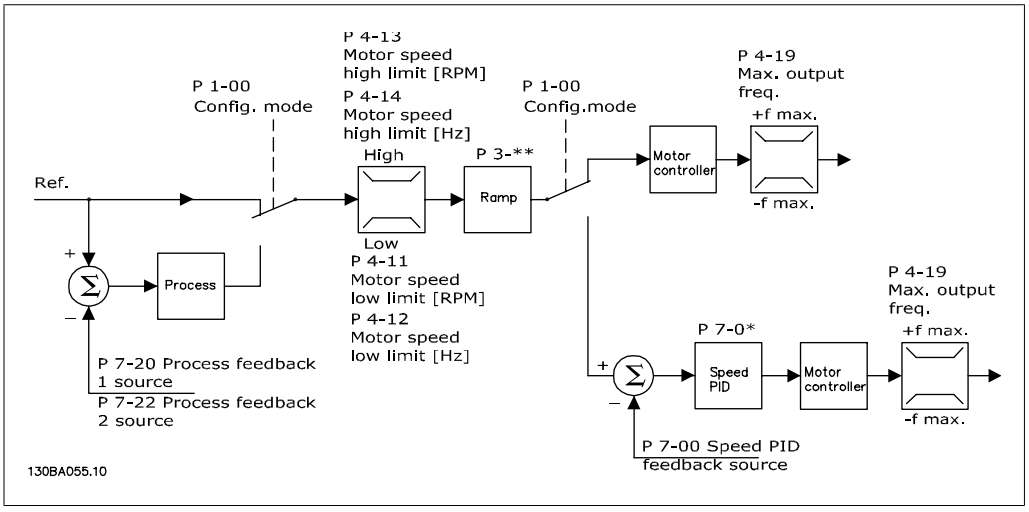
FC 302 สามารถใช้งานกับมอเตอร์ซิงโครนัสแบบแม่เหล็กถาวร (เซอร์โวมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน) รวมทั้งมอเตอร์อะซิงโครนัสแบบกรงกระรอกทั่วไป

ลักษณะการลัดวงจรใน FC 302 จะขึ้นอยู่กับตัววัดกระแส 3 ตัวในเฟสของมอเตอร์ และการป้องกันการอิ่มตัวโดยใช้ค่าที่ได้รับจากเบรก



3.2.4. โครงสร้างตัวควบคุมใน VVCplus

โครงสร้างตัวควบคุมในการกำหนดรูปแบบวงรอบเปิดและวงรอบปิดของ VVC^{plus}:



ในการกำหนดรูปแบบดังแสดงในภาพประกอบข้างต้น พารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์* จะตั้งไว้ที่ "VVC^{plus} [1]" และพารามิเตอร์ 1-00 จะตั้งไว้ที่ "ความเร็ววงรอบเปิด [0]" ค่าอ้างอิงผลลัพธ์จากระบบจัดการ

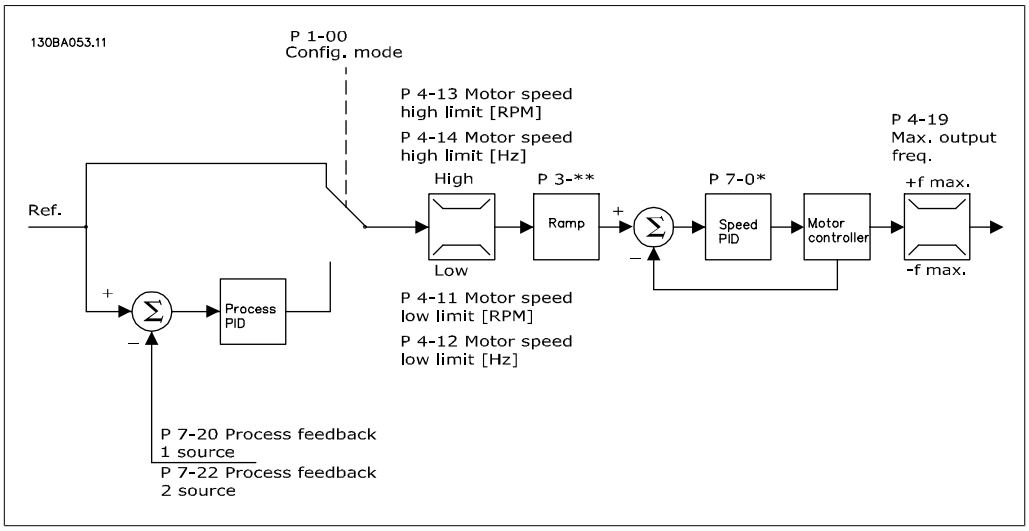
ค่าอ้างอิงจะได้รับและป้อนผ่านการจำกัดการเปลี่ยนความเร็วและจำกัดความเร็ว ก่อนจะถูกส่งไปยังตัวควบคุมมอเตอร์ จากนั้นเอาท์พุทของตัวควบคุมมอเตอร์จะถูกจำกัดโดยขีดจำกัดความถี่สูงสุด

ถ้าพารามิเตอร์ 1-00 ถูกตั้งค่าไว้ที่ "วงปิดความเร็ว [1]" ค่าอ้างอิงผลลัพธ์จะถูกส่งผ่านจากการจำกัดการเปลี่ยนความเร็วและการจำกัดความเร็วไปยังการควบคุมแบบPID ในโหมดความเร็ว พารามิเตอร์ตัวควบคุม PID ในโหมดความเร็วอยู่ในกลุ่มพารามิเตอร์ 7-0* ค่าอ้างอิงผลลัพธ์จาก PID ในโหมดความเร็วจะถูกส่งไปยังการควบคุมมอเตอร์ ซึ่งถูกจำกัดค่าโดยการจำกัดความถี่

เลือก "กระบวนการ [3]" ในพารามิเตอร์ 1-00 เพื่อใช้การควบคุมแบบ PID ในโหมดกระบวนการ สำหรับการควบคุมแบบป้อนกลับ ตัวอย่างเช่น การควบคุมความเร็วหรือแรงดันในการประยุกต์งานการควบคุม พารามิเตอร์ของ PID สำหรับกระบวนการอยู่ในกลุ่มพารามิเตอร์ 7-2* และ 7-3*

3.2.5. โครงสร้างการควบคุมแบบฟลักซ์ ที่ไม่มีเซ็นเซอร์ (เฉพาะ FC 302)

โครงสร้างการควบคุมในวงเปิดและวงปิดแบบฟลักซ์ไม่มีเซ็นเซอร์



ในการกำหนดรูปแบบดังแสดงไว้ในพารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์* จะตั้งไว้ที่ "ฟลักซ์แบบไม่มีเซ็นเซอร์ [2]" และพารามิเตอร์ 1-00 จะตั้งไว้ที่ "วงเปิดความเร็ว [0]" ค่าอ้างอิงผลลัพธ์จากระบบจัดการค่าอ้างอิงจะถูกป้อนผ่านขีดจำกัดการเปลี่ยนความเร็วและขีดจำกัดความเร็วตามที่กำหนดโดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ระบุ

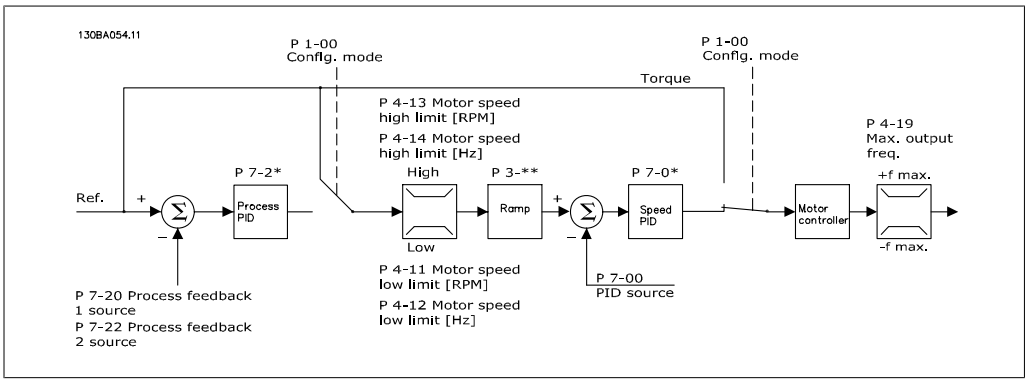
การป้อนกลับความเร็วประเมินจะได้รับการสร้างและส่งไปยัง PID ในโหมดความเร็ว เพื่อใช้ควบคุมความถี่เอาท์พุท
PID ในโหมดความเร็วจะต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ P, I และ D (กลุ่มพารามิเตอร์ 7-0*)

เลือก "กระบวนการ [3]" ในพารามิเตอร์ 1-00 เพื่อใช้งานการควบคุมแบบ PID กระบวนการ สำหรับการควบคุมวงรอบปิด ตัวอย่างเช่น การควบคุมความเร็ว แรงดัน ในการประยุกต์ใช้งานการควบคุม พารามิเตอร์กระบวนการ PID อยู่ในกลุ่มพารามิเตอร์ 7-2* และ 7-3*

3

3.2.6. โครงสร้างการควบคุมแบบฟลักซ์ซึ่งมีการป้อนกลับของมอเตอร์

โครงสร้างการควบคุมแบบฟลักซ์โดยมีการป้อนกลับจากมอเตอร์ (มีเฉพาะในรุ่น FC 302):



ในการกำหนดรูปแบบที่แสดงในภาพ พารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์* จะตั้งไว้ที่ "ฟลักซ์ที่มีการป้อนกลับจากมอเตอร์ [3]" และพารามิเตอร์ 1-00 จะตั้งไว้ที่ "วงปิดความเร็ว [1]"

การควบคุมมอเตอร์ในการกำหนดรูปแบบเช่นนี้จะใช้สัญญาณป้อนกลับจากเอ็นโคดเดอร์ที่ติดตั้งไว้ในมอเตอร์โดยตรง (ตั้งค่าในพารามิเตอร์ 1-02 *แหล่งสัญญาณเอ็นโคดเดอร์เพลามอเตอร์*)

เลือก "วงปิดความเร็ว [1]" ในพารามิเตอร์ 1-00 เพื่อใช้ค่าอ้างอิงผลลัพธ์เป็นอินพุตสำหรับตัวควบคุม PID ในโหมดความเร็ว พารามิเตอร์ของตัวควบคุม PID ในโหมดความเร็วอยู่ในกลุ่มพารามิเตอร์ 7-0*

เลือก "ทอร์ก [2]" ในพารามิเตอร์ 1-00 เพื่อใช้ค่าอ้างอิงผลลัพธ์เป็นค่าอ้างอิงโดยตรงของทอร์ก การควบคุมแรงบิดสามารถเลือกได้เฉพาะในการกำหนดรูปแบบการควบคุมแบบ *ฟลักซ์ซึ่งมีการป้อนกลับมอเตอร์* (พารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์*) เมื่อเลือกโหมดนี้ ค่าอ้างอิงจะใช้หน่วยเป็น Nm การทำงานไม่จำเป็นต้องมีการป้อนกลับแรงบิด เนื่องจากแรงบิดที่แท้จริงจะคำนวณได้โดยใช้ค่ากระแสของตัวแปลงความถี่ที่วัดมา

เลือก "กระบวนการ [3]" ในพารามิเตอร์ 1-00 เพื่อใช้การควบคุมแบบ PID กระบวนการสำหรับการควบคุมวงรอบปิด อย่างเช่น การควบคุมความเร็วหรือการควบคุมกระบวนการต่างๆ ในการประยุกต์ใช้งานการควบคุม

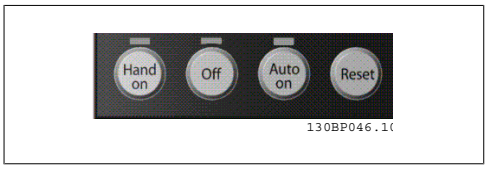
3.2.7. การควบคุมกระแสภายใน ในโหมด VVCplus

ตัวแปลงความถี่มีตัวควบคุมค่าจำกัดกระแสอยู่ภายใน จะทำงานเมื่อกระแสมอเตอร์และแรงบิดสูงกว่าขีดจำกัดแรงบิด ที่ตั้งในในพารามิเตอร์ 4-16, 4-17 และ 4-18
เมื่อตัวแปลงความถี่ทำงานอยู่ที่ขีดจำกัดกระแส ในระหว่างการทำงานของมอเตอร์หรือการทำงานแบบคืนพลังงานกลับ ตัวแปลงความถี่จะพยายามทำให้ค่าแรงบิดลดต่ำกว่าขีดจำกัดที่ตั้งไว้โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่สูญเสียการควบคุมมอเตอร์

3.2.8. การควบคุมหน้าเครื่อง (ควบคุมด้วยมือ) และระยะไกล (อัตโนมัติ)

ตัวแปลงความถี่สามารถสั่งการทำงานโดยผู้ใช้ผ่านทางแผงควบคุมหน้าเครื่อง (LCP) หรือสั่งงานจากระยะไกลผ่านอินพุทดิจิตัลและอนาล็อก และบัสอนุกรม
หากได้รับการกำหนดในพารามิเตอร์ 0-40, 0-41, 0-42 และ 0-43 จะสามารถสตาร์ทหรือหยุดการทำงานของตัวแปลงความถี่ผ่านทาง LCP โดยใช้ปุ่ม [Hand ON] และ [Off] ได้ โดยสามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนผ่านทางปุ่ม [RESET] หลังจากกดปุ่ม [Hand On] ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดควบคุมด้วยมือ และทำตามค่าอ้างอิงหน้าเครื่อง (ตั้งเป็นค่ามาตรฐาน) ที่สามารถตั้งได้โดยใช้ปุ่มลูกศรบน LCP

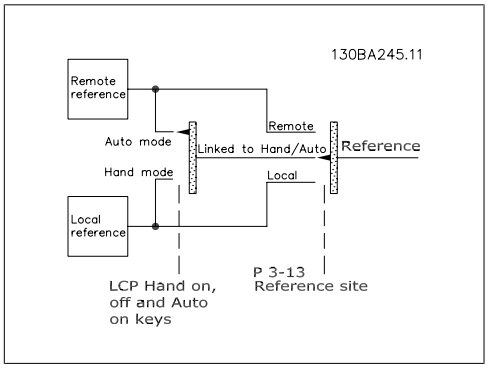
หลังจากกดปุ่ม [Auto On] ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดทำงานอัตโนมัติ และทำงานตามค่าอ้างอิงระยะไกล (ตั้งเป็นค่ามาตรฐาน) ในโหมดนี้สามารถที่จะควบคุมตัวแปลงความถี่ ผ่านทางอินพุทดิจิตัลและอินเตอร์เฟสอนุกรมต่างๆ (RS-485, USB หรือตัวเลือกฟิลด์บัสต่างๆ) ดูเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสตาร์ท การหยุด การเปลี่ยนความเร็ว และชุดคำสั่งพารามิเตอร์ ฯลฯ ในกลุ่มพารามิเตอร์ 5-1* (อินพุทดิจิตัล) หรือกลุ่มพารามิเตอร์ 8-5* (การสื่อสารแบบอนุกรม)

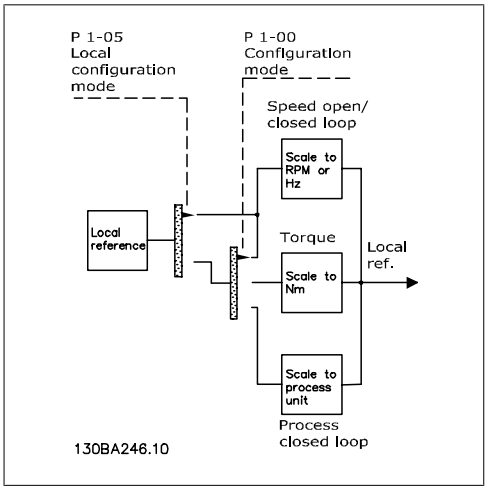


ค่าอ้างอิงที่ใช้งานและโหมดการกำหนดรูปแบบ

ค่าอ้างอิงที่ใช้งานสามารถเป็นได้ทั้งค่าอ้างอิงสำหรับการควบคุมด้วยมือและค่าอ้างอิงระยะไกล

ในพารามิเตอร์ 3-13 *ตำแหน่งอ้างอิง* ค่าอ้างอิงหน้าเครื่องสามารถเลือกไว้อย่างถาวรได้โดยการเลือก *หน้าเครื่อง* [2]
หากต้องการเลือกค่าอ้างอิงระยะไกลอย่างถาวรให้เลือก*ระยะไกล* [1] โดยการเลือก *เชื่อมโยงกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ* [0] (ค่าตั้งจากโรงงาน) ตำแหน่งอ้างอิงจะขึ้นอยู่กับโหมดที่ใช้งาน (โหมดควบคุมด้วยมือหรือโหมดอัตโนมัติ)





ควบคุมด้วยมือ อัตโนมัติ ปุ่ม LCP	**ตำแหน่งอ้างอิง พารามิเตอร์ 3-13**	**ค่าอ้างอิงที่ใช้งาน**
ควบคุมด้วยมือ	เชื่อมโยงกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ	หน้าเครื่อง
ควบคุมด้วยมือ -> ปิด	เชื่อมโยงกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ	หน้าเครื่อง
อัตโนมัติ	เชื่อมโยงกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ	ระยะไกล
อัตโนมัติ -> ปิด	เชื่อมโยงกับการควบคุมด้วยมือ/อัตโนมัติ	ระยะไกล
ทุกปุ่ม	หน้าเครื่อง	หน้าเครื่อง
ทุกปุ่ม	ระยะไกล	ระยะไกล

ตารางด้านล่างแสดงเงื่อนไขว่าเมื่อใดที่ค่าอ้างอิงที่ใช้งานจะเป็นค่าอ้างอิงหน้าเครื่องหรือค่าอ้างอิงระยะไกลหนึ่งในค่าอ้างอิงนั้นจะจะทำงานอยู่เสมอ แต่จะไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ในขณะเดียวกัน

พารามิเตอร์ 1-00 *โหมดการกำหนดรูปแบบ* จะกำหนดว่าหลักการควบคุมมอเตอร์แบบใดที่จะถูกนำมาใช้งาน (เช่น การควบคุมความเร็ว แรงบิด หรือกระบวนการควบคุม) เมื่อทำงานแบบใช้ค่าอ้างอิงระยะไกล (ดูตารางข้างบนสำหรับเงื่อนไขต่างๆ)

พารามิเตอร์ 1-05 *การกำหนดรูปแบบโหมดจากหน้าเครื่อง* จะกำหนดชนิดของหลักการควบคุมของการใช้งานที่จะนำมาใช้ เมื่อทำงานแบบใช้ค่าอ้างอิงหน้าเครื่อง

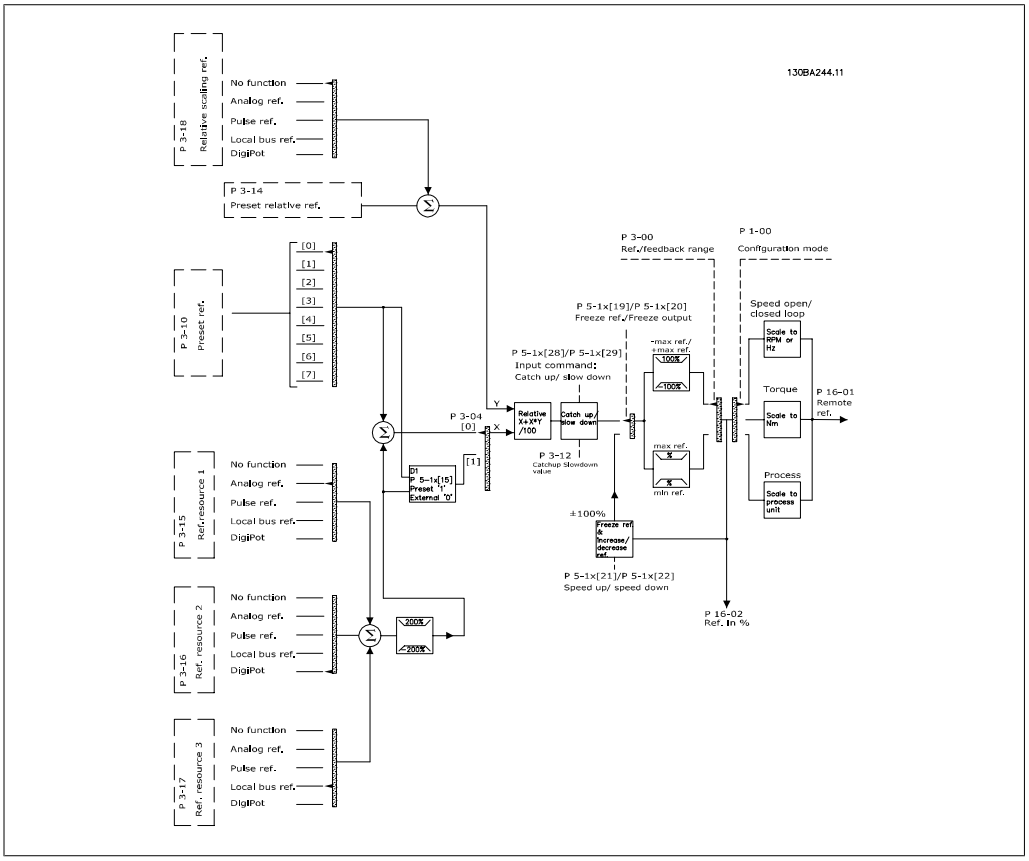
3

การจัดการค่าอ้างอิง

ค่าอ้างอิงหน้าเครื่อง

ค่าอ้างอิงระยะไกล

ระบบการจัดการค่าอ้างอิงสำหรับการคำนวณค่าอ้างอิงระยะไกลแสดงอยู่ในแผนภาพด้านล่าง



ค่าอ้างอิงระยะไกลจะถูกคำนวณหนึ่งครั้งทุกๆ ช่วงระยะการสแกน และที่จุดเริ่มต้นจะประกอบด้วยสองส่วน:

1. X (ค่าอ้างอิงภายนอก): ผลรวม (ดูพารามิเตอร์ 3-04) ของค่าอ้างอิงภายนอกที่เลือกได้ถึงสี่ค่า ประกอบด้วยผลรวมใดๆ (กำหนดโดยการตั้งในพารามิเตอร์ 3-15, 3-16 และ 3-17) ของค่าอ้างอิงที่ตั้งไว้ล่วงหน้าแน่นอน (พารามิเตอร์ 3-10) ค่าอ้างอิงแบบอนาล็อกผันแปร, ค่าอ้างอิงแบบพัลส์ดิจิตัลผันแปร และค่าอ้างอิงบัสอนุกรมแบบต่างๆ ไม่ว่าจะอยู่ในการควบคุมที่ใช้หน่วยของตัวแปลงความถี่แบบใด ([Hz], [RPM], [Nm] ฯลฯ)
2. Y (ค่าอ้างอิงสัมพัทธ์): ผลรวมของค่าอ้างอิงที่ตั้งไว้ล่วงหน้าแน่นอนหนึ่งค่า (พารามิเตอร์ 3-14) กับค่าอ้างอิงแบบอนาล็อกผันแปรหนึ่งค่า (พารามิเตอร์ 3-18) เป็น [%]

ทั้งสองส่วนนี้จะถูกรวมไว้ในการคำนวณต่อไปนี้: ค่าอ้างอิงระยะไกล = X + X * Y/100% ฟังก์ชัน *กวดตาม/ชะลอ* และฟังก์ชัน *ล็อกค้างค่าอ้างอิง* จะสามารถใช้งานได้ทั้งคู่โดยอินพุทดิจิตัลบนตัวแปลงความถี่ ซึ่งได้อธิบายไว้ในกลุ่มพารามิเตอร์ 5-1*
การตั้งสเกลของค่าอ้างอิงอนาล็อกอธิบายไว้ในกลุ่มพารามิเตอร์ 6-1* และ 6-2* และการตั้งสเกลของค่าอ้างอิงแบบพัลส์ดิจิตัลอธิบายไว้ในกลุ่มพารามิเตอร์ 5-5*

ขีดจำกัดและช่วงของค่าอ้างอิงจะตั้งได้ในกลุ่มพารามิเตอร์ 3-0*

3.2.9. การจัดการค่าอ้างอิง

ค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับสามารถตั้งสเกลตามหน่วยทางกายภาพ (เช่น RPM, Hz, ฐC) หรือตั้งเป็น % โดยเทียบกับค่าของพารามิเตอร์ 3-02 *ค่าอ้างอิงต่ำสุด* และพารามิเตอร์ 3-03 *ค่าอ้างอิงสูงสุด*

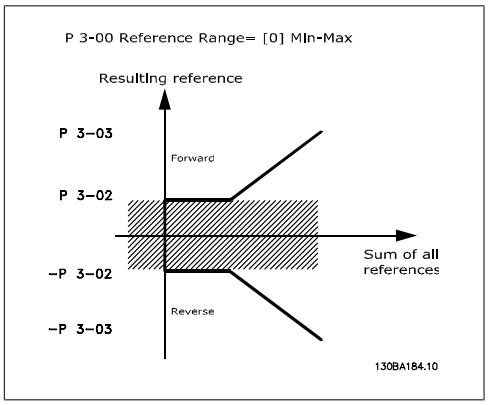
ในกรณีนี้อินพุทอนาล็อกและอินพุทแบบพัลส์ทุกตัวจะถูกตั้งสเกลตามกฎดังต่อไปนี้:

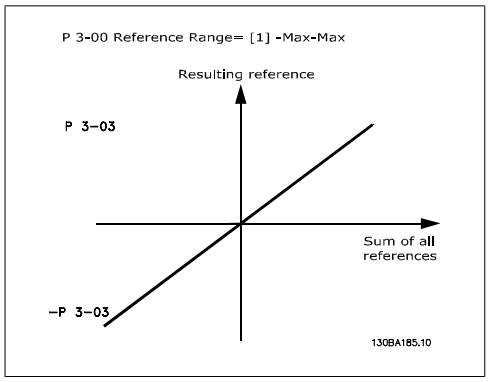
- เมื่อพารามิเตอร์ 3-00 *ช่วงค่าอ้างอิง*: [0] ต่ำสุด - สูงสุด 0% ของค่าอ้างอิงเท่ากับ 0 [หน่วย] เมื่อหน่วยเป็นหน่วยใดๆ ก็ตาม เช่น rpm, m/s, bar ฯลฯ 100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับ ค่าสูงสุด (ค่าสัมบูรณ์ (พารามิเตอร์ 3-03 *ค่าอ้างอิงสูงสุด*), ค่าสัมบูรณ์ (พารามิเตอร์ 3-02 *ค่าอ้างอิงต่ำสุด*))
- เมื่อพารามิเตอร์ 3-00 *ช่วงค่าอ้างอิง*: [1] -สูงสุด - +สูงสุด 0% ของค่าอ้างอิงเท่ากับ 0 [หน่วย] -100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับ -ค่าอ้างอิงสูงสุด 100% ของค่าอ้างอิงที่เท่ากับค่าอ้างอิงสูงสุด

ค่าอ้างอิงบัสจะตั้งสเกลตามกฎดังต่อไปนี้

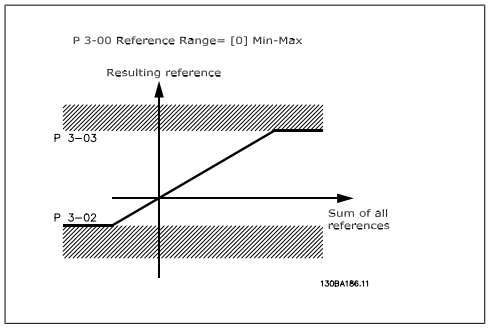
- เมื่อพารามิเตอร์ 3-00 *ช่วงค่าอ้างอิง*: [0] ต่ำสุด-สูงสุด เพื่อให้ได้รับค่าความละเอียดสูงสุดบนค่าอ้างอิงของบัส การตั้งสเกลบนบัสหมายถึง: 0% ของค่าอ้างอิงเท่ากับค่าอ้างอิงต่ำสุด และ 100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับค่าอ้างอิงสูงสุด
- เมื่อพารามิเตอร์ 3-00 *ช่วงค่าอ้างอิง*: [1] -สูงสุด - +สูงสุด -100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับ -ค่าอ้างอิงสูงสุด 100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับค่าอ้างอิงสูงสุด

พารามิเตอร์ 3-00 *ช่วงค่าอ้างอิง*, 3-02 *ค่าอ้างอิงต่ำสุด* และ 3-03 *ค่าอ้างอิงสูงสุด* ทั้งสามพารามิเตอร์จะร่วมกันกำหนดช่วงของผลรวมค่าอ้างอิงทั้งหมดที่ยอมรับได้ ผลรวมของทุกค่าอ้างอิงจะถูกจำกัดค่าถ้ามีความจำเป็น ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอ้างอิงผลลัพธ์ (ภายหลังการจำกัดค่า)และผลรวมของทุกค่าอ้างอิงแสดงดังข้างล่าง





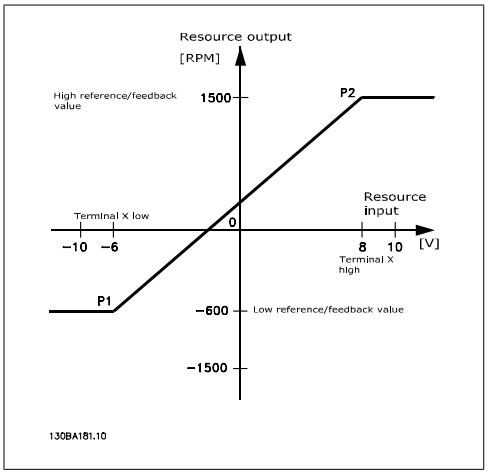
ค่าของพารามิเตอร์ 3-02 *ค่าอ้างอิงต่ำสุด* ไม่สามารถตั้งค่าให้ต่ำกว่า 0 ยกเว้นในกรณีที่พารามิเตอร์ 1-00 *โหมดการกำหนดรูปแบบ* ถูกตั้งค่าไว้ที่ [3] กระบวนการ ในกรณีดังกล่าว ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้ระหว่างค่าอ้างอิงผลลัพธ์ (ภายหลังการจำกัดค่า) และผลรวมของทุกค่าอ้างอิงแสดงได้ดังรูปทางขวา

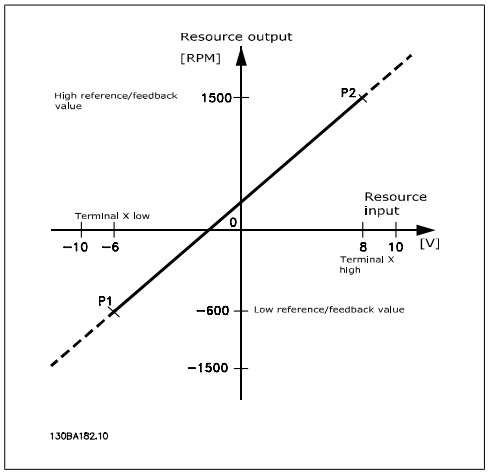


3

3.2.10. การตั้งสเกลค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับ

ค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับจะถูกตั้งสเกลจากอินพุทอนาล็อกและอินพุทแบบพัลส์ในลักษณะเดียวกัน โดยมีความแตกต่างเพียงอย่างเดียวคือ ค่าอ้างอิงที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าค่า"จุดปลาย" ต่ำสุดและสูงสุดที่กำหนดไว้ (P1 และ P2 ในกราฟด้านล่าง) จะถูกจำกัดค่าในขณะที่ค่าป้อนกลับที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าจะไม่ถูกจำกัด





จุดปลายของ P1 และ P2 ถูกกำหนดโดยพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของอินพุทที่ใช้ว่าเป็นดิจิตอลหรืออนาล็อก

	อนาล็อก 53 S201= ปิด (OFF)	อนาล็อก 53 S201= เปิด (ON)	อนาล็อก 54 S202= ปิด (OFF)	อนาล็อก 54 S202= เปิด (ON)	อินพุทแบบพัลส์ 29	อินพุทแบบพัลส์ 33
P1 = (ค่าอินพุทต่ำสุด, ค่าอ้างอิงต่ำสุด)						
ค่าอ้างอิงต่ำสุด	พารามิเตอร์ 6-14	พารามิเตอร์ 6-14	พารามิเตอร์ 6-24	พารามิเตอร์ 6-24	พารามิเตอร์ 5-52	พารามิเตอร์ 5-57
ค่าอินพุทต่ำสุด	พารามิเตอร์ 6-10 [V]	พารามิเตอร์ 6-12 [mA]	พารามิเตอร์ 6-20 [V]	พารามิเตอร์ 6-22 [mA]	พารามิเตอร์ 5-50 [Hz]	พารามิเตอร์ 5-55 [Hz]
P2 = (ค่าอินพุทสูงสุด, ค่าอ้างอิงสูงสุด)						
ค่าอ้างอิงสูงสุด	พารามิเตอร์ 6-15	พารามิเตอร์ 6-15	พารามิเตอร์ 6-25	พารามิเตอร์ 6-25	พารามิเตอร์ 5-53	พารามิเตอร์ 5-58
ค่าอินพุทสูงสุด	พารามิเตอร์ 6-11 [V]	พารามิเตอร์ 6-13 [mA]	พารามิเตอร์ 6-21 [V]	พารามิเตอร์ 6-23 [mA]	พารามิเตอร์ 5-51 [Hz]	พารามิเตอร์ 5-56 [Hz]

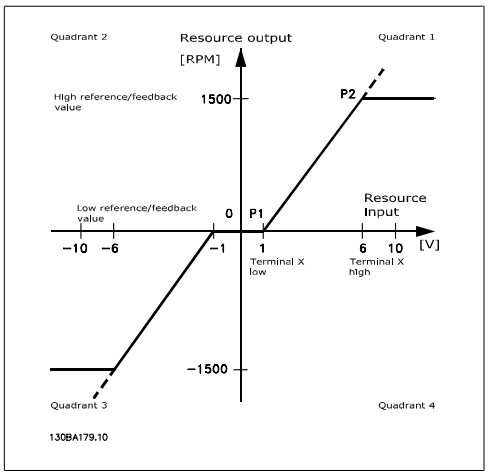
3.2.11. แถบห้ามใกล้ศูนย์

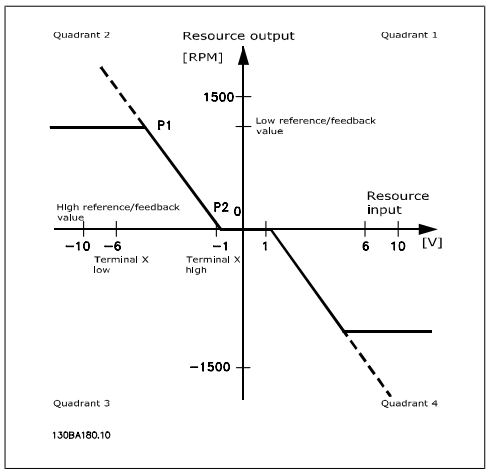
ในบางกรณีค่าอ้างอิง (หรือค่าป้อนกลับสำหรับเพียงไม่กี่กรณี) ควรจะมี แถบห้าม รอบๆ ศูนย์ (เช่น เพื่อให้มั่นใจได้ว่าเครื่องจักรจะหยุดทำงานเมื่อค่าอ้างอิงมีค่า"ใกล้ศูนย์")

เมื่อต้องการใช้งานแถบห้าม และกำหนดขนาดของแถบห้าม ให้ปฏิบัติดังนี้:

- ค่าอ้างอิงต่ำสุด (ดูตารางข้างบนสำหรับพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง) หรือค่าอ้างอิงสูงสุด ค่าใดค่าหนึ่งจะต้องเป็นศูนย์ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ P1 หรือ P2 ค่าใดค่าหนึ่งจะต้องอยู่บนแกน X ในกราฟด้านล่าง
- และทั้งสองจุดจะกำหนดการตั้งสเกลของกราฟให้อยู่ในควอแดรนต์เดียวกัน

ขนาดของแถบห้าม กำหนดโดย P1 หรือ P2 ดังแสดงตามกราฟด้านล่าง

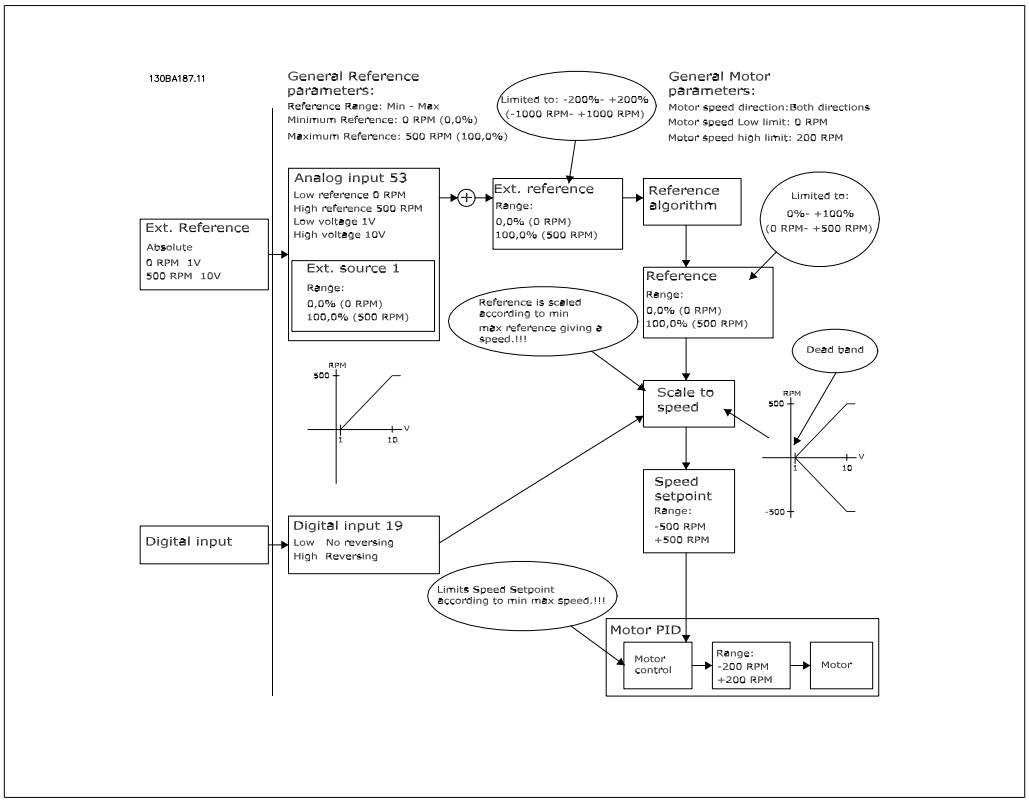




ดังนั้นจุดปลายค่าอ้างอิง P1 = (0 V, 0 RPM) จะไม่มีผลในแถบห้ามเลย แต่จุดปลายค่าอ้างอิงของ P1 = (1V, 0 RPM) จะมีผลในแถบห้าม -1V ถึง +1V ในกรณีนี้โดยมีเงื่อนไขว่าจุดปลาย P2 ถูกวางอยู่ในควอแดรนท์ 1 หรือ ควอแดรนท์ 4

กรณีที่ 1 : ค่าอ้างอิงบวกที่มีแถบห้าม, อินพุทดิจิตอลในการทริกเกอร์ให้หมุนกลับทาง

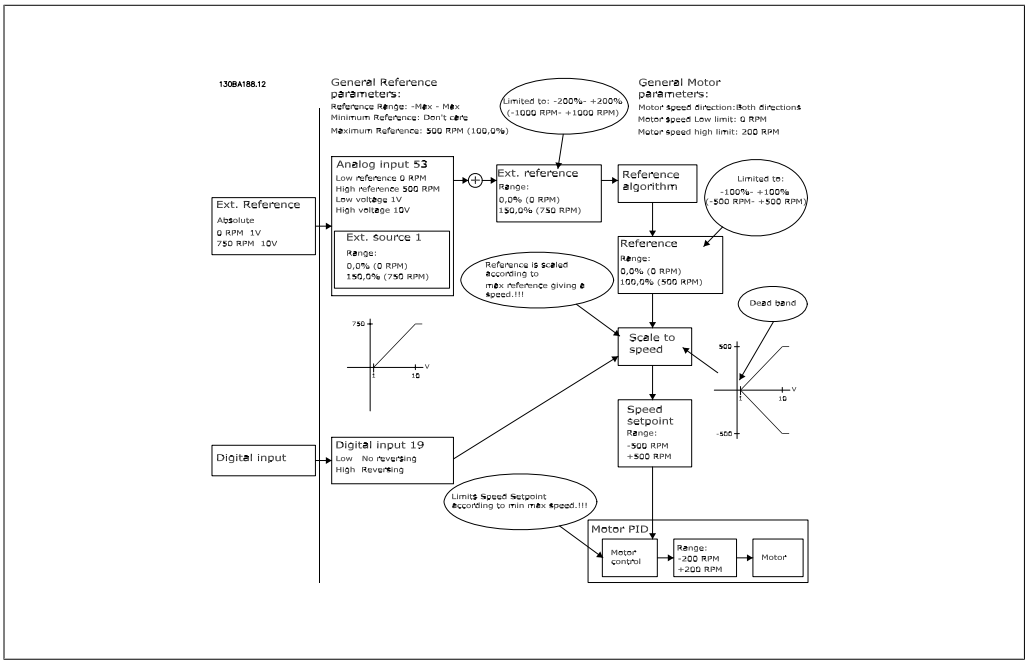
กรณีนี้แสดงให้เห็นว่าอินพุทค่าอ้างอิงที่มีขีดจำกัดอยู่ภายในขีดจำกัด ต่ำสุด - สูงสุด จะถูกจำกัดค่ายอดอย่างไร



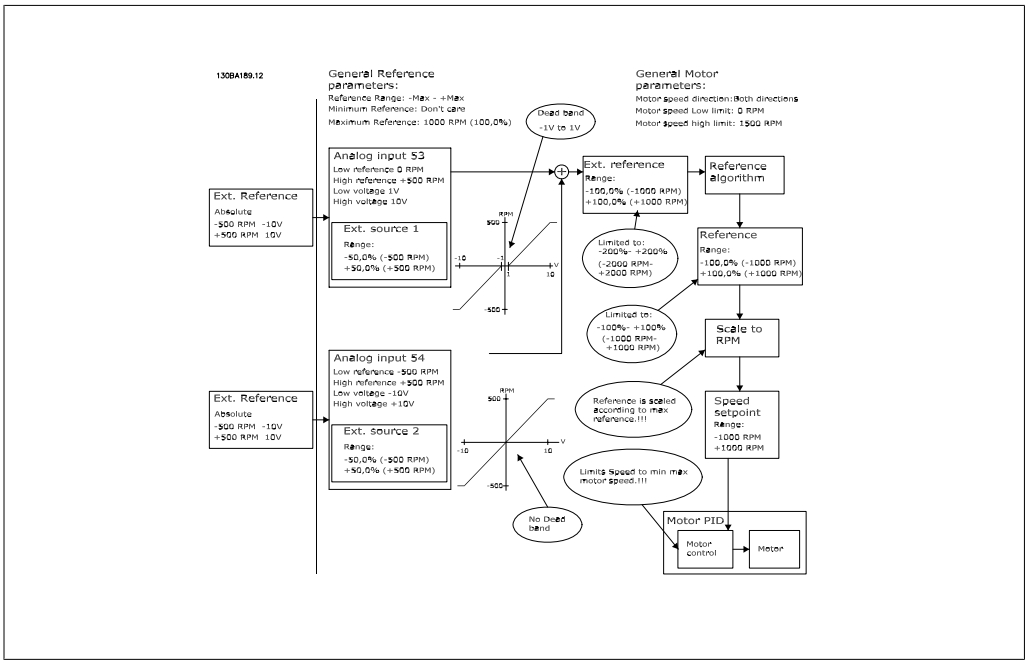
3

กรณีที่ 2 : ค่าอ้างอิงบวกที่มีแถบห้าม, อินพุทดิจิตอลในการทริกเกอร์ให้หมุนกลับทิศทาง กฎการจำกัดค่ายอด

กรณีนี้แสดงให้เห็นว่าอินพุทค่าอ้างอิงที่มีขีดจำกัดอยู่ภายนอกขีดจำกัด -สูงสุด – +สูงสุด ถูกจำกัดค่าอยู่ที่ขีดจำกัดอินพุทด้านต่ำและสูง ก่อนที่จะทำการเพิ่มค่ากับค่าอ้างอิงภายนอก และแสดงให้เห็นว่าค่าอ้างอิงภายนอกถูกจำกัดค่าไว้ที่ -สูงสุด – +สูงสุด โดยอัลกอริธึมค่าอ้างอิงอย่างไร



กรณีที่ 3 : ค่าอ้างอิงลบไปยังค่าอ้างอิงบวกที่มีแถบห้าม, เครื่องหมายที่กำหนดทิศทาง, -สูงสุด – +สูงสุด



3.3.1. การควบคุมความเร็ว PID

ตารางแสดงการกำหนดรูปแบบการควบคุมเมื่อการควบคุมความเร็วทำงาน

พารามิเตอร์ 1-00 โหมดการกำหนดรูปแบบ	พารามิเตอร์ 1-01 หลักการควบคุมมอเตอร์			
	U/f	VVC^{plus}	ฟลักซ์ไม่มีเซนเซอร์	ฟลักซ์ด้วยค่าป้อนกลับจากเอ็นโคดเดอร์
[0] ความเร็วสำหรับวงรอบเปิด	ไม่ใช้งาน	ไม่ใช้งาน	ใช้งาน	N.A.
[1] ความเร็วสำหรับวงรอบปิด	N.A.	ใช้งาน	N.A.	ใช้งาน
[2] แรงบิด	N.A.	N.A.	N.A.	ไม่ใช้งาน
[3] กระบวนการ		ไม่ใช้งาน	ใช้งาน	ใช้งาน

หมายเหตุ: "N.A." หมายความว่าไม่มีโหมดที่ระบุอยู่ "ไม่ใช้งาน" หมายความว่ามีโหมดที่ระบุอยู่ แต่การควบคุมความเร็วจะไม่ทำงานในโหมดนั้น

หมายเหตุ: ตัวควบคุม PID สำหรับควบคุมความเร็วจะทำงานได้ภายใต้ค่าพารามิเตอร์ที่ตั้งมาจากโรงงาน แต่ควรอย่างยิ่งที่จะทำการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ เพื่อให้ได้สมรรถนะที่เหมาะสมที่สุดในการควบคุมมอเตอร์ หลักการควบคุมด้วยฟลักซ์มอเตอร์ทั้งสองรูปแบบจะขึ้นอยู่กับการปรับแต่งที่เหมาะสมอย่างมากเพื่อที่จะให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานจากความสามารถที่มีอยู่อย่างเต็มที่

3

พารามิเตอร์ต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับการควบคุมความเร็ว:

พารามิเตอร์	คำอธิบายการทำงาน
ค่าป้อนกลับ พารามิเตอร์ 7-00	เลือกจากอินพุทค่าป้อนกลับแก่ PID ในโหมดความเร็ว
อัตราขยายตามส่วน พารามิเตอร์ 7-02	ยิ่งมีค่าสูง การควบคุมจะยิ่งรวดเร็ว อย่างไรก็ดี ค่าที่สูงเกินไปจะทำให้เกิดการแกว่งหรือการออสซิลเลต (oscillation) ได้
เวลารวม พารามิเตอร์ 7-03	ขจัดความคลาดเคลื่อนในสภาวะอยู่ตัวของความเร็ว ค่าที่ต่ำจะทำให้ได้การตอบสนองที่รวดเร็ว อย่างไรก็ดี ค่าที่ต่ำเกินไปจะทำให้เกิดการแกว่งได้
ค่าเวลา D พารามิเตอร์ 7-04	ให้ค่าอัตราขยายที่เป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าป้อนกลับ การตั้งค่าเป็นศูนย์จะปิดการใช้งานตัวดิฟเฟอเรนชิเอตนี้
ขีดจำกัดค่าอัตราขยายของผลต่าง พารามิเตอร์ 7-05	หากมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในค่าอ้างอิงหรือค่าป้อนกลับ ของระบบที่ประยุกต์ใช้งานอยู่ ซึ่งหมายถึงความคลาดเคลื่อนมีการเปลี่ยนอย่างฉับพลัน ตัวดิฟเฟอเรนชิเอตจะทำงานเป็นหลัก ทั้งนี้เนื่องจากตัวดิฟเฟอเรนชิเอตจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความคลาดเคลื่อน ยิ่งความคลาดเคลื่อนมีการเปลี่ยนแปลงมาก ค่าอัตราขยายของตัวดิฟเฟอเรนชิเอตยิ่งมีผลมาก อัตราขยายของผลต่างจึงควรถูกจำกัดค่าได้เพื่อช่วยให้สามารถตั้งค่าเวลา D ที่เหมาะสมสำหรับชะลอการเปลี่ยนแปลงและมีอัตราขยายที่รวดเร็วเหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว
เวลาวงจรกรองต่ำ พารามิเตอร์ 7-06	วงจรกรองผ่านต่ำลดทอนการออสซิลเลตในสัญญาณป้อนกลับ และปรับปรุงสมรรถนะการทำงานในสภาวะคงที่ อย่างไรก็ดี ค่าเวลาของวงจรกรองที่สูงเกินไป จะบั่นทอนสมรรถนะการทำงานเชิงพลวัตของการควบคุม PID ในโหมดความเร็ว การตั้งค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ 7-06 ได้จากจำนวนพัลส์ต่อรอบการหมุนจากเอ็นโคดเดอร์ (PPR):

เอ็นโคดเดอร์ PPR	พารามิเตอร์ 7-06
512	10 ms
1024	5 ms
2048	2 ms
4096	1 ms

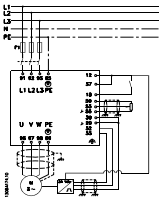
ด้านล่างเป็นตัวอย่างสำหรับวิธีการตั้งโปรแกรมการควบคุมความเร็ว:

ในกรณีนี้ การควบคุม PID ในโหมดความเร็ว จะถูกใช้ในการรักษาความเร็วของมอเตอร์ให้คงที่ ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปตามโหลดที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ความเร็วมอเตอร์ที่ต้องการจะตั้งค่าผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์ ที่ต่ออยู่ที่ขั้วต่อ 53 ย่านความเร็วจะอยู่ที่ 0 - 1500 RPM ซึ่งสัมพันธ์กับแรงดัน 0 - 10V ที่โพเทนชิโอมิเตอร์

การสตาร์ทและการหยุดจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ที่ต่ออยู่ที่ขั้วต่อ 18

PID ในโหมดความเร็ว จะตรวจดูค่า RPM ที่แท้จริงของมอเตอร์ โดยใช้เอ็นโคดเดอร์แบบเพิ่ม 24V (HTL) เป็นค่าป้อนกลับ เซนเซอร์สำหรับการป้อนกลับจะเป็นเอ็นโคดเดอร์ (1024 พัลส์ต่อรอบ) ต่ออยู่กับขั้วต่อ 32 และ 33



ในรายการพารามิเตอร์ด้านล่าง จะสมมติว่าค่าพารามิเตอร์และสวิตช์อื่นๆ ทั้งหมด ยังคงเป็นการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน

จะต้องทำการตั้งโปรแกรมตามลำดับขั้นตอนที่แสดงด้านล่าง ให้ดูคำอธิบายของการตั้งค่าในคู่มือการตั้งโปรแกรม

การทำงาน	หมายเลขพารามิเตอร์	โหลด
1) ตรวจสอบให้แน่ใจว่ามอเตอร์ทำงานอย่างถูกต้อง ปฏิบัติดังนี้		
ตั้งค่าพารามิเตอร์มอเตอร์ตามข้อมูลบนป้ายชื่อ	1-2*	ตามที่ระบุบนป้ายชื่อของมอเตอร์
ให้ VLT ทำการปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ	1-29	[1] ใช้ AMA แบบสมบูรณ์
2) ตรวจสอบมอเตอร์ขณะทำงานและเอ็นโคดเดอร์ติดตั้งไว้อย่างถูกต้อง ปฏิบัติดังนี้		
กดปุ่ม "Hand On" บน LCP ตรวจสอบว่ามอเตอร์กำลังทำงานอยู่ และให้สังเกตว่ามอเตอร์หมุนไปในทิศทางใด (ตั้งแต่นี้เป็นต้นไปจะเรียกว่า "ทิศทางบวก")		ตั้งค่าอ้างอิง **บวก**
ไปยังพารามิเตอร์ 16-20 หมุนมอเตอร์ช้าๆ ไปในทิศทางบวก โดยจะต้องหมุนอย่างช้าๆ (เพียงสองถึงสาม RPM) เพื่อให้สามารถดูได้ว่าค่าในพารามิเตอร์ 16-20 กำลังเพิ่มขึ้นหรือลดลง	16-20	N.A. (พารามิเตอร์ที่อ่านได้อย่างเดียว) หมายเหตุ: ค่าที่เพิ่มขึ้นจะโอเวอร์โฟลว์ที่ 65535 และสตาร์ทอีกครั้งที่ 0
ถ้าพารามิเตอร์ 16-20 มีค่าลดลง ให้เปลี่ยนทิศทางของเอ็นโคดเดอร์ในพารามิเตอร์ 5-71	5-71	[1] ทวนเข็มนาฬิกา (ถ้าพารามิเตอร์ 16-20 มีค่าลดลง)
3) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าขีดจำกัดของชุดขับถูกตั้งไว้ที่ค่าที่ปลอดภัย		
ตั้งค่าขีดจำกัดที่ยอมรับได้สำหรับเป็นค่าอ้างอิง	3-02 3-03	0 RPM (ค่าตั้งจากโรงงาน) 1500 RPM (ค่าตั้งจากโรงงาน)
ตรวจสอบดูว่าการตั้งค่าการเปลี่ยนความเร็วอยู่ในขีดความสามารถของชุดขับ และยอมรับได้ตามข้อกำหนดในการทำงานของการประยุกต์ใช้หรือไม่	3-41 3-42	การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน
ตั้งค่าขีดจำกัดที่ยอมรับได้สำหรับความเร็วและความถี่ของมอเตอร์	4-11 4-13 4-19	0 RPM (ค่าตั้งจากโรงงาน) 1500 RPM (ค่าตั้งจากโรงงาน) 60 Hz (ค่าตั้งจากโรงงาน 132 Hz)
4) กำหนดรูปแบบการควบคุมความเร็วและเลือกหลักการควบคุมมอเตอร์		
เปิดใช้การควบคุมความเร็ว	1-00	[1] ความเร็วสำหรับวงรอบปิด
การเลือกหลักการควบคุมมอเตอร์	1-01	[3] ฟลักซ์ด้วยค่าป้อนกลับจากมอเตอร์
5) การกำหนดรูปแบบและตั้งสเกลค่าอ้างอิงสำหรับการควบคุมความเร็ว		
ตั้งค่าอินพุทอนาล็อก 53 ให้เป็นแหล่งค่าอ้างอิง	3-15	ไม่จำเป็น (ค่าตั้งจากโรงงาน)
ตั้งสเกลอินพุทอนาล็อก 53 0 RPM (0 V) ถึง 1500 RPM (10V)	6-1*	ไม่จำเป็น (ค่าตั้งจากโรงงาน)
6) กำหนดรูปแบบสัญญาณเอ็นโคดเดอร์ 24V HTL ให้เป็นค่าป้อนกลับสำหรับการควบคุมมอเตอร์ และการควบคุมความเร็ว		
ตั้งค่าอินพุทดิจิตอล 32 และ 33 ให้เป็นอินพุทเอ็นโคดเดอร์	5-14 5-15	[0] ไม่ทำงาน (ค่าตั้งจากโรงงาน)
เลือกขั้วต่อ 32/33 ให้เป็นค่าป้อนกลับของมอเตอร์	1-02	ไม่จำเป็น (ค่าตั้งจากโรงงาน)
เลือกขั้วต่อ 32/33 ให้เป็น ค่าป้อนกลับสำหรับความเร็วให้กับ PID	7-00	ไม่จำเป็น (ค่าตั้งจากโรงงาน)
7) ปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของ PID สำหรับการควบคุมความเร็ว		
ทำตามคำแนะนำในการปรับแต่งในเรื่องที่เกี่ยวข้อง หรือปรับแต่งด้วยตนเอง	7-0*	ดูคำแนะนำด้านล่าง
8) เสร็จสิ้น!		
บันทึกการตั้งค่าพารามิเตอร์ลงใน LCP เพื่อการจัดเก็บอย่างปลอดภัย	0-50	[1] ทั้งหมดไปยัง LCP

3.3.2. การปรับการควบคุม PID ในโหมดความเร็ว

คำแนะนำในการปรับแต่งต่อไปนี้จะเป็นหลักปฏิบัติเมื่อใช้หลักการควบคุมด้วยฟลักซ์มอเตอร์แบบใดแบบหนึ่งในการประยุกต์ใช้งาน เมื่อโหลดหลักมีลักษณะเป็นความเฉื่อย (และมีความเสียดทานต่ำ)

ค่าของพารามิเตอร์ 7-02 ค่าอัตราขยายตามส่วน P ขึ้นอยู่กับผลรวมของค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของมอเตอร์และโหลด และแบนด์วิดท์ที่เลือกสามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{พารามิเตอร์ .7-02} = \frac{\text{Total inertia}\,[kgm^2] \times \text{พารามิเตอร์ .1-25}}{\text{พารามิเตอร์ .1-20} \times 9550} \times \text{แบนด์วิดท์ [rad/}$$

หมายเหตุ: พารามิเตอร์ 1-20 คือ กำลังมอเตอร์เป็น [kW] (เช่น ในสูตรให้ใส่ค่า '4' kW แทนที่จะเป็น '4000' W) ค่าที่เหมาะสมในทางปฏิบัติสำหรับแบนด์วิดท์คือ 20 rad/s ตรวจสอบผลลัพธ์ในการคำนวณพารามิเตอร์ 7-02 เทียบกับสูตรต่อไปนี้ (ไม่จำเป็นถ้าคุณใช้การป้อนกลับที่มีความละเอียดสูง เช่น การป้อนกลับแบบ SinCos):

$$พารามิเตอร์\ .7-02_{MAXIMUM} = \frac{0.01\ x\ 4\ x\ Encoder\ Resolution\ x\ พารามิเตอร์\ .7-06}{2\ x\ \pi} xสูงสุดแร$$

ค่าเริ่มต้นที่ดีสำหรับพารามิเตอร์ 7-06 *เวลาวงจรกรองต่ำโหมดเร็ว* คือ 5 ms (ค่าความละเอียดของเอ็นโคดเดอร์ที่ต่ำ จะต้องใช้ค่าของวงจรกรองที่สูงขึ้น) โดยทั่วไป MaxTorqueRipple ประมาณ 3 % เป็นค่าที่ยอมรับได้ สำหรับเอ็นโคดเดอร์แบบเพิ่ม ความละเอียดของเอ็นโคดเดอร์จะพบได้ใน พารามิเตอร์ 5-70 (24V HTL ในชุดขับเคลื่อนมาตรฐาน)หรือพารามิเตอร์ 17-11 (5V TTL ในอุปกรณ์เสริม MCB102)

โดยทั่วไปค่าขีดจำกัดสูงสุดที่เหมาะสมในทางปฏิบัติของพารามิเตอร์ 7-02 จะถูกกำหนดโดยความละเอียดของเอ็นโคดเดอร์ และค่าเวลาของวงจรกรองในการป้อนกลับ แต่ปัจจัยอื่นๆ ในการใช้งานอาจจะจำกัดพารามิเตอร์ 7-02 *อัตราขยายตามส่วน* ให้มีค่าที่ต่ำลงได้เช่นกัน

เพื่อที่จะลดขนาดของโอเวอร์ชูตให้น้อยที่สุด พารามิเตอร์ 7-03 *ค่าเวลารวม* ควรจะตั้งค่าไว้ที่ประมาณ 2.5 s (อาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งาน)

พารามิเตอร์ 7-04 *ค่าเวลาที่แตกต่าง* ควรจะตั้งค่าไว้ที่ 0 จนกว่าค่าอื่นๆ จะได้รับการปรับแต่งจนเรียบร้อยแล้ว และถ้าจำเป็นให้ทำการทดสอบการปรับแต่งขั้นสุดท้ายด้วยการทดลองใช้งาน โดยเพิ่มการตั้งค่า D ทีละน้อย

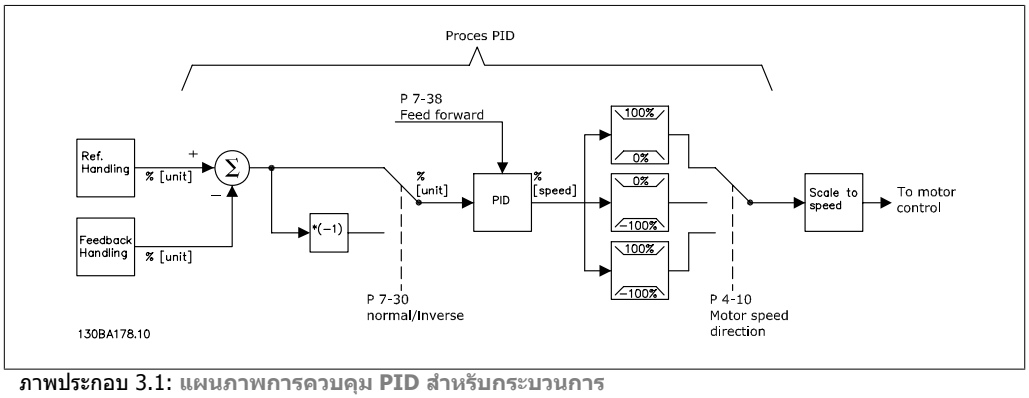
3.3.3. การควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการ

การควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการสามารถใช้ในการควบคุมพารามิเตอร์ของระบบที่ใช้งานซึ่งสามารถวัดค่าได้ด้วยเซนเซอร์ (เช่น ความดัน อุณหภูมิ การไหล) และได้รับผลมาจากมอเตอร์ที่ต่อผ่านทางปั๊ม พัดลม หรืออุปกรณ์อื่นๆ

ตารางแสดงการกำหนดรูปแบบการควบคุม ในกรณีที่สามารถควบคุมกระบวนการได้ เมื่อใช้การควบคุมมอเตอร์แบบเวคเตอร์ฟลักซ์ จะต้องปรับแต่งพารามิเตอร์ของ PIDสำหรับการควบคุมความเร็วด้วยความระมัดระวัง โปรดดูหัวข้อที่เกี่ยวกับโครงสร้างการควบคุม เพื่อดูจุดที่การควบคุมความเร็วทำงาน

พารามิเตอร์ 1-00 โหมดการกำหนดรูปแบบ	พารามิเตอร์ 1-01 หลักการควบคุมมอเตอร์			
	U/f	VVC^{plus}	ฟลักซ์ไม่มีเซนเซอร์	ฟลักซ์ด้วยค่าป้อนกลับจากเอ็นโคดเดอร์
[3] กระบวนการ	N.A.	กระบวนการ	กระบวนการและความเร็ว	กระบวนการและความเร็ว

หมายเหตุ: PID สำหรับควบคุมกระบวนการจะทำงานภายใต้การตั้งค่าพารามิเตอร์มาตรฐานจากโรงงาน แต่แนะนำให้ทำการปรับแต่งพารามิเตอร์ เพื่อให้ได้สมรรถนะการควบคุมในการใช้งานที่เหมาะสมที่สุด หลักการควบคุมมอเตอร์แบบฟลักซ์ทั้งสองแบบ จะขึ้นอยู่กับการปรับแต่ง PID สำหรับการควบคุมความเร็วอย่างเหมาะสม (ก่อนการปรับแต่ง PID สำหรับการควบคุมกระบวนการ) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานอย่างเต็มที่



ภาพประกอบ 3.1: แผนภาพการควบคุม PID สำหรับกระบวนการ

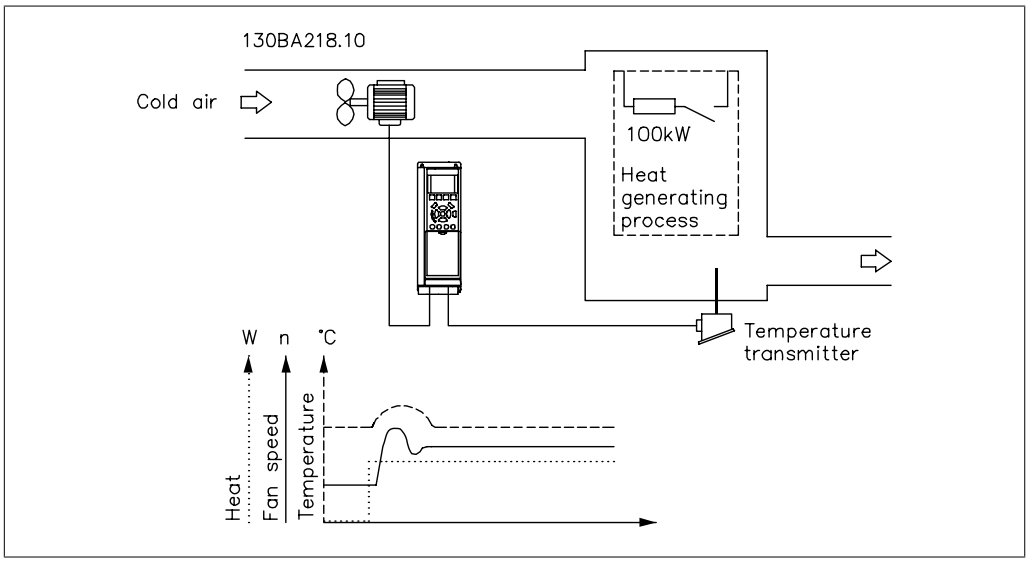
3

พารามิเตอร์ต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการ

พารามิเตอร์	คำอธิบายการทำงาน
แหล่งค่าป้อนกลับ 1 พารามิเตอร์ 7-20	เลือกแหล่งค่าป้อนกลับ (เช่น อินพุทอนาล็อกหรืออินพุทแบบพัลส์) สำหรับ PID กระบวนการ
แหล่งค่าป้อนกลับ 2 พารามิเตอร์ 7-22	เลือกได้: พิจารณามา PID สำหรับกระบวนการจะต้องใช้สัญญาณค่าป้อนกลับเพิ่มเติมหรือไม่ (และมาจากแหล่งใด) หากแหล่งค่าป้อนกลับเพิ่มเติมถูกเลือก สัญญาณค่าป้อนกลับทั้งสองจะรวมเข้าด้วยกัน ก่อนที่จะนำไปใช้ในการควบคุม PID สำหรับกระบวนการ
ควบคุมปกติ/ผกผัน พารามิเตอร์ 7-30	เมื่อเลือก [0] การทำงานปกติ การควบคุมกระบวนการจะตอบสนองด้วยการเพิ่มความเร็วมอเตอร์ ถ้าค่าป้อนกลับมีค่าต่ำกว่าค่าอ้างอิง ในสถานการณ์เดียวกันเมื่อเลือก [1] การทำงานแบบผกผัน การควบคุมกระบวนการจะตอบสนองแบบตรงข้ามด้วยการลดความเร็วมอเตอร์
Anti Windup พารามิเตอร์ 7-31	ฟังก์ชัน Anti Windup เพิ่มความมั่นใจว่าเมื่อความถี่หรือแรงบิดมีค่าถึงขีดจำกัด ตัวอินทิเกรเตอร์จะยังคงตั้งค่าอัตราขยายให้เป็นค่าที่สอดคล้องกับความถี่ที่แท้จริง ซึ่งจะหลีกเลี่ยงการรวมความคลาดเคลื่อนซึ่งไม่มีทางที่จะสามารถชดเชยได้โดยวิธีการเปลี่ยนความเร็ว ฟังก์ชันนี้สามารถปิดการทำงานได้โดยการเลือก [0] "ปิด"
ค่าสตาร์ทการควบคุม พารามิเตอร์ 7-32	ในการใช้งานบางประเภท อาจต้องใช้เวลานานมากที่ค่าจะขึ้นถึงความเร็ว/เซ็ตพอยต์ที่ต้องการ ในการใช้งานดังกล่าว อาจจะเป็นการดีกว่าที่จะตั้งค่าความเร็วมอเตอร์คงที่จากตัวแปลงความถี่ขับมอเตอร์ก่อนที่ตัวควบคุมกระบวนการจะทำงาน ซึ่งสามารถทำได้โดยการตั้งค่าเริ่มต้น PID สำหรับกระบวนการ (ความเร็ว) ในพารามิเตอร์ 7-32
ค่าอัตราขยายตามส่วน พารามิเตอร์ 7-33	ยิ่งมีค่าสูง การควบคุมจะยิ่งรวดเร็ว อย่างไรก็ตามค่าที่สูงเกินไปอาจทำให้เกิดการออสซิลเลตขึ้นได้
เวลารวม พารามิเตอร์ 7-34	ขจัดความคลาดเคลื่อนของความเร็วในสภาวะอยู่ตัว ค่าที่ต่ำกว่าจะทำให้ได้การตอบสนองที่รวดเร็วกว่า อย่างไรก็ตามค่าที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดการออสซิลเลตขึ้นได้
เวลาที่เปลี่ยนแปลง พารามิเตอร์ 7-35	ให้ค่าอัตราขยายที่เป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าป้อนกลับ การตั้งค่าเป็นศูนย์จะปิดการใช้งานตัวดิฟเฟอเรนชิเอตนี้
ขีดจำกัดอัตราขยายของตัวดิฟเฟอเรนชิเอต พารามิเตอร์ 7-36	หากมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในค่าอ้างอิงหรือค่าป้อนกลับ ของระบบที่ใช้งานอยู่ ซึ่งหมายถึงความคลาดเคลื่อนมีการเปลี่ยนอย่างฉับพลัน ตัวดิฟเฟอเรนชิเอตจะทำงานเป็นหลัก ทั้งนี้เนื่องจากตัวดิฟเฟอเรนชิเอตจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความคลาดเคลื่อน ยิ่งความคลาดเคลื่อนมีการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น ค่าอัตราขยายของตัวดิฟเฟอเรนชิเอตก็ยิ่งมีอัตราขยายมากขึ้น ดังนั้นค่าอัตราขยายของตัวดิฟเฟอเรนชิเอตจึงต้องสามารถจำกัดค่าได้ เพื่อทำให้สามารถตั้งค่าเวลาที่เปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนแปลงที่ช้าได้
แฟคเตอร์การป้อนไปข้างหน้า พารามิเตอร์ 7-38	ในการประยุกต์ใช้งานซึ่งมีความสอดคล้องที่ดี (และเป็นเชิงเส้นโดยประมาณ) ระหว่างค่าอ้างอิงของกระบวนการและความเร็วของมอเตอร์ซึ่งจำเป็นสำหรับการทำงานให้ได้ค่าอ้างอิงนั้น แฟคเตอร์การป้อนไปข้างหน้าสามารถช่วยให้การควบคุม PID สำหรับกระบวนการมีสมรรถนะทางพลวัตที่ดีขึ้น
เวลาตัวกรองผ่านต่ำ พารามิเตอร์ 5-54 (พัลส์ ขั้วต่อ 29), พารามิเตอร์ 5-59 (พัลส์ ขั้วต่อ 33), พารามิเตอร์ 6-16 (อนาล็อก ขั้ว 53), พารามิเตอร์ 6-26 (อนาล็อก ขั้วต่อ 54)	ถ้ามีออสซิลเลตเกิดขึ้นในสัญญาณป้อนกลับของ กระแส/แรงดัน ค่าเหล่านี้สามารถลดทอนได้โดยการใช้วงจรกรองผ่านต่ำ ค่าคงที่ของเวลานี้จะแสดงขีดจำกัดความเร็วของริปเปิ้ล (ripple) ที่จะเกิดขึ้นในสัญญาณป้อนกลับ ตัวอย่างเช่น ถ้าวงจรกรองผ่านต่ำตั้งค่าไว้ที่ 0.1 วินาที ขีดจำกัดความเร็วจะเป็น 10 RAD/sec. (ส่วนกลับของ 0.1 วินาที) ซึ่งตรงกับ (10/(2 x π)) = 1.6 Hz หมายความว่าทุกค่ากระแสและแรงดันซึ่งมีการแปรเปลี่ยนค่ามากกว่า 1.6 ระลอกต่อวินาทีจะถูกลดทอนโดยวงจรกรอง การควบคุมจะทำงานกับสัญญาณป้อนกลับที่มีการเปลี่ยนแปลงด้วยความถี่ (ความเร็ว) น้อยกว่า 1.6 Hz เท่านั้น วงจรกรองผ่านต่ำจะปรับปรุงประสิทธิภาพในสภาวะอยู่ตัว แต่การเลือกค่าเวลาตัวกรองที่สูงเกินไปจะลดประสิทธิภาพเชิงพลวัตของการควบคุม PID สำหรับกระบวนการลง

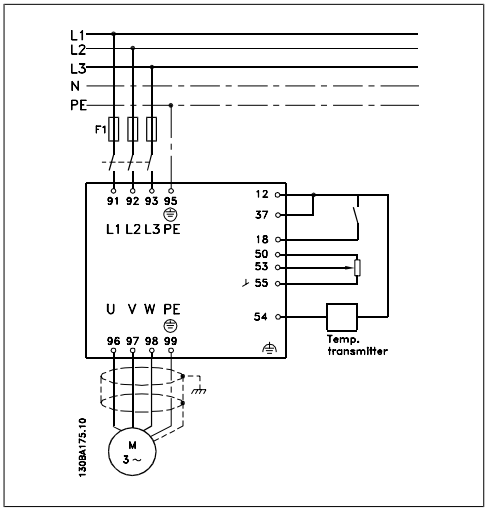
3.3.4. ตัวอย่างการควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการ

ด้านล่างเป็นตัวอย่างของการควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการซึ่งใช้ในระบบระบายอากาศ



ในระบบระบายอากาศ อุณหภูมิจะต้องตั้งค่าได้ตั้งแต่ - 5 - 35°C ด้วยโพเทนชิโอมิเตอร์ 0-10 Volt ค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้จะต้องรักษาให้คงที่ การควบคุมกระบวนการจะถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์นี้

การควบคุมจะเป็นแบบชนิดผกผัน ซึ่งหมายความว่าเมื่ออุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้น ความเร็วในการระบายอากาศจะต้องเพิ่มตามขึ้นด้วย เพื่อสร้างอากาศให้มากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลง ความเร็วก็จะลดลงตาม ตัวส่งที่ใช้จะเป็นเซนเซอร์อุณหภูมิ ที่มีย่านการทำงาน -10-40°C, 4-20 mA ความเร็วต่ำสุด/สูงสุด 300 / 1500 RPM



โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ตัวอย่างแสดงตัวส่งแบบสองสาย

1. สตาร์ท/หยุด ด้วยสวิตช์ที่ต่ออยู่กับขั้วต่อ 18
2. ค่าอ้างอิงอุณหภูมิผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์ (-5-35°C, 0-10 VDC) ต่ออยู่กับขั้วต่อ 53
3. การป้อนกลับอุณหภูมิผ่านตัวส่ง (-10-40°C, 4-20 mA) ต่ออยู่กับขั้วต่อ 54 สวิตช์ S202 ตั้งไว้ที่เปิด (อินพุทกระแส)

3

ตัวอย่างของชุดคำสั่งควบคุมกระบวนการสำหรับ PID

การทำงาน	หมายเลขพารามิเตอร์	การตั้งค่า
เริ่มต้นใช้งานตัวแปลงความถี่	14-22	[2] การเริ่มต้นใช้งาน เปิดปิดเครื่อง แล้วกด Reset
1) ตั้งพารามิเตอร์ของมอเตอร์:		
ตั้งค่าพารามิเตอร์มอเตอร์ตามข้อมูลบนป้ายชื่อ	1-2*	ตามที่ระบุบนป้ายชื่อของมอเตอร์
ตั้งการทำงานเป็นแบบการปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ	1-29	[1] ใช้ AMA แบบสมบูรณ์
2) ตรวจสอบว่ามอเตอร์หมุนในทิศทางที่ถูกต้องหรือไม่ เมื่อมอเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับตัวแปลงความถี่ด้วยเฟสเดินหน้าเป็น U - U; V- V; W – W โดยปกติเพลาของมอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกาซึ่งมองเห็นได้ที่ปลายของเพลา		
กดปุ่ม "Hand On" บน LCP ตรวจสอบทิศทางการหมุนของเพลาโดยการใช้การอ้างอิงด้วยตนเอง		
หากมอเตอร์หมุนตรงข้ามกับที่ต้องการ 1. ให้กลับทิศของมอเตอร์ในพารามิเตอร์ 4-10 2. ปิดแหล่งจ่ายไฟหลัก รอจนกระทั่งดีซีลิงค์คายประจุ สลับสายเฟสของมอเตอร์สองเส้น	4-10	เลือกทิศทางการหมุนของเพลาของมอเตอร์ที่ถูกต้อง
ตั้งค่าโหมดการกำหนดรูปแบบ	1-00	[3] กระบวนการ
ตั้งการกำหนดรูปแบบจากหน้าเครื่อง	1-05	[0] ความเร็วสำหรับวงรอบเปิด
3) ตั้งกำหนดรูปแบบค่าอ้างอิง เช่น ช่วงสำหรับการควบคุมค่าอ้างอิง ตั้งสเกลของอินพุทอนาล็อกในพารามิเตอร์ 6-xx		
ตั้งหน่วยค่าอ้างอิง/ค่าป้อนกลับ ตั้งค่าอ้างอิงต่ำสุด (10° C) ตั้งค่าอ้างอิงสูงสุด (80° C) หากค่าที่ตั้งถูกกำหนดจากค่าที่ตั้งล่วงหน้า (พารามิเตอร์อาร์เรย์) ให้ตั้งแหล่งค่าอ้างอิงอื่น ๆ ให้เป็นไม่ทำงาน	3-01 3-02 3-03 3-10	[60] หน่วย ° C จะแสดงบนหน้าจอ -5° C 35° C [0] 35% $ค่าอ้างอิง = \frac{P3-10_{(0)}}{100} \times ((P3-03) - (P3-02)) = 24,5^{\circ}C$ พารามิเตอร์ 3-14 ถึงพารามิเตอร์ 3-18 [0] = ไม่ทำงาน
4) ปรับตั้งขีดจำกัดสำหรับตัวแปลงความถี่		
ตั้งเวลาเปลี่ยนความเร็วให้มีค่าที่เหมาะสมที่ 20 วินาที	3-41 3-42	20 วินาที 20 วินาที
ตั้งขีดจำกัดความเร็วต่ำสุด ตั้งขีดจำกัดความเร็วสูงสุดของมอเตอร์ ตั้งความถี่เอาท์พุทสูงสุด	4-11 4-13 4-19	300 RPM 1500 RPM 60 Hz
ตั้ง S201 หรือ S202 ตรงตามค่าฟังก์ชันอินพุทอนาล็อกที่ต้องการ (แรงดัน (V) หรือมิลลิแอมป์ (I)) หมายเหตุ! สวิตช์มีความไวมาก ทำการเปิดปิดเครื่องเพื่อเก็บการตั้งค่ามาตรฐานของ V		
5) ตั้งสเกลอินพุทอนาล็อก ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับ		
ตั้งขั้วต่อ 53 แรงดันต่ำ ตั้งขั้วต่อ 53 แรงดันสูง ตั้งขั้วต่อ 54 ค่าป้อนกลับต่ำ ตั้งขั้วต่อ 54 ค่าป้อนกลับสูง ตั้งแหล่งค่าป้อนกลับ	6-10 6-11 6-24 6-25 7-20	0 V 10 V -5° C 35° C [2] อินพุทอนาล็อก 54
6) การตั้ง PID ขั้นพื้นฐาน		
PID สำหรับกระบวนการ ปกติ/ผกผัน	7-30	[0] ปกติ
PID สำหรับกระบวนการ Anti Wind-up	7-31	[1] เปิด
PID สำหรับกระบวนการ ความเร็วสตาร์ท	7-37	300 rpm
บันทึกพารามิเตอร์ลงใน LCP	0-50	[1] ทั้งหมดไปยัง LCP

การปรับให้เหมาะสมที่สุดของตัวคุมค่าสำหรับกระบวนการ

จนถึงจุดนี้ได้ทำการตั้งค่าพื้นฐานไปเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ยังต้องทำคือการปรับค่าอัตราขยาย P, ค่าคงตัวเวลา I, และค่าคงตัวเวลา D ให้เหมาะสมที่สุด (พารามิเตอร์ 7-33, 7-34, 7-35) ในกระบวนการส่วนใหญ่สามารถทำได้ตามคำแนะนำที่ให้ไว้ด้านล่าง

1. สตาร์ทมอเตอร์
2. ตั้งค่าพารามิเตอร์ 7-33 (*ค่าอัตราขยาย P*) ไว้ที่ 0.3 และให้เพิ่มค่าขึ้นไปจนกระทั่งสัญญาณป้อนกลับเริ่มแปรค่าอย่างต่อเนื่องอีกครั้ง จากนั้นให้ลดค่าลงจนกระทั่งสัญญาณป้อนกลับมีเสถียรภาพ หลังจากนั้นให้ลดค่าอัตราขยาย P ลง 40-60%
3. ตั้งค่าพารามิเตอร์ 7-34 (ค่าคงตัวเวลา I) ไปที่ 20 วินาที และให้ลดค่าลงไปจนกระทั่งสัญญาณป้อนกลับเริ่มที่จะกลับมาแปรค่าอย่างต่อเนื่อง ให้เพิ่มค่าคงตัวเวลาการอินทิเกรต I จนกระทั่งสัญญาณป้อนกลับมีเสถียรภาพ จากนั้นให้เพิ่มค่าขึ้นไป 15-50%
4. ให้ใช้พารามิเตอร์ 7-35 สำหรับระบบที่ต้องการการตอบสนองอย่างรวดเร็วมากเท่านั้น (ค่าคงตัวเวลา D) ค่าที่ใช้โดยทั่วไปคือสี่เท่าของค่าคงตัวเวลาการอินทิเกรต I ที่ตั้งไว้ ตัวดิฟเฟอเรนชิเอตควรจะใช้เฉพาะเมื่อการตั้งค่าอัตราขยาย P และค่าคงตัวเวลาในการอินทิเกรต I ได้รับการปรับให้เหมาะสมโดยสมบูรณ์แล้วเท่านั้น ตรวจให้แน่ใจว่าการออสซิลเลตในสัญญาณป้อนกลับได้ถูกลดทอนอย่างเพียงพอด้วยวงจรกรองผ่านต่ำสำหรับสัญญาณป้อนกลับ

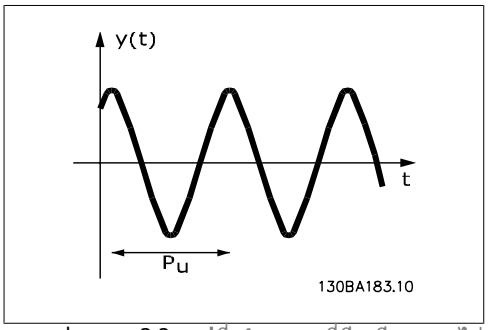
โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ถ้ามีความจำเป็น สตาร์ท/หยุด สามารถทำได้หลายครั้งเพื่อที่จะกระตุ้นให้เกิดความหลากหลายของสัญญาณการป้อนกลับ

3.3.5. วิธีการปรับแต่งแบบ Ziegler Nichols

เพื่อที่จะทำการปรับแต่งตัวควบคุม PID ของตัวแปลงความถี่ สามารถที่จะใช้วิธีการปรับแต่งได้หลายแบบ วิธีการหนึ่งก็คือการใช้เทคนิคที่พัฒนาขึ้นในปีทศวรรษ 1950 ซึ่งยังคงได้รับการใช้งานอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน วิธีนี้รู้จักกันในชื่อวิธีการปรับแบบ Ziegler Nichols

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
วิธีการที่จะอธิบายต่อไปนี้จะต้องไม่นำไปใช้กับระบบที่อาจได้รับความเสียหายจากการออสซิลเลต เมื่อการตั้งการควบคุมมีเสถียรภาพไม่มากนัก

เงื่อนไขในการปรับค่าพารามิเตอร์จะขึ้นอยู่กับการประเมินระบบที่ขีดจำกัดของเสถียรภาพ มากกว่าผลการตอบสนองต่อสัญญาณรบกวนแบบขั้น เราจะค่อยๆ เพิ่มค่าอัตราขยาย P จนกระทั่งสามารถสังเกตเห็นการออสซิลเลตที่ต่อเนื่อง (ซึ่งวัดในค่าป้อนกลับ) ซึ่งก็คือ จนกระทั่งระบบเข้าสู่ย่านที่มีเสถียรภาพไม่มากนัก อัตราขยายที่ตรงกัน *(K_u)* เรียกว่าอัตราขยายพื้นฐาน ช่วงของการสั่น*(P_u)* (เรียกว่าช่วงเวลาพื้นฐาน) จะกำหนดดังที่แสดงในรูปภาพที่ 1



ภาพประกอบ 3.2: **รูปที่ 1: ระบบที่มีเสถียรภาพไม่มากนัก**

P_u ควรจะวัดเมื่อค่าแอมพลิจูดของการออสซิลเลตค่อนข้างต่ำ จากนั้นเราจึงทำการ "ถอยออก" จากค่าอัตราขยายนี้อีกครั้งดังแสดงในตารางที่ 1

K_u คือส่วนขยายที่จะได้รับจากการออสซิลเลต

ชนิดของการควบคุม	อัตราขยาย P	ค่าเวลาการอินทิเกรต I	ค่าเวลา D
การควบคุมแบบ PI	0.45 * K_u	0.833 * P_u	-
PID ชนิดไม่มีโอเวอร์ชูต	0.6 * K_u	0.5 * P_u	0.125 * P_u
PID ชนิดมีโอเวอร์ชูต	0.33 * K_u	0.5 * P_u	0.33 * P_u

ตารางที่ 1: การปรับแต่งแบบ Ziegler Nichols สำหรับตัวคุมค่า ที่ขึ้นอยู่กับขอบเขตของเสถียรภาพ

ประสบการณ์ได้แสดงให้เห็นว่าการตั้งค่าการควบคุมตามกฎของ Ziegler Nichols จะสามารถให้ผลตอบสนองวงรอบปิดที่ดีแก่ระบบหลายลักษณะ ผู้ควบคุมกระบวนการสามารถทำการปรับแต่งขั้นสุดท้ายของการควบคุมได้ โดยการทำซ้ำๆ เพื่อให้ได้การควบคุมในระดับที่ต้องการ

รายละเอียดทีละขั้นตอน:

ขั้นที่ 1: เลือกเฉพาะการควบคุมแบบเชิงเส้น P ซึ่งหมายความว่า ค่าเวลาการอินทิเกรต I ถูกตั้งให้เป็นค่าสูงสุด ในขณะที่ค่าเวลาดิฟเฟอเรนชิเอต D ตั้งค่าให้เป็นศูนย์

ขั้นที่ 2: เพิ่มค่าของอัตราขยาย P จนกระทั่งถึงจุดที่เริ่มขาดเสถียรภาพ (เกิดการออสซิลเลตอย่างต่อเนื่อง) ค่าวิกฤตของอัตราขยาย K_u คือค่าที่จุดนี้

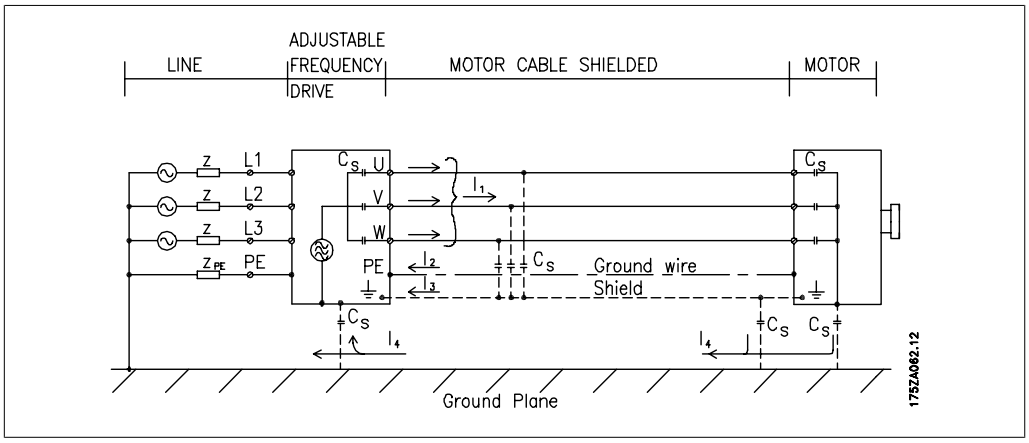
ขั้นที่ 3: วัดคาบของการออสซิลเลตเพื่อหาค่าคงตัวเวลาวิกฤต P_u

ขั้นที่ 4: ใช้ตารางข้างบนเพื่อคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุม PID

3.4.1. มุมมองทั่วไปของการแพร่กระจาย EMC

โดยปกติแล้วการรบกวนทางไฟฟ้ามักจะเกิดขึ้นในช่วงความถี่ 150 kHz ถึง 30 MHz การรบกวนทางอากาศจากระบบชุดขับในช่วง 30 MHz ถึง 1 GHz เกิดจากอินเวอร์เตอร์ สายเคเบิลมอเตอร์ และมอเตอร์
ตามที่แสดงในภาพด้านล่างนี้ กระแสไฟจากตัวเก็บประจุจะซ่อนอยู่ในสายเคเบิลมอเตอร์ ประกอบกับ dV/dt ระดับสูงจากแรงดันมอเตอร์ จะก่อให้เกิดกระแสรั่วไหล
การใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีลจะเพิ่มกระแสรั่วไหล (ดูภาพประกอบด้านล่าง) เนื่องจากสายเคเบิลแบบมีชีลจะมีค่าความเป็นตัวเก็บประจุลงดินสูงกว่าสายเคเบิลแบบไม่มีชีล หากไม่มีการกรองกระแสรั่วไหล จะก่อให้เกิดการรบกวนเพิ่มขึ้นกับแหล่งจ่ายไฟหลักในช่วงคลื่นความถี่วิทยุต่ำกว่า 5 MHz โดยประมาณ เนื่องจากกระแสรั่วไหล (I_1) จะไหลกลับไปยังชุดขับผ่านทางส่วนชีล (I_3) ดังนั้นโดยหลักการแล้วจะมีเฉพาะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขนาดเล็ก (I_4) จากสายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล ตามภาพด้านล่างนี้

ส่วนชีลจะลดการรบกวนจากการแผ่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่จะเพิ่มการรบกวนที่ความถี่ต่ำบนแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก ส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์จะต้องเชื่อมต่อกับกรอบหุ้มของตัวแปลงความถี่ รวมทั้งกรอบหุ้มของมอเตอร์ วิธีที่ดีที่สุดคือใช้ตัวรัดส่วนชีลแบบรวม เพื่อหลีกเลี่ยงปลายสายชีลที่บิดเกลียว (หางหมู) การทำเช่นนี้จะเพิ่มอิมพีแดนซ์ของส่วนชีลในย่านความถี่สูง ซึ่งจะลดประสิทธิผลของส่วนชีล และเพิ่มกระแสไฟที่รั่วไหล (I_4)
หากใช้สายเคเบิลแบบมีชีลสำหรับ ฟิลด์บัส, รีเลย์, สายเคเบิลควบคุม, อินเตอร์เฟสสัญญาณ และเบรค จะต้องต่อส่วนชีลบนกรอบหุ้มที่ปลายทั้งสองข้าง อย่างไรก็ตามในบางกรณีจำเป็นต้องแยกส่วนชีลเพื่อหลีกเลี่ยงวงรอบของกระแส



หากจะต่อส่วนชีลไว้บนแผ่นติดตั้งตัวแปลงความถี่ แผ่นติดตั้งดังกล่าวจะต้องทำจากโลหะ เนื่องจากกระแสของส่วนชีลจะต้องถูกส่งกลับไปยังตัวเครื่อง นอกจากนั้น ควรตรวจสอบว่ามีสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดีจากแผ่นติดตั้ง ผ่านสกรูยึดไปยังโครงเครื่องตัวแปลงความถี่

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
หากใช้สายเคเบิลแบบไม่มีชีล อาจไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจาย แต่อาจจะสอดคล้องตามข้อกำหนดว่าด้วยการคงทนต่อการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เพื่อลดระดับการรบกวนจากทั้งระบบ (ตัวเครื่อง + ส่วนติดตั้ง) ให้ใช้สายเคเบิลมอเตอร์และสายเบรคที่สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ หลีกเลี่ยงการวางสายเคเบิลที่มีความอ่อนไหวต่อสัญญาณรบกวนไว้คู่กับสายเคเบิลมอเตอร์และเบรค การรบกวนของคลื่นวิทยุที่สูงกว่า 50 MHz (ทางอากาศ) จะเกิดขึ้นจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกของชุดควบคุมโดยเฉพาะ

3

ผลการทดสอบต่อไปนี้เกิดจากการใช้งานที่มีตัวแปลงความถี่ (พร้อมอุปกรณ์เสริมที่เกี่ยวข้อง), สายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล, กล่องควบคุมพร้อมโพเทนชิโอมิเตอร์ รวมทั้งมอเตอร์และสายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล					
	การแพร่กระจายโดยการนำไฟฟ้า			การแพร่กระจายโดยการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	
	แหล่งอุตสาหกรรม		ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ และอุตสาหกรรมเบา	แหล่งอุตสาหกรรม	ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ และอุตสาหกรรมเบา
การตั้งค่า	EN 55011 Class A2	EN 55011 Class A1	EN 55011 Class B	EN 55011 Class A1	EN 55011 Class B
FC 301/FC 302 (H2)					
0-3.7 kW 200-240 V	5 ม.	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
0-7.5 kW 380-480/500 V	5 ม.	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
FC 301 (H1)					
0-3.7 kW 200-240 V	75 ม.	50 ม.	10 ม.	ใช่	ไม่
0-7.5 kW 380-480 V	75 ม.	50 ม.	10 ม.	ใช่	ไม่
FC 301 (H3)					
0-1.5 kW 200-240 V	50 ม.	25 ม.	2.5 ม.	ใช่	ไม่
0-1.5 kW 380-480 V	50 ม.	25 ม.	2.5 ม.	ใช่	ไม่
FC 302 (H1)					
0-3.7 kW 200-240 V	150 ม.	150 ม.	50 ม.	ใช่	ไม่
0-7.5 kW 380-500 V	150 ม.	150 ม.	50 ม.	ใช่	ไม่
FC 301/FC 302 (H2)					
11-22 kW 380-480/500 V	25 ม.	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่
FC 301 (H1)					
11-22 kW 380-480 V	75 ม.	50 ม.	10 ม.	ใช่	ไม่
FC 302 (H1)					
11-22 kW 380-500 V	150 ม.	150 ม.	50 ม.	ใช่	ไม่
FC 302 (HX)					
0.75 – 7.5 kW 550 - 600 V	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่

ตาราง 3.1: ผลการทดสอบ EMC(การแพร่กระจาย, การคงทน)

HX, H1, H2 หรือ H3 ถูกระบุในตำแหน่งรหัสชนิด 16-17 สำหรับตัวกรอง EMC
HX - ไม่มีตัวกรอง EMC อยู่ในตัวแปลงความถี่ (เฉพาะเครื่อง 600 V เท่านั้น)
H1 – ติดตั้งตัวกรอง EMC อยู่ภายใน รองรับชั้น A1/B
H2 – ไม่มีตัวกรอง EMC เพิ่มเติม รองรับชั้น A2
H3 – ติดตั้งตัวกรอง EMC อยู่ภายใน รองรับชั้น A1/B (กรอบหุ้มชนิด A1 เท่านั้น)

3.4.2. ระดับความสอดคล้องที่ต้องการ

มาตรฐาน/สภาพแวดล้อม	ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ และอุตสาหกรรมเบา		แหล่งอุตสาหกรรม	
	โดยการนำไฟฟ้า	โดยการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	โดยการนำไฟฟ้า	โดยการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
IEC 61000-6-3 (ทั่วไป)	Class B	Class B		
IEC 61000-6-4			Class A1	Class A1
EN 61800-3 (จำกัด)	Class A1	Class A1	Class A1	Class A1
EN 61800-3 (ไม่จำกัด)	Class B	Class B	ชั้น A2	ชั้น A2

EN 55011:	ค่าเริ่มต้นและวิธีการตรวจวัดการรบกวนที่ความถี่คลื่นวิทยุจากอุปกรณ์ความถี่สูงทางด้านอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ (ISM)
Class A1:	อุปกรณ์สำหรับใช้ในเครือข่ายสาธารณะ จำกัดการแจกจ่าย
Class A2:	อุปกรณ์สำหรับใช้ในเครือข่ายสาธารณะ
Class B1:	อุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณเครือข่ายสาธารณะ (ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ และอุตสาหกรรมเบา) ไม่จำกัดการแจกจ่าย

3.4.3. ความคงทนต่อ EMC

จากเอกสารบันทึกเกี่ยวกับความคงทนต่อการรบกวนและแทรกสอดทางไฟฟ้าจากปรากฏการณ์ทางไฟฟ้า ได้ทำการทดสอบความคงทนต่อไปนี้กับระบบที่ประกอบด้วยตัวแปลงความถี่ (พร้อมอุปกรณ์เสริมที่เกี่ยวข้อง), สายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล และกล่องควบคุมพร้อมโพเทนชิโอมิเตอร์ สายเคเบิลมอเตอร์ และมอเตอร์

การทดสอบได้ทำตามมาตรฐานเบื้องต้นต่อไปนี้:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2): การคายประจุไฟฟ้าสถิต (ESD)** การจำลองการคายประจุไฟฟ้าสถิตจากมนุษย์
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3): การแผ่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเข้ามา การมอดูเลตแอมพลิจูด**การจำลองผลกระทบของอุปกรณ์สื่อสารเรดาร์และวิทยุ รวมทั้งการสื่อสารไร้สาย
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4): การการแพร่กระจายฉับพลันชั่วครู่**การจำลองการรบกวนที่เกิดจากการเปิดปิดด้วยคอนแท็คเตอร์ รีเลย์ หรืออุปกรณ์ที่คล้ายคลึง
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5): ภาวะไฟกระชากชั่วครู่**การจำลองสภาวะชั่วครู่ เช่น ที่เกิดจากฟ้าผ่าลงใกล้บริเวณที่ติดตั้ง เป็นต้น
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6): โหมดร่วม RF**การจำลองผลกระทบจากอุปกรณ์ที่ส่งคลื่นวิทยุซึ่งเชื่อมต่อกับสายเคเบิลเชื่อมต่อ

ดูแบบฟอร์มความคงทนต่อ EMC ต่อไปนี้

FC 301/FC 302; 200-240 V, 380-500 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
สายไฟ	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
มอเตอร์	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
เบรค	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
การแบ่งรับโหลด	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
สายไฟควบคุม	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
บัสมาตรฐาน	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
สายไฟรีเลย์	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
แอปพลิเคชั่นและอุปกรณ์เสริมฟิลด์บัส	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
สายเคเบิล LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
24 V DC ภายนอก	2 kV CM	0.5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
กรอบหุ้ม	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: การคายประจุทางอากาศ
CD: การคายประจุโดยการสัมผัส
CM: โหมดร่วม
DM: โหมดผลต่าง

1. การฉีดบนชีลหุ้มสายเคเบิล

ตาราง 3.2: ความคงทน (ต่อ)

PELV ให้การป้องกัน โดยการให้แรงดันต่ำเป็นพิเศษ การป้องกันจากการช็อกทางไฟฟ้าจะทำให้มั่นใจได้เมื่อแหล่งจ่ายไฟเป็นประเภท PELV และทำการติดตั้งดังที่อธิบายไว้ในระเบียบข้อกำหนดในประเทศ/ระหว่างประเทศเกี่ยวกับแหล่งจ่ายแบบ PELV

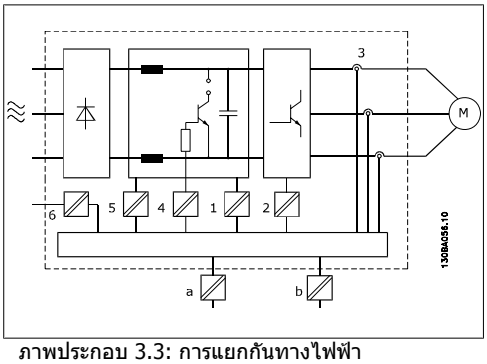
ขั้วต่อควบคุมทั้งหมดและขั้วต่อรีเลย์ 01-03/04-06 สอดคล้องตาม PELV (แรงดันต่ำพิเศษที่ป้องกัน) (ไม่มีผลกับกับเครื่อง 525-600 V และขาเดลต้าที่ต่อลงดินที่แรงดันสูงกว่า 300V)

การแยกกัน (ที่ประกัน) ทางไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติตามข้อกำหนดสำหรับการแยกในระดับสูงกว่าและจัดวางระยะห่าง/ระยะช่องว่างที่สัมพันธ์กัน ข้อกำหนดเหล่านี้อธิบายไว้ในมาตรฐาน EN 61800-5-1

ส่วนประกอบที่รวมเป็นการแยกกันทางไฟฟ้า ดังอธิบายที่ด้านล่างยังสอดคล้องตามข้อกำหนดสำหรับการแยกกันทางไฟฟ้าที่สูงขึ้นและการทดสอบที่สัมพันธ์กัน ดังอธิบายไว้ใน EN 61800-5-1
การแยกกันทางไฟฟ้า PELV จะแสดงไว้ในหกตำแหน่ง (ดูภาพประกอบ):

เพื่อรักษาสภาวะ PELV ไว้ การเชื่อมต่อทั้งหมดที่ต่อกับขั้วต่อควบคุมต้องเป็นแบบ PELV เช่น เทอร์มิสเตอร์ต้องได้รับการหุ้มฉนวนคู่/เสริม

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



ภาพประกอบ 3.3: การแยกกันทางไฟฟ้า

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

ที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลมากกว่า 2 กม. โปรดติดต่อ Danfoss Drives ที่เกี่ยวข้องกับ PELV

3.6.1. กระแสรั่วไหลลงดิน

คำเตือน:
การสัมผัสชิ้นส่วนทางไฟฟ้าอาจมีอันตรายอย่างร้ายแรง แม้ว่าอุปกรณ์จะตัดการเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟหลักแล้วก็ตาม
และควรดูให้แน่ใจว่า อินพุทแรงดันอื่นๆ ได้ถูกตัดการเชื่อมต่อแล้ว เช่น การแบ่งรับโหลด (การเชื่อมต่อ DC ของวงจรขั้นกลาง) รวมถึงการต่อมอเตอร์สำหรับการสำรองทางจลน์
การใช้ FC 300 ชุดขับอัตโนมัติ VLT : ให้รออย่างน้อยเท่ากับเวลาที่แสดงในหัวข้อ*คำเตือนเกี่ยวกับความปลอดปลอดภัย*
ใช้เวลารอน้อยกว่านี้ได้เฉพาะในกรณีที่บ่งชี้ไว้บนป้ายชื่อสำหรับเครื่องที่ระบุเท่านั้น

กระแสรั่วไหล
กระแสรั่วไหลลงดินจาก FC 300 มีค่าเกิน 3.5 mA เพื่อให้มั่นใจได้ว่าสายดินมีการเชื่อมต่อทางกลที่ดีกับจุดต่อลงดิน (ขั้วต่อ 95) ขนาดหน้าตัดของสายเคเบิลจะต้องมีขนาดอย่างน้อย 10 mm^2 หรือ 2 เท่าของค่าพิกัดของสายดินโดยต่อแยกต่างหากจากกัน
อุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCD)
ผลิตภัณฑ์นี้อาจทำให้เกิดกระแสตรงไหลในตัวนำป้องกัน เมื่ออุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCD) ถูกใช้สำหรับการป้องกันเป็นพิเศษ ควรใช้เฉพาะ RCD ของประเภท B (หน่วงเวลา) ที่ด้านจ่ายไฟของผลิตภัณฑ์นี้เท่านั้น ดูข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งาน RCD ที่ MN.90.GX.02
การต่อลงดินเพื่อการป้องกันของตัวแปลงความถี่ และการใช้ RCD ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในท้องถิ่นและในประเทศเสมอ

3.7.1. การเลือก ตัวต้านทานเบรค

สำหรับการรองรับความต้องการที่สูงขึ้นจากการเบรค จะจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานเบรค การใช้ตัวต้านทานเบรคจะรับรองได้ว่ามีการดูดกลืนพลังงานในตัวต้านทานเบรค ไม่ใช่ในตัวแปลงความถี่

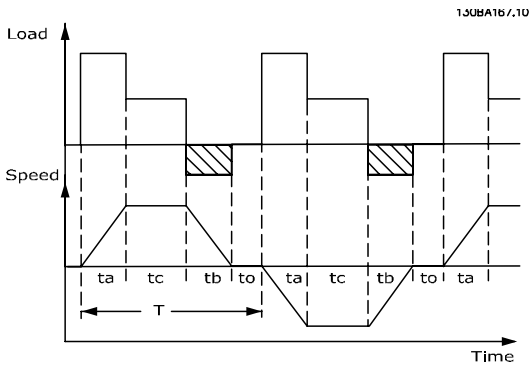
หากไม่ทราบระดับพลังงานจลน์ที่ถ่ายโอนไปยังตัวต้านทานในแต่ละช่วงการเบรค จะสามารถวัดพลังงานเฉลี่ยจากรอบเวลาพื้นฐานและการใช้เวลาเบรคระหว่างรอบการทำงาน รอบการทำงานเป็นจังหวะของตัวต้านทานเป็นตัวบ่งชี้รอบการทำงานที่ตัวต้านทานทำงาน ภาพประกอบด้านล่างนี้แสดงถึงรอบการเบรคทั่วไป

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ผู้จำหน่ายมอเตอร์มักใช้ S5 เมื่อระบุโหมดที่รองรับได้ ซึ่งเป็นนิพจน์ของรอบการทำงานเป็นจังหวะ

รอบการทำงานเป็นจังหวะของตัวต้านทานสามารถคำนวณได้ดังนี้:

รอบการทำงาน = t_b/T

T = รอบเวลาคิดเป็นวินาที
t_b คือเวลาการเบรคคิดเป็นวินาที (ของรอบเวลา)



Danfoss มีตัวต้านทานเบรคที่มีรอบการทำงาน 5%, 10% และ 40% หากใช้รอบการทำงาน 10% ตัวต้านทานเบรคจะสามารถดูดกลืนกำลังเบรคเป็นค่า 10% ของรอบเวลา ส่วนที่เหลือ 90% ของรอบเวลาจะถูกใช้เพื่อปลดปล่อยเป็นความร้อนส่วนเกิน

ค่าโหลดสูงสุดที่สามารถรับได้จะระบุเป็นค่ายอดของกำลังที่ค่าดิวตี้ของทำงานเป็นจังหวะนั้น และสามารถคำนวณได้เป็น:

ความต้านทานเบรคถูกคำนวณดังที่แสดงไว้:

$$R_{br}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}}$$

โดยที่

$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br} \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}[W]$

ดังที่เห็น ความต้านทานเบรคจะขึ้นอยู่กับแรงดันวงจรขั้นกลาง (U_{dc})
ฟังก์ชันเบรคของ FC 301 และ FC 302 จะคงตัวอยู่ในพื้นที่ 4 ส่วนของสายหลัก:

ขนาด	เบรคทำงาน	เตือนก่อนตัด	ตัด (ตัดการทำงาน)
FC 301/302 3 x 200-240 V	390 V (UDC)	405 V	410 V
FC 301 3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 3 x 380-500 V	810 V	840 V	850 V
FC 302 3 x 525-600 V	943 V	965 V	975 V

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ตรวจสอบว่าตัวต้านทานเบรคสามารถรับความดันที่ 410 V, 820 V, 850 V หรือ 975 V ได้ เว้นแต่จะใช้ตัวต้านทานเบรคของ Danfoss

Danfoss แนะนำให้ใช้ตัวต้านทานเบรค R_{rec} เช่น ตัวต้านทานที่รับรองว่าตัวแปลงความถี่สามารถเบรคที่แรงบิดการเบรคระดับสูงสุด (M_{br}) ที่ 160% โดยเขียนสูตรได้ดังนี้:

$$R_{rec}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{มอเตอร์} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{มอเตอร์}}$$

$\eta_{มอเตอร์}$ทั่วไปที่ 0.90
η_{VLT}ทั่วไปที่ 0.98

สำหรับตัวแปลงความถี่ 200 V, 480 V, 500 V และ 600 V, R_{rec} ที่แรงบิดการเบรค 160% จะมีสูตรดังนี้:

$200V : R_{rec} = \frac{107780}{P_{มอเตอร์}}[\Omega]$

$480V : R_{rec} = \frac{375300}{P_{มอเตอร์}}[\Omega]$ 1)

$480V : R_{rec} = \frac{428914}{P_{มอเตอร์}}[\Omega]$ 2)

$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{มอเตอร์}}[\Omega]$

$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{มอเตอร์}}[\Omega]$

$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{มอเตอร์}}[\Omega]$

1) สำหรับตัวแปลงความถี่ FC 300 เอาท์พุทเพลา ≤ 7.5 kW
2) สำหรับตัวแปลงความถี่ FC 300 เอาท์พุทเพลา > 7.5 kW

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ความต้านทานของวงจรเบรคตัวต้านทานที่เลือก ไม่ควรสูงกว่าระดับที่ Danfoss แนะนำ หากเลือกตัวต้านทานเบรคที่มีค่าโอห์มสูงขึ้น แรงบิดการเบรค 160% อาจไม่สามารถทำได้ เนื่องจากมีความเสี่ยงที่ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานเพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัย

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
หากทรานซิสเตอร์เบรคเกิดการลัดวงจร จะป้องกันกำลังที่จะถูกดูดซับในตัวต้านทานเบรคได้โดยใช้สวิตช์หลักหรือคอนแทคเตอร์ เพื่อตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับตัวแปลงความถี่ (สามารถควบคุมคอนแทคเตอร์ได้โดยตัวแปลงความถี่)

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
อย่าจับตัวต้านทานเบรค เนื่องจากมีความร้อนสูงมากขณะ/หลังจากการเบรค

3.7.2. การควบคุมด้วยฟังก์ชันเบรค

การเบรคจะจำกัดแรงดันในวงจรขั้นกลางเมื่อมอเตอร์ทำงานเสมือนเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อโหลดขับมอเตอร์และกำลังไฟฟ้าไหลกลับไปสะสมที่ดีซีลิ้งค์ เป็นต้น การเบรคจะมีลักษณะเป็นเหมือนกับวงจรสับด้วยการเชื่อมต่อกับตัวต้านทานเบรคภายนอก

การวางตัวต้านทานเบรคไว้ภายนอกจะมีข้อได้เปรียบดังนี้:

- สามารถเลือกตัวต้านทานเบรคตามการประยุกต์ใช้งาน
- พลังงานของเบรคสามารถถูกนำออกภายนอกแผงควบคุม เช่น ไปยังจุดที่สามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานได้
- ระบบอิเล็กทรอนิกส์ของตัวแปลงความถี่จะไม่ร้อนเกินไป หากตัวต้านทานเบรครับโหลดเกิน

การเบรคจะได้รับการป้องกันจากการลัดวงจรของตัวต้านทานเบรค และทรานซิสเตอร์เบรคจะถูกตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าจะตรวจพบการลัดวงจรของทรานซิสเตอร์ เอาท์พุทรีเลย์/ดิจิตัล สามารถใช้เพื่อป้องกันตัวต้านทานเบรคจากการรับโหลดเกินเมื่อโดยการเชื่อมต่อกับฟอลต์ในตัวแปลงความถี่
นอกจากนี้ การเบรคยังทำให้สามารถอ่านค่ากำลังช่วงสั้นและกำลังเฉลี่ยสำหรับช่วง 120 วินาทีล่าสุด การเบรคยังสามารถตรวจสอบกำลังที่ใช้ และรักษาระดับให้ไม่เกินขีดจำกัดที่เลือกไว้ในพารามิเตอร์ 2-12 ในพารามิเตอร์ 2-13 ให้เลือกฟังก์ชันที่จะดำเนินการเมื่อกำลังถูกส่งไปยังตัวต้านทานเบรคเกินขีดจำกัดที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 2-12

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
การตรวจสอบกำลังเบรค ไม่ใช่ฟังก์ชันด้านความปลอดภัย จึงจำเป็นต้องใช้สวิตช์ความร้อนเพื่อจุดประสงค์นี้ วงจรตัวต้านทานเบรคไม่มีการป้องกันการรั่วไหลลงดิน

การควบคุมแรงดันเกิน (OVC) (ไม่รวมตัวต้านทานเบรค) สามารถเลือกเป็นฟังก์ชันเสริมของการเบรคได้ในพารามิเตอร์ 2-17 ฟังชันนี้จะมีการทำงานในทุกเครื่อง และฟังก์ชันนี้จะทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการตัดการทำงานเมื่อแรงดันดีซีลิ้งค์มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งทำได้โดยการเพิ่มความถี่เอาท์พุทเพื่อจำกัดแรงดันจากดีซีลิ้งค์ ฟังก์ชันนี้จะมีประโยชน์มาก เช่น ถ้าเวลาในการเปลี่ยนความเร็วขาลงสั้นเกินไป เนื่องจากหลีกเลี่ยงการตัดการทำงานของตัวแปลงความถี่ ในกรณีนี้เวลาในการเปลี่ยนความถี่ขาลงจะถูกขยายออกไป

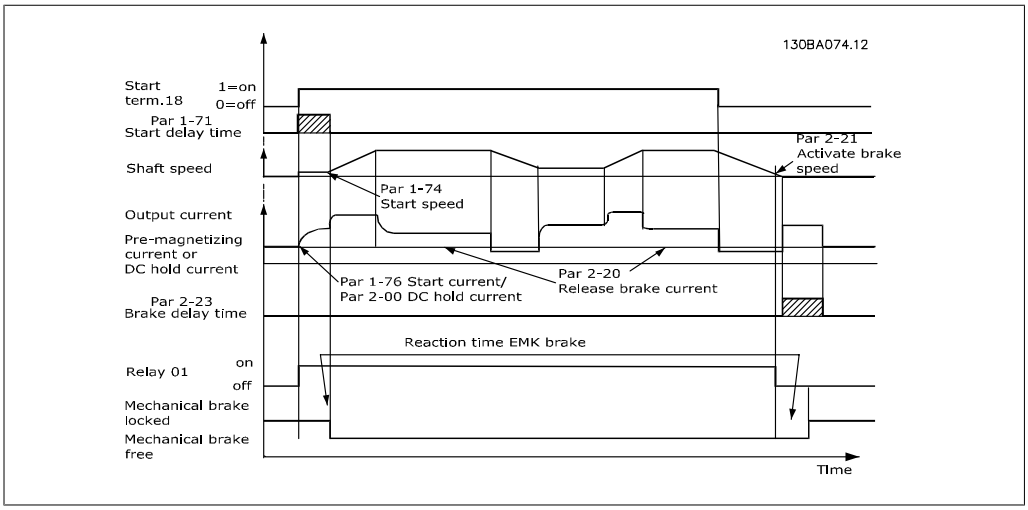
3.8.1. การควบคุมเบรคเชิงกล

สำหรับการใช้งานแบบชักรอก จำเป็นที่จะต้องสามารถควบคุมด้วยเบรคแม่เหล็กไฟฟ้าได้ ในการควบคุมเบรค จะต้องใช้เอาท์พุทรีเลย์ (รีเลย์ 1 หรือรีเลย์ 2) หรือเอาท์พุทดิจิตัลที่ตั้งโปรแกรมไว้ (ขั้ว 27 หรือ 29) โดยทั่วไปเอาท์พุทนี้จะต้องปิดตราบเท่าที่ตัวแปลงความถี่ไม่สามารถที่จะ 'ล็อกค้าง' มอเตอร์ไว้ได้ เช่น เนื่องจากโหลดมีขนาดใหญ่เกินไป ในพารามิเตอร์ 5-40 (พารามิเตอร์แบบอาร์เรย์), พารามิเตอร์ 5-30 หรือ พารามิเตอร์ 5-31 (เอาท์พุทดิจิตัล 27 หรือ 29) ให้เลือก *การควบคุมเบรคเชิงกล* [32] สำหรับการประยุกต์ใช้งานที่มีเบรคแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อเลือก *การควบคุมเบรคเชิงกล* [32] แล้ว รีเลย์ของเบรคเชิงกลจะถูกปิดระหว่างสตาร์ทจนกระทั่งกระแสเอาท์พุทสูงกว่าระดับที่เลือกในพารามิเตอร์ 2-20 *ตั้งกระแสให้เบรคเชิงกลทำงาน* ระหว่างการหยุด เบรคเชิงกลจะปิดเข้าทำงานเมื่อความเร็วต่ำกว่าระดับที่เลือกในพารามิเตอร์ 2-21 *ตั้งรอบมอเตอร์ให้เบรคเชิงกล*

3

ทำงาน [RPM] หากตัวแปลงความถี่เข้าสู่สภาวะสัญญาณเตือน เช่น แรงดันสูงเกิน เบรคเชิงกลจะทำงานในทันที ซึ่งเป็นกรณีเดียวกับในระหว่างการหยุดเพื่อความปลอดภัย



ในการทำงานเกี่ยวกับการยกขึ้น/หย่อนลง จะต้องสามารถควบคุมเบรคไฟฟ้าเชิงกลได้

รายละเอียดทีละขั้นตอน:

- เมื่อต้องการควบคุมเบรคเชิงกล สามารถที่จะใช้เอาท์พุทรีเลย์หรือเอาท์พุทดิจิตัลใดๆ (ขั้วต่อ 27 หรือ 29) เพื่อควบคุมได้ ถ้าจำเป็นให้ใช้คอนแท็คเตอร์ที่เหมาะสม
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเอาท์พุทยังปิดสวิตช์อยู่ตราบเท่าที่ตัวแปลงความถี่ไม่สามารถที่จะขับมอเตอร์ได้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่โหลดมีขนาดใหญ่เกินไป หรือเนื่องจากยังไม่ได้มีการติดตั้งมอเตอร์อย่างแท้จริง
- เลือก *การควบคุมเบรคเชิงกล* [32] ในพารามิเตอร์ 5-4* (ในพารามิเตอร์ 5-3*) ก่อนเชื่อมต่อเบรคเชิงกล
- เบรคจะถูกปล่อยเมื่อกระแสมอเตอร์มีค่าเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 2-20
- เบรคจะทำงานเมื่อความถี่เอาท์พุทมีค่าน้อยกว่าความถี่ที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 2-21 หรือ 2-22 และเฉพาะเมื่อตัวแปลงความถี่กำลังดำเนินการตามคำสั่งหยุด

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
สำหรับการประยุกต์ใช้งานการยกหรือการชักรอกในแนวดิ่ง แนะนำอย่างมากที่จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าโหลดจะสามารถหยุดได้ในกรณีฉุกเฉินหรือการทำงานผิดปกติของส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่ง เช่น คอนแท็คเตอร์ เป็นต้น
ถ้าตัวแปลงความถี่อยู่ในโหมดสัญญาณเตือน หรือในสถานการณ์ที่เกิดแรงดันเกิน เบรคเชิงกลจะตัดเข้า

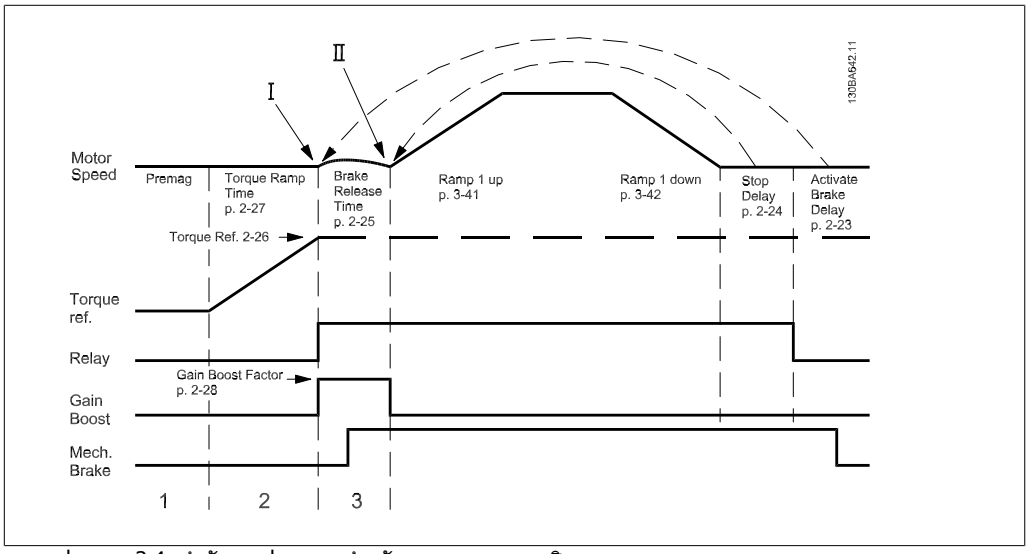
โน้ตสำหรับผู้อ่าน
สำหรับการใช้งานในการชักรอก ต้องดูให้แน่ใจว่าขีดจำกัดแรงบิดในพารามิเตอร์ 4-16 และ 4-17 ตั้งค่าต่ำกว่าขีดจำกัดกระแสในพารามิเตอร์ 4-18 และแนะนำให้ตั้งพารามิเตอร์ 14-25 *หน่วงตัดการทำงานที่ขีดจำกัดแรงบิด* เท่ากับ "0" พารามิเตอร์ 14-26 *หน่วงตัดการทำงานที่ฟอลต์อินเวอร์เตอร์* เท่ากับ "0" และพารามิเตอร์ 14-10 *แหล่งจ่ายไฟหลักล้มเหลว* เท่ากับ [3] *สิ้นไหล*

3.8.2. เบรกเชิงกลสำหรับการชักรอก

ชุดขับอัตโนมัติ VLT FC 300 มีคุณลักษณะการควบคุมเบรกเชิงกลที่ออกแบบโดยเฉพาะสำหรับการใช้งานการชักรอก เบรกกลไกชักรอกเปิดใช้งานโดยตัวเลือก [6] ในพารามิเตอร์ 1-72 ความแตกต่างที่สำคัญ ๆ เมื่อเทียบกับส่วนควบคุมเบรกกลไกปกติซึ่งใช้ฟังก์ชั่นรีเลย์ตรวจสอบกระแสเอาท์พุทคือ ฟังก์ชั่นเบรกกลไกชักรอกจะสามารถควบคุมรีเลย์เบรกได้โดยตรง ซึ่งหมายความว่าแทนที่จะตั้งค่ากระแสเพื่อปล่อยเบรก จะกำหนดแรงบิดที่ใช้กับเบรกที่ปิดอยู่ก่อนการปล่อย เพราะว่าแรงบิดที่ถูกกำหนดโดยตรงจากชุดค่าสั่งจะเหมาะสมกับการใช้งานการชักรอกมากกว่า
โดยการใช้การเร่งอัตราขยายแบบสัดส่วน (พารามิเตอร์ 2-28) จะได้รับการควบคุมที่เร็วกว่าเมื่อทำการคลายเบรก วิธีการเบรกเชิงกลของการชักรอกมีพื้นฐานลำดับการทำงาน 3 ขั้นตอน โดยการควบคุมมอเตอร์และการปล่อยเบรกจะสอดรับกันเพื่อที่จะได้รับการคลายเบรกที่นุ่มนวลที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ลำดับการทำงาน 3 ขั้นตอน

1. **มอเตอร์ที่มีการสร้างสนามแม่เหล็กล่วงหน้า**
   เพื่อที่จะให้แน่ใจว่ามอเตอร์ถูกยึดอยู่และเพื่อตรวจสอบาได้ติดตั้งอย่างถูกต้อง มอเตอร์ต้องมีการสร้างสนามแม่เหล็กล่วงหน้าขึ้นมาก่อน
2. **การใช้แรงบิดกับเบรกที่ปิดอยู่**
   เมื่อโหลดถูกจับด้วยเบรกเชิงกล ขนาดของโหลดจะไม่สามารถระบุได้ ระบุได้เพียงทิศทางการหมุนเท่านั้น ใช่วงเวลาที่เบรกเปิด โหลดจะต้องถูกควบคุมโดยมอเตอร์ เพื่อสนับสนุนการควบคุม ผู้ใช้ต้องระบุแรงบิดในพารามิเตอร์ 2-26 ซึ่งถูกใช้ในการควบคุมการชักรอก ซึ่งจะถูกใช้เพื่อเริ่มต้นตัวควบคุมความเร็วที่จะควบคุมโหลดในทีสุด เพื่อที่จะลดการสึกกร่อนในชุดเฟืองขับเนื่องจากการกระตุกอย่างรุนแรง แรงบิดจะค่อยๆเพิ่มขึ้น
3. **การปล่อยเบรก**
   เมื่อแรงบิดถึงค่าที่ตั้งในพารามิเตอร์ 2-26*ค่าอ้างอิงแรงบิด* เบรกจะถูกปล่อยออก ค่าที่ตั้งในพารามิเตอร์ 2-25 *เวลาปล่อยเบรก* จะบอกเวลาหน่วงก่อนที่โหลดจะถูกปล่อยจากการเบรก เพื่อที่จะตอบสนองได้อย่างรวดเร็วเท่าที่จะเป็นไปได้ในแต่ละขั้นของโหลดตามการปล่อยเบรก การควบคุมความเร็วโดย PID จะสามารถเร่งได้โดยการเพิ่มอัตราขยายตามสัดส่วน



ภาพประกอบ 3.4: ลำดับการปลดเบรกสำหรับการควบคุมเบรกเชิงกลของการยก

3.8.3. สายเคเบิล

EMC (สายเคเบิลชนิดบิดเกลียว/ชิลด์)
เพื่อลดการรบกวนทางไฟฟ้าจากสายระหว่างตัวต้านทานเบรกและตัวแปลงความถี่ สายนั้นต้องเป็นชนิดบิดเกลียว

เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ EMC ให้ดียิ่งขึ้นควรใช้ชิลด์ที่เป็นโลหะ

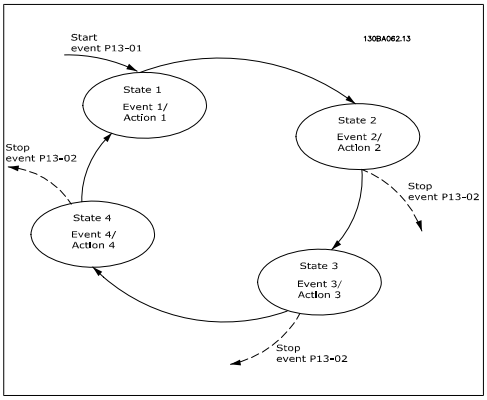
3

3.9.1. Smart Logic Control

Smart Logic Control (SLC) เป็นการเรียงลำดับการกระทำที่ผู้ใช้ระบุไว้ซึ่งจะได้รับการดำเนินการโดย SLC (ดูพารามิเตอร์ 13-52) เมื่อ *เหตุการณ์* เกี่ยวข้องที่กำหนดโดยผู้ใช้ (ดูพารามิเตอร์ 13-51) ได้รับการประเมินจาก SLC ว่าเป็น TRUE (จริง)
เหตุการณ์ และ *การกระทำ* ต่างมีหมายเลขประจำแต่ละรายการและจะเชื่อมโยงเป็นคู่โดยเรียกว่าสถานะ ซึ่งหมายความว่าเมื่อ *เหตุการณ์ [1]* สำเร็จ (ได้รับค่า TRUE (จริง)), *การกระทำ [1]* จะได้รับการปฏิบัติ หลังจากนี้เงื่อนไขของ *เหตุการณ์[2]* จะถูกประเมินและหากเป็น TRUE (จริง) *การกระทำ [2]*ก็จะได้รับการปฏิบัติเช่นนี้ต่อเนื่องไป เหตุการณ์และการกระทำจะถูกจัดเข้าไว้เป็นพารามิเตอร์แบบอาร์เรย์

ในแต่ละรอบจะมีการประเมิน *เหตุการณ์* เพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น หาก *เหตุการณ์* ถูกประเมินเป็น FALSE (เท็จ) จะไม่มีสิ่งใดเกิดขึ้น (ใน SLC) ระหว่างรอบการสแกนปัจจุบัน และไม่มี *เหตุการณ์* อื่นใดที่จะได้รับการประเมินต่อ ซึ่งหมายความว่าเมื่อ SLC เริ่มต้นทำการประเมิน *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:



ลัดวงจร (ระหว่างเฟสของมอเตอร์)
ตัวแปลงความถี่ได้รับการป้องกันจากการลัดวงจร ด้วยวิธีการวัดกระแสในแต่ละเฟสจากทั้งสาม เฟสมอเตอร์หรือในดีซีลิงค์ การลัดวงจรระหว่างเฟสเอาท์พุทสองเฟสอาจเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะกระแสเกินในอินเวอร์เตอร์ อินเวอร์เตอร์จะปิดอิสระจากกันเมื่อกระแสลัดวงจรเกินค่าที่ยอมรับได้ (สัญญาณเตือน 16 ตัดล็อกการทำงาน)
เพื่อป้องกันชุดขับจากการลัดวงจรเมื่อแบ่งใช้โหลดและเอาท์พุทเบรค โปรดดูที่คู่มือการออกแบบ

การสลับเอาท์พุท
การสลับเอาท์พุทระหว่างมอเตอร์และตัวแปลงความถี่สามารถทำได้โดยสมบูรณ์ คุณจะไม่สามารถสร้างความเสียหายให้กับตัวแปลงความถี่เมื่อทำการสลับเอาท์พุท อย่างไรก็ตามข้อความแสดงฟอลต์อาจเกิดขึ้น

แรงดันเกินที่เกิดจากมอเตอร์
แรงดันในวงจรขั้นกลางจะเพิ่มขึ้นเมื่อมอเตอร์ทำงานเสมือนเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเกิดได้ในกรณีต่อไปนี้:

1. โหลดขับมอเตอร์ (ที่ความถี่เอาท์พุทคงที่จากตัวแปลงความถี่) อาทิ พลังงานที่สร้างกลับคืนมาจากโหลด

2. ระหว่างการชะลอ ("การเปลี่ยนความเร็วขาลง") หากโมเมนต์ความเฉื่อย มีค่าสูง โหลดต่ำ และเวลาเปลี่ยนความเร็วขาลงสั้นเกินไปที่พลังงานจะถูกขับออกไปไปเป็นการสูญเสียในตัวแปลงความถี่ มอเตอร์ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่
3. การตั้งค่าการชดเชยการสลิปที่ไม่ถูกต้องอาจจะทำให้แรงดันดีซีลิงค์มีค่าสูงขึ้น

หน่วยควบคุมอาจพยายามที่จะแก้ไขการเปลี่ยนความเร็วให้ถูกต้องถ้าเป็นไปได้ (พารามิเตอร์ 2-17 *การควบคุมแรงดันเกิน*
อินเวอร์เตอร์จะปิดการทำงานเพื่อป้องกันทรานซิสเตอร์และตัวเก็บประจุวงจรขั้นกลาง หากแรงดันสูงขึ้นถึงระดับหนึ่ง
ดูพารามิเตอร์ 2-10 และพารามิเตอร์ 2-17 เพื่อเลือกวิธีการสำหรับควบคุมระดับแรงดันของวงจรขั้นกลาง

แหล่งจ่ายไฟหลักหายไป
ระหว่างการหายไปของแหล่งจ่ายไฟหลัก ตัวแปลงความถี่จะทำงานต่อไปจนกระทั่งแรงดันวงจรขั้นกลางลดต่ำกว่าระดับหยุดต่ำสุด ซึ่งโดยปกติจะมีค่าต่ำลง 15% จากค่าแรงดันที่พิกัดต่ำสุดของตัวแปลงความถี่

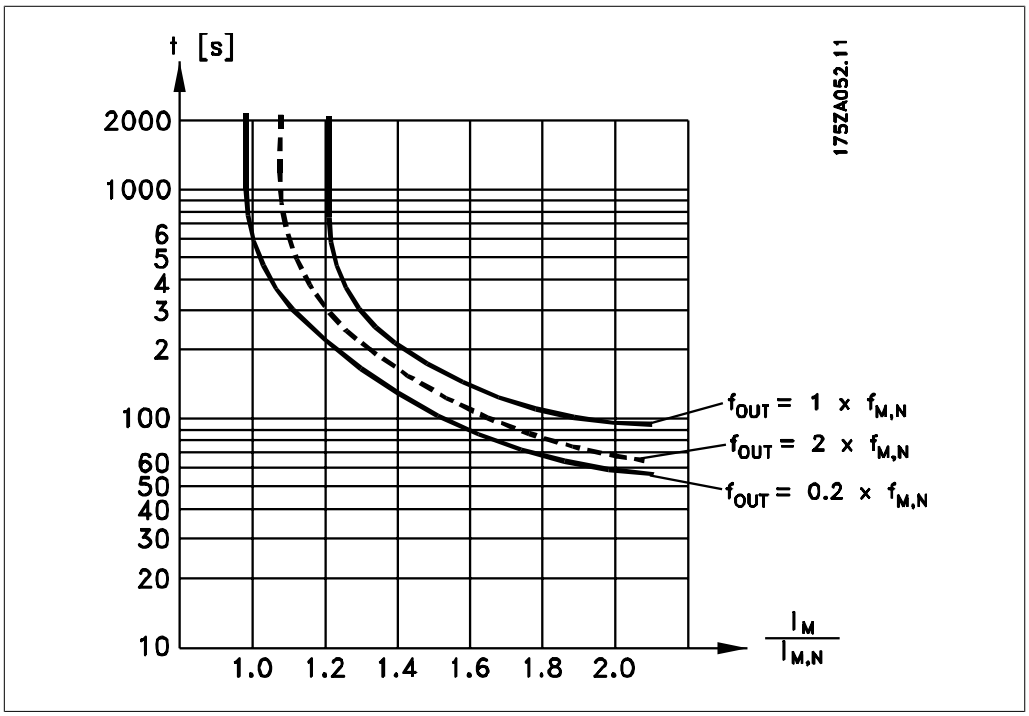
ค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟหลักก่อนที่ไฟดับและโหลดมอเตอร์จะกำหนดระยะเวลาที่อินเวอร์เตอร์จะลื่นไหล

โหลดเกินแบบคงที่ในโหมด VVCplus
เมื่อตัวแปลงความถี่มีโหลดเกิน (ถึงระดับขีดจำกัดแรงบิดในพารามิเตอร์ 4-16/4-17) ส่วนควบคุมจะลดความถี่เอาท์พุทเพื่อลดโหลด
หากโหลดที่เกินมีระดับสูง อาจเกิดกระแสที่ทำให้ตัวแปลงความถี่ตัดการทำงาน หลังจากประมาณ 5-10 วินาที

การทำงานภายในขีดจำกัดแรงบิดจะถูกจำกัดเป็นเวลา (0-60 วินาที) ในพารามิเตอร์ 14-25

3.10.1. การป้องกันความร้อนเกินของมอเตอร์

อุณหภูมิของมอเตอร์จะถูกคำนวณตามกระแสมอเตอร์ ความถี่เอาท์พุท และเวลา หรือเทอร์มิสเตอร์ ดูย่อหน้าที่ 1-90 ในคู่มือการตั้งโปรแกรม



3

3.11.1. การหยุดแบบปลอดภัย ของ FC 300

FC 302 และ FC301 ในเคส A1 สามารถรองรับฟังก์ชันระบบความปลอดภัย *ปิดแรงบิดอย่างปลอดภัย* (ตามที่กำหนดโดย IEC 61800-5-2) หรือ *หมวดการหยุด 0* (ตามที่กำหนดไว้ใน EN 60204-1)

FC 301 เคส A1: เมื่อการหยุดแบบปลอดภัยถูกติดตั้งมาพร้อมกับชุดขับ ตำแหน่งที่ 18 ของรหัสชนิดจะต้องเป็น T หรือ U หากตำแหน่งที่ 18 เป็น B หรือ X ขั้วต่อ 37 การหยุดแบบปลอดภัย จะไม่ถูกติดตั้งในชุดขับ
ตัวอย่างเช่น
รหัสชนิดสำหรับ FC 301 A1 พร้อมกับการหยุดแบบปลอดภัย
FC-301PK75T4**Z20**H4**T**GCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

การทำงานนี้ได้รับการออกแบบและรับรองแล้วว่าเหมาะสมสำหรับข้อกำหนดด้านความปลอดภัยหมวด 3 ใน EN 954-1 การทำงานนี้เรียกว่า การหยุดแบบปลอดภัย (Safe Stop) ก่อนที่จะทำการผสานและใช้การหยุดแบบปลอดภัยในการติดตั้ง การวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยตลอดในการติดตั้งจะต้องได้รับการดำเนินการเพื่อที่จะพิจารณาว่า การทำงานการหยุดแบบปลอดภัยและหมวดความปลอดภัยมีความเหมาะสมและเพียงพอหรือไม่

การเปิดและระงับระบบหยุดแบบปลอดภัย
ฟังก์ชั่นหยุดแบบปลอดภัยเปิดใช้ได้โดยปิดไฟเลี้ยง DC 24V ที่จ่ายไปยังขั้ว 37 ค่ามาตรฐานของฟังก์ชั่นหยุดแบบปลอดภัยจะถูกกำหนดรูปแบบสำหรับการป้องกันการรีสตาร์ทแบบไม่ได้ตั้งใจ ซึ่งหมายความว่า จะสามารถระงับระบบหยุดแบบปลอดภัยและเข้าสู่การทำงานตามปกติต่อไปได้โดยจ่ายกระแสไฟ DC 24V ไปยังขั้ว 37 จากนั้นจึงส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตอล หรือปุ่ม [Reset])

ฟังก์ชั่นหยุดแบบปลอดภัยสามารถตั้งรูปแบบเป็นรีสตาร์ทอัตโนมัติโดยตั้งค่าพารามิเตอร์ 5-19 จากค่ามาตรฐาน [1] เป็นค่า [3] หากต่ออุปกรณ์ MCB112 เข้ากับไดร์ฟ รูปแบบการรีสตาร์ทอัตโนมัติจะถูกตั้งโดยค่า [7] และ [8]
การรีสตาร์ทอัตโนมัติเป็นการระงับระบบหยุดแบบปลอดภัย และกลับเข้าสู่การทำงานตามปกติ ทันทีที่จ่ายไฟ DC 24V ไปยังขั้ว 37 ไม่จำเป็นต้องส่งสัญญาณรีเซ็ตอีกต่อไป

ข้อสำคัญ! สามารถใช้รูปแบบการรีสตาร์ทอัตโนมัติได้เฉพาะในสองกรณีต่อไปนี้:

1. การป้องกันการรีสตาร์ทที่ไม่ได้ตั้งใจดำเนินการโดยส่วนอื่น ๆ ของการติดตั้งระบบหยุดแบบปลอดภัย
2. สามารถคัดแยกพื้นที่อันตรายได้เมื่อไม่ได้เปิดใช้ระบบหยุดแบบปลอดภัย กรุณาปฏิบัติตามมาตรฐานต่อไปนี้ภายใต้หลักเกณฑ์ EU Machinery Directive: 5.2.1, 5.2.2 และ 5.2.3. ของ EN954-1:1996 (หรือ ISO 13849-1:2006), 4.11.3 และ 4.11.4 ของ EN292-2 (ISO 12100-2:2003)

Prüf- und Zertifizierungsstelle
im BG-PRÜFZERT

BGIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz

Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften

130BA373.10

Translation
In any case, the German original shall prevail.

Type Test Certificate

05 06004
No. of certificate

Name and address of the holder of the certificate: (customer)	Danfoss Drives A/S, Ulnaes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark
Name and address of the manufacturer:	Danfoss Drives A/S, Ulnaes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark

Ref. of customer:	Ref. of Test and Certification Body: Apf/Koh VE-Nr. 2003 23220	Date of Issue: 13.04.2005

Product designation:	Frequency converter with integrated safety functions
Type:	VLT® Automation Drive FC 302
Intended purpose:	Implementation of safety function „Safe Stop"
Testing based on:	EN 954-1, 1997-03, DKE AK 226.03, 1998-06, EN ISO 13849-2; 2003-12, EN 61800-3, 2001-02, EN 61800-5-1, 2003-09,
Test certificate:	No.: 2003 23220 from 13.04.2005
Remarks:	The presented types of the frequency converter FC 302 meet the requirements laid down in the test bases. With correct wiring a category 3 according to DIN EN 954-1 is reached for the safety function.

The type tested complies with the provisions laid down in the directive 98/37/EC (Machinery).

Further conditions are laid down in the Rules of Procedure for Testing and Certification of April 2004.

Head of certification body
(Prof. Dr. rer. nat. Dietmar Reinert)

Certification officer
(Dipl.-Ing. R. Apfeld)

FZB10E
01.05

Postal adress:
53754 Sankt Augustin

Office:
Alte Heerstraße 111
53757 Sankt Augustin

Phone: 0 22 41/2 31-02
Fax: 0 22 41/2 31-22 34

3

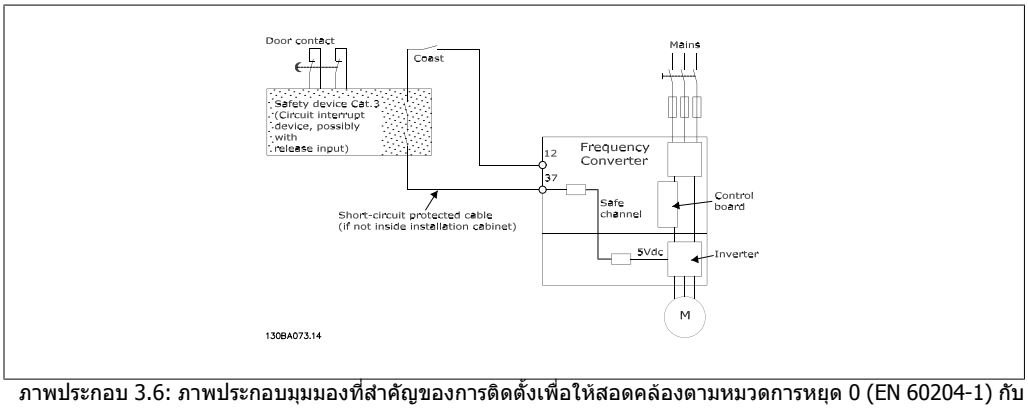
3.11.2. การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย (FC 302 และ FC 301 – เฉพาะเคส A1)

ในการติดตั้งการหยุดในหมวด 0 (EN60204) ให้สอดคล้องกับหมวดความปลอดภัย 3 (EN954-1) ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำเหล่านี้:

1. ต้องถอดสายเชื่อม (ตัวเชื่อม) ระหว่างขั้ว 37 และแรงดัน 24 V DC ออก การตัดหรือแยกตัวเชื่อมจะไม่เพียงพอกับการดำเนินการนี้ ปลดออกทั้งหมดเพื่อหลีกเลี่ยงการลัดวงจร ดูตัวเชื่อมที่ภาพประกอบ
2. เชื่อมต่อขั้วต่อ 37 กับแรงดัน 24 V DC ด้วยสายเคเบิลที่มีการป้องกันการลัดวงจร แหล่งจ่ายแรงดัน 24 V DC ต้องสามารถตัดวงจรได้ด้วยอุปกรณ์ตัดวงจรตาม EN954-1 หมวด 3 หากอุปกรณ์ตัดตอนและตัวแปลงความถี่ตั้งอยู่ในตู้เดียวกัน คุณสามารถใช้สายเคเบิลทั่วไปแทนสายที่มีการป้องกันได้
3. ถ้า FC302 ไม่ได้รับการป้องกันประเภท IP54 หรือสูงกว่านี้ ให้ใส่ในเคส IP 54 โดย FC301 A1 จะต้องใส่ไว้ในเคส IP 54 เสมอ

ภาพประกอบ 3.5: บริดจ์ต่อเชื่อมระหว่างขั้วต่อ 37 และ 24 V DC

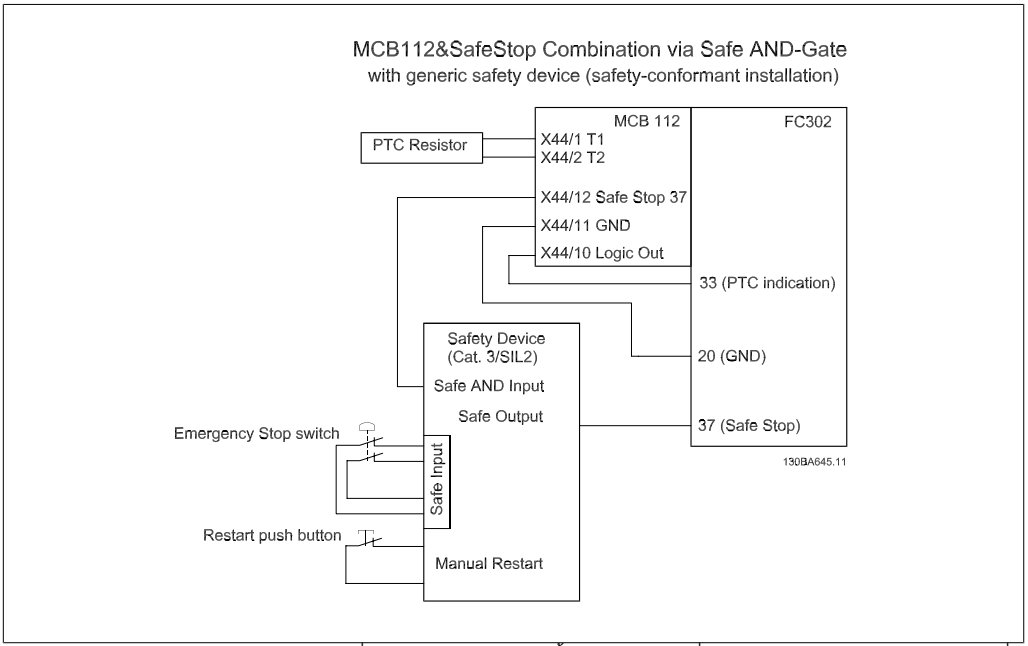
ภาพประกอบด้านล่างแสดงหมวดการหยุด 0 (EN 60204-1) กับหมวดความปลอดภัย 3 (EN 954-1) การตัดวงจรจะเกิดจากหน้าสัมผัสของหน้าสัมผัสที่เปิดออก ภาพประกอบนี้ยังแสดงวิธีการเชื่อมต่อส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยที่ลื่นไหลด้วย



ภาพประกอบ 3.6: ภาพประกอบมุมมองที่สำคัญของการติดตั้งเพื่อให้สอดคล้องตามหมวดการหยุด 0 (EN 60204-1) กับหมวดความปลอดภัย 3 (EN 954-1)

3.11.3. การติดตั้งระบบหยุดแบบปลอดภัยร่วมกับ MCB112

หากต่อโมดูลเทอร์มิสเตอร์ MBC112 ที่ได้รับการรับรอง ซึ่งใช้ขั้ว 37 เป็นช่องสัญญาณปิดระบบความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องอยู่ สัญญาณออก X44/11 ของ MCB112 จะต้องตั้งโปรแกรม AND กับเซ็นเซอร์ระบบความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง (เช่น ปุ่มหยุดฉุกเฉิน สวิตช์ระบบความปลอดภัย ฯลฯ) ที่ใช้เปิดระบบหยุดแบบปลอดภัย ตรรกะ AND จะต้องเป็นไปตาม EN 954-1 กลุ่มความปลอดภัย 3 การเชื่อมต่อจากสัญญาณขาออกของตรรกะ AND ของระบบความปลอดภัยกับขั้ว 37 ของระบบหยุดแบบปลอดภัยจะต้องมีการป้องกันการลัดวงจร ดูภาพด้านล่าง:



ภาพประกอบ 3.7: ภาพส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ ในการติดตั้งชุดแอพพลิเคชั่นหยุดแบบปลอดภัยและแอพพลิเคชั่น MCB112 แผนผังแสดงสัญญาณรีสตาร์ทสำหรับอุปกรณ์ระบบความปลอดภัยแบบต่อพ่วง ซึ่งหมายความว่าในการติดตั้งพารามิเตอร์ 5-19 อาจถูกค่าไว้ที่ค่า [7] หรือ [8]

ค่าพารามิเตอร์สำหรับระบบหยุดแบบปลอดภัย ร่วมกับ MCB112

หากต่อ MCB112 ค่าเพิ่มเติมอาจทำได้สำหรับพารามิเตอร์ 5-19: [1] (ค่ามาตรฐาน) และ [3] ยังใช้ได้อยู่ แต่ไม่ควรตั้งไว้ ให้ตั้งค่านี้เมื่อใช้ระบบหยุดแบบปลอดภัยเท่านั้น ในกรณีที่เลือก [1] หรือ [3] และเปิดใช้ MCB112 ตัว FC300 จะตอบสนองต่อสัญญาณเตือน "ข้อผิดพลาดที่เป็นอันตราย [A72]" และหยุดชุดขับอย่างปลอดภัย โดยไม่ใช้ฟังก์ชั่นรีสตาร์ทอัตโนมัติ สามารถใช้ [4] และ [5] ในตอนนี้แต่ไม่ควรใช้ ให้ใช้เฉพาะในกรณีที่ MCB112 เชื่อมต่ออยู่ และไม่มีเซ็นเซอร์ระบบความปลอดภัยอื่น ๆ อยู่ร่วมด้วย ในกรณีที่เลือก [4] หรือ [5] และเปิดใช้ระบบหยุดแบบปลอดภัย ตัว FC300 จะตอบสนองต่อสัญญาณเตือน "ข้อผิดพลาดที่เป็นอันตราย [A72]" และหยุดชุดขับอย่างปลอดภัย โดยไม่ใช้ฟังก์ชั่นรีสตาร์ทอัตโนมัติ
ต้องใช้ตัวเลือก [6], [7], [8] หรือ [9] สำหรับฟังก์ชั่นหยุดปลอดภัยร่วมกับ MCB112 ข้อสำคัญ! ตัวเลือก [7] หรือ [8] จะตั้งระบบหยุดปลอดภัยเป็นการรีสตาร์ทอัตโนมัติ

สามารถทำได้เฉพาะในกรณีต่อไปนี้เท่านั้น:

1. การป้องกันการรีสตาร์ทที่ไม่ได้ตั้งใจดำเนินการโดยส่วนอื่น ๆ ของการติดตั้งระบบหยุดแบบปลอดภัย
2. สามารถคัดแยกพื้นที่อันตรายได้เมื่อไม่ได้เปิดใช้ระบบหยุดแบบปลอดภัย กรุณาปฏิบัติตามมาตรฐานต่อไปนี้ภายใต้หลักเกณฑ์ EU Machinery Directive: 5.2.1, 5.2.2 และ 5.2.3. ของ EN954-1:1996 (หรือ ISO 13849-1:2006), 4.11.3 และ 4.11.4 ของ EN292-2 (ISO 12100-2:2003)

3.11.4. การทดสอบการใช้การหยุดแบบปลอดภัย

หลังจากติดตั้งและก่อนการทำงานครั้งแรก ให้ดำเนินการทดสอบการใช้งานสิ่งที่ติดตั้งหรือแอปพลิเคชั่นที่จะใช้การหยุดแบบปลอดภัยของ FC 300
นอกจากนี้ให้ทำการทดสอบหลังจากการปรับแต่งการติดตั้งหรือการประยุกต์ใช้งานแต่ละครั้ง ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการหยุดแบบปลอดภัยของ FC 300

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ต้องผ่านการทดสอบระบบเพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์ความปลอดภัย 3 ทั้งในส่วนของการติดตั้งและการใช้งาน

การทดสอบระบบ (เลือกกรณี 1 หรือ 2 ตามความเป็นจริง):

3

กรณีที่ 1: ต้องมีระบบป้องกันการรีสตาร์ทฟังก์ชั่นหยุดแบบปลอดภัย (เช่น หยุดปลอดภัยเฉพาะเมื่อพารามิเตอร์ 5-19 ตั้งไว้เป็นค่ามาตรฐาน [1] หรือผสมผสานการหยุดแบบปลอดภัยและ MCB112 โดยพารามิเตอร์ 5-19 ตั้งไว้ที่ [6] หรือ [9]:

1. ตัดการจ่ายแรงดัน 24 V DC ไปยังขั้วต่อ 37 โดยใช้อุปกรณ์ตัดตอน ในขณะที่ FC 302 กำลังส่งแรงขับมอเตอร์ (หมายถึงไม่มีการตัดแหล่งจ่ายไฟหลัก) ขั้นตอนการทดสอบถือว่าผ่านหากมอเตอร์ตอบสนองโดยมีการเลื่อนไหลและเบรกกลไก (หากต่ออยู่) ถูกเปิดใช้ และหากยึด LCP อยู่ สัญญาณเตือน "หยุดแบบปลอดภัย [A68]" จะปรากฏขึ้น
2. ส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตอล หรือปุ่ม [Reset]) ขั้นตอนการทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์ยังอยู่ในสถานะหยุดแบบความปลอดภัย และเบรกเชิงกล (หากเชื่อมต่อ) ยังคงทำงาน
3. จ่ายแรงดัน 24 V DC กลับไปที่ขั้วต่อ 37 การทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์ยังอยู่ในสถานะลื่นไหลและเบรกเชิงกล (หากเชื่อมต่อ) ยังคงทำงาน ขั้นที่ 1.4: ส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตอล หรือปุ่ม [Reset]) การทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์กลับมาทำงานอีกครั้ง

การทดสอบระบบถือว่าผ่านเมื่อทำการทดสอบขั้นตอนสี่ขั้นใน 1.1, 1.2, 1.3 และ 1.4 ผ่านเสร็จสิ้น

กรณีที่ 2 : ควรมีและสามารถใช้ระบบป้องกันการรีสตาร์ทอัตโนมัติ (เช่น หยุดปลอดภัยเฉพาะเมื่อพารามิเตอร์ 5-19 ตั้งไว้เป็นค่ามาตรฐาน [3] หรือผสมผสานการหยุดแบบปลอดภัยและ MCB112 โดยพารามิเตอร์ 5-19 ตั้งไว้ที่ [7] หรือ [8]:

1. ตัดการจ่ายแรงดัน 24 V DC ไปยังขั้วต่อ 37 โดยใช้อุปกรณ์ตัดตอน ในขณะที่ FC 302 กำลังส่งแรงขับมอเตอร์ (หมายถึงไม่มีการตัดแหล่งจ่ายไฟหลัก) ขั้นตอนการทดสอบถือว่าผ่านหากมอเตอร์ตอบสนองโดยมีการเลื่อนไหลและเบรกกลไก (หากต่ออยู่) ถูกเปิดใช้ และหากยึด LCP อยู่ สัญญาณเตือน "หยุดแบบปลอดภัย [W68]" ปรากฏขึ้น
2. ส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตอล หรือปุ่ม [Reset]) ขั้นตอนการทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์ยังอยู่ในสถานะหยุดแบบความปลอดภัย และเบรกเชิงกล (หากเชื่อมต่อ) ยังคงทำงาน
3. จ่ายไฟ DC 24 V ไปยังขั้วต่อ 37 อีกครั้ง

การทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์กลับมาทำงานอีกครั้ง การทดสอบระบบถือว่าผ่านเมื่อทำการทดสอบขั้นตอนสามขั้นตอนใน 2.1, 2.2 และ 2.3 ผ่านเสร็จสิ้น

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยของ FC 302 สามารถใช้ได้กับทั้งมอเตอร์ชนิดซิงโครนัส และอะซิงโครนัส อาจเป็นไปได้ที่จะเกิดฟอลต์ขึ้นสองรายการในเซมิคอนดัคเตอร์กำลังของตัวแปลงความถี่ เมื่อใช้กับมอเตอร์ซิงโครนัสอาจจะทำให้เกิดการหมุนค้าง การหมุนสามารถคำนวณได้จากมุม = 360/(จำนวนขั้ว) การประยุกต์ใช้งานที่มีมอเตอร์แบบซิงโครนัสจะต้องพิจารณาประเด็นนี้ และต้องแน่ใจว่าสิ่งนี้ไม่ใช่ประเด็นที่วิกฤตในเรื่องความปลอดภัย สภาวะเช่นนี้ไม่เกิดขึ้นกับมอเตอร์แบบอะซิงโครนัส

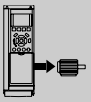
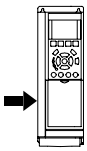
โน้ตสำหรับผู้อ่าน
เพื่อที่จะใช้ฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการของ EN-954-1 หมวด 3 เงื่อนไขจำนวนหนึ่งจะต้องได้รับการปฏิบัติตามเมื่อทำการติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย ดูหัวข้อ *การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย* สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ตัวแปลงความถี่ไม่ได้ให้การป้องกันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยจากแรงดันที่จ่ายไปยังขั้วต่อ 37 โดยไม่ตั้งใจหรือเจตนาและผลของการรีเซ็ตที่ตามมา การป้องกันประเภทนี้จะต้องทำผ่านทางอุปกรณ์ที่ยับยั้งการทำงาน ในระดับการใช้งานหรือในระดับการจัดการ
สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูที่หัวข้อ *การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย*

4. ข้อมูลทางไฟฟ้า

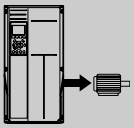
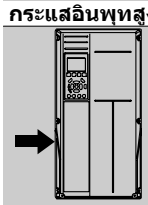
4.1. ข้อมูลทางไฟฟ้า

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 200 - 240 VAC

FC 301/FC 302		PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW]	0.25	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	3.7
	เคส IP 20/IP 21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
	เคส IP20 (เฉพาะ FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
	เคส IP 55, 66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
กระแสเอาท์พุท										
	ต่อเนื่อง (3 x 200-240 V) [A]	1.8	2.4	3.5	4.6	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 200-240 V) [A]	2.9	3.8	5.6	7.4	10.6	12.0	17.0	20.0	26.7
	ต่อเนื่อง KVA (208 V AC) [KVA]	0.65	0.86	1.26	1.66	2.38	2.70	3.82	4.50	6.00
	ขนาดสายสูงสุด (แหล่งจ่ายไฟ, มอเตอร์, เบรก) [มม. ^{2} (AWG^2)]	0.2 - 4 (24 - 10)								
กระแสอินพุทสูงสุด										
	ต่อเนื่อง (3 x 200-240 V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.1	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 200-240 V) [A]	2.6	3.5	5.1	6.6	9.4	10.9	15.2	18.1	24.0
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด[1)] [A]	10	10	10	10	20	20	20	32	32
	สภาพแวดล้อม									
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสีย ที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	21	29	42	54	63	82	116	155	185
	น้ำหนัก, เคส IP20 [kg]	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
	A1 (IP20)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	-	-	-
	A5 (IP55, 66)	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
0.25 - 3.7 kW มีเฉพาะโหลดเกินสูง 160%										

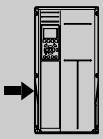
4

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 200 - 240 VAC

FC 301/FC 302		P5K5		P7K5		P11K	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW]	5.5	7.5	7.5	11	11	15
	เคส IP21	B1		B1		B2	
	เคส IP55, 66	B1		B1		B2	
กระแสเอาท์พุท							
	ต่อเนื่อง (3 x 200-240 V) [A]	24.2	30.8	30.8	46.2	46.2	59.4
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 200-240 V) [A]	38.7	33.9	49.3	50.8	73.9	65.3
	ต่อเนื่อง KVA (208 V AC) [KVA]	8.7	11.1	11.1	16.6	16.6	21.4
กระแสอินพุทสูงสุด							
	ต่อเนื่อง (3 x 200-240 V) [A]	22	28	28	42	42	54
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 200-240 V) [A]	35.2	30.8	44.8	46.2	67.2	59.4
	ขนาดสายสูงสุด [มม.^{2} (AWG)] 2)	16 (6)		16 (6)		35 (2)	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] 1	63		63		80	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสีย ที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] 4)	239	310	371	514	463	602
	น้ำหนัก เคส IP21, IP 55, 66 [กก.]	23		23		27	
	ประสิทธิภาพ 4)	0.964		0.959		0.964	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 200 - 240 VAC

FC 301/FC 302		P15K		P18K5		P22K		P30K		P37K	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW]	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37	37	45
	เคส IP21	C1		C1		C1		C2		C2	
	เคส IP55, 66	C1		C1		C1		C2		C2	
กระแสเอาท์พุท											
	ต่อเนื่อง (3 x 200-240 V) [A]	59.4	74.8	74.8	88	88	115	115	143	143	170
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 200-240 V) [A]	89.1	82.3	112	96.8	132	127	173	157	215	187
	ต่อเนื่อง KVA (208 V AC) [KVA]	21.4	26.9	26.9	31.7	31.7	41.4	41.4	51.5	51.5	61.2
กระแสอินพุทสูงสุด											
	ต่อเนื่อง (3 x 200-240 V) [A]	54	68	68	80	80	104	104	130	130	154
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 200-240 V) [A]	81	74.8	102	88	120	114	156	143	195	169
	ขนาดสายสูงสุด [มม.^{2} (AWG)] 2)	90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] 1	125		125		160		200		250	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] 4)	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
	น้ำหนัก เคส IP21, IP 55, 66 [กก.]	45		45		45		65		65	
	ประสิทธิภาพ 4)	0.964		0.965		0.965		0.966		0.966	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

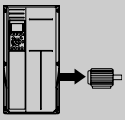
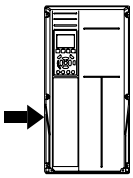
4

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 380 - 500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)

		PK 37	PK 55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
FC 301/FC 302 เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW]		0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
เคส IP20/IP21		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
เคส IP20 (เฉพาะ FC 301)		A1	A1	A1	A1	A1					
เคส IP55, 66		A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
กระแสเอาท์พุท โหลดเกินสูง 160% เป็นเวลา 1 นาที											
	เอาท์พุทเพลา [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
	ต่อเนื่อง (3 x 380-440 V) [A]	1.3	1.8	2.4	3	4.1	5.6	7.2	10	13	16
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 380-440 V) [A]	2.1	2.9	3.8	4.8	6.6	9.0	11.5	16	20.8	25.6
	ต่อเนื่อง (3 x 440-500 V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 440-500 V) [A]	1.9	2.6	3.4	4.3	5.4	7.7	10.1	13.1	17.6	23.2
	ต่อเนื่อง KVA (400 V AC) [KVA]	0.9	1.3	1.7	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0
	ต่อเนื่อง KVA (460 V AC) [KVA]	0.9	1.3	1.7	2.4	2.7	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด (สายไฟหลัก, มอเตอร์, เบรก) [AWG] [2] [มม^2]			24 - 10 AWG 0.2 - 4 มม.^{2}					24 - 10 AWG 0.2 - 4 มม.^{2}		
กระแสอินพุทสูงสุด											
	ต่อเนื่อง (3 x 380-440 V) [A]	1.2	1.6	2.2	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 380-440 V) [A]	1.9	2.6	3.5	4.3	5.9	8.0	10.4	14.4	18.7	23.0
	ต่อเนื่อง (3 x 440-500 V) [A]	1.0	1.4	1.9	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13.0
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 440-500 V) [A]	1.6	2.2	3.0	4.3	5.0	6.9	9.1	11.8	15.8	20.8
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด[1)] [A]	10	10	10	10	10	20	20	20	32	32
	สภาพแวดล้อม										
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
	น้ำหนัก เคส IP20	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
	เคส IP55, 66	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

0.37 - 7.5 kW มีเฉพาะโหลดเกินสูง 160%

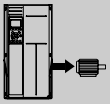
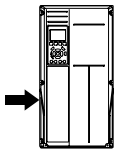
แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 380 - 500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)

FC 301/FC 302		P11K		P15K		P18K		P22K	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW]	11	15	15	18.5	18.5	22.0	22.0	30.0
	เคส IP21	B1		B1		B2		B2	
	เคส IP55, 66	B1		B1		B2		B2	
	กระแสเอาท์พุท								
	ต่อเนื่อง (3 x 380-440 V) [A]	24	32	32	37.5	37.5	44	44	61
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 380-440 V) [A]	38.4	35.2	51.2	41.3	60	48.4	70.4	67.1
	ต่อเนื่อง (3 x 440-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 440-500 V) [A]	33.6	29.7	43.2	37.4	54.4	44	64	57.2
	ต่อเนื่อง KVA (400 V AC) [KVA]	16.6	22.2	22.2	26	26	30.5	30.5	42.3
	ต่อเนื่อง KVA (460 V AC) [KVA]		21.5		27.1		31.9		41.4
กระแสอินพุทสูงสุด									
	ต่อเนื่อง (3 x 380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 380-440 V) [A]	35.2	31.9	46.4	37.4	54.4	44	64	60.5
	ต่อเนื่อง (3 x 440-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 440-500 V) [A]	30.4	27.5	40	34.1	49.6	39.6	57.6	51.7
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.^{2} / AWG] [2]	16/6		16/6		35/2		35/2	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1]	63		63		63		80	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4]	291	392	379	465	444	525	547	739
	น้ำหนักเคส IP21, IP 55, 66 [กก.]	23		23		27		27	
	ประสิทธิภาพ [4]	0.977		0.978		0.979		0.978	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

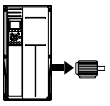
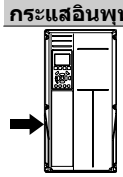
4

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 380 - 500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)

FC 301/FC 302		P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
	เคส IP21	C1		C1		C1		C2		C2	
	เคส IP55, 66	C1		C1		C1		C2		C2	
	กระแสเอาท์พุท										
	ต่อเนื่อง (3 x 380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 380-440 V) [A]	91.5	80.3	110	99	135	117	159	162	221	195
	ต่อเนื่อง (3 x 440-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 440-500 V) [A]	78	71.5	97.5	88	120	116	158	143	195	176
	ต่อเนื่อง KVA (400 V AC) [KVA]	42.3	50.6	50.6	62.4	62.4	73.4	73.4	102	102	123
	ต่อเนื่อง KVA (460 V AC) [KVA]		51.8		63.7		83.7		104		128
กระแสอินพุทสูงสุด											
	ต่อเนื่อง (3 x 380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 380-440 V) [A]	82.5	72.6	99	90.2	123	106	144	146	200	177
	ต่อเนื่อง (3 x 440-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 440-500 V) [A]	70.5	64.9	88.5	80.3	110	105	143	130	177	160
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.^{2} (AWG[2)])]	90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1]	100		125		160		250		250	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
	น้ำหนักเคส IP21, IP 55, 66 [กก.]	45		45		45		65		65	
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.983		0.983		0.982		0.983		0.985	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

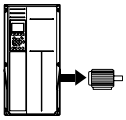
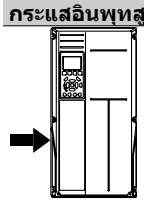
แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 380 - 500 VAC

FC 302		P90K		P110		P132		P160		P200	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่ 400 V [kW]	90	110	110	132	132	160	160	200	200	250
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่460 V [HP]	125	150	150	200	200	250	250	300	300	350
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่ 500 V [kW]	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315
	เคส IP21	D1		D1		D2		D2		D2	
	เคส IP54	D1		D1		D2		D2		D2	
	เคส IP00	D3		D3		D4		D4		D4	
	กระแสเอาท์พุท										
	ต่อเนื่อง (ที่ 400 V) [A]	177	212	212	260	260	315	315	395	395	480
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 400 V) [A]	266	233	318	286	390	347	473	435	593	528
	ต่อเนื่อง (ที่ 460/ 500 V) [A]	160	190	190	240	240	302	302	361	361	443
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 460/ 500 V) [A]	240	209	285	264	360	332	453	397	542	487
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 400 V) [KVA]	123	147	147	180	180	218	218	274	274	333
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 460 V) [KVA]	127	151	151	191	191	241	241	288	288	353
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 500 V) [KVA]	139	165	165	208	208	262	262	313	313	384
กระแสอินพุทสูงสุด											
	ต่อเนื่อง (ที่ 400 V) [A]	171	204	204	251	251	304	304	381	381	463
	ต่อเนื่อง (ที่ 460/ 500 V) [A]	154	183	183	231	231	291	291	348	348	427
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.^{2} (AWG[2)])]	150 (300 mcm)		2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1]	300		350		400		500		600	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	2641	3234	2995	3782	3425	4213	3910	5119	4625	5893
	น้ำหนักเคส IP21, IP 54 [กก.]	95.5		104		125		136		151	
	น้ำหนักเคส IP00 [กก.]	81.9		91		112		123		138	
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.971		0.973		0.974		0.976		0.977	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

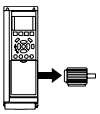
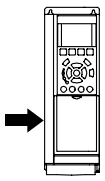
4

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 380 - 500 VAC

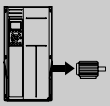
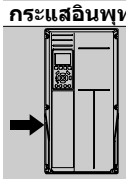
FC 302		P250		P315		P355		P400	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป ที่ 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป ที่460 V [HP]	350	450	450	500	500	600	550	600
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป ที่ 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530
	เคส IP21	E1		E1		E1		E1	
	เคส IP54	E1		E1		E1		E1	
	เคส IP00	E2		E2		E2		E2	
	กระแสเอาท์พุท								
	ต่อเนื่อง (ที่ 400 V) [A]	480	600	600	658	658	745	695	800
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 400 V) [A]	720	660	900	724	987	820	1043	880
	ต่อเนื่อง (ที่ 460/ 500 V) [A]	443	540	540	590	590	678	678	730
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 460/ 500 V) [A]	665	594	810	649	885	746	1017	803
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 400 V) [KVA]	333	416	416	456	456	516	482	554
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 460 V) [KVA]	353	430	430	470	470	540	540	582
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 500 V) [KVA]	384	468	468	511	511	587	587	632
กระแสอินพุทสูงสุด									
	ต่อเนื่อง (ที่ 400 V) [A]	472	590	590	647	647	733	684	787
	ต่อเนื่อง (ที่ 460/ 500 V) [A]	436	531	531	580	580	667	667	718
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.^{2} (AWG[2)])]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1]	700		900		900		900	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	6005	7630	6960	7701	7691	8879	7964	9428
	น้ำหนักเคส IP21, IP 54 [กก.]	263		270		272		313	
	น้ำหนักเคส IP00 [กก.]	221		234		236		277	
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.976		0.978		0.978		0.980	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 525 - 600 VAC (FC 302 เท่านั้น)

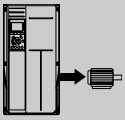
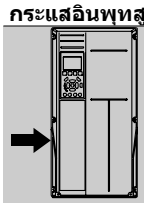
FC 302		PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW]	0.75	1.1	1.5	2.2	3	3.7	4	5.5	7.5
กระแสเอาท์พุท										
	ต่อเนื่อง (3 x 525-550 V) [A]	1.8	2.6	2.9	4.1	5.2	-	6.4	9.5	11.5
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 525-550 V) [A]	2.9	4.2	4.6	6.6	8.3	-	10.2	15.2	18.4
	ต่อเนื่อง (3 x 525-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 525-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.2	7.8	-	9.8	14.4	17.6
	ต่อเนื่อง kVA (525 V AC) [kVA]	1.7	2.5	2.8	3.9	5.0	-	6.1	9.0	11.0
	ต่อเนื่อง kVA (575 V AC) [kVA]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด (สายไฟหลัก, มอเตอร์, เบรก) [AWG] [2] [มม^2]	24 - 10 AWG 0.2 - 4 มม.^{2}					-	24 - 10 AWG 0.2 - 4 มม.^{2}		
กระแสอินพุทสูงสุด										
	ต่อเนื่อง (3 x 525-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	4.1	5.2	-	5.8	8.6	10.4
	ไม่สม่ำเสมอ (3 x 525-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.6	8.3	-	9.3	13.8	16.6
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด[1] [A]	10	10	10	20	20	-	20	32	32
	สภาพแวดล้อม									
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสีย ที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4]	35	50	65	92	122	-	145	195	261
	เคส IP 20									
	น้ำหนัก เคส IP20 [กก.]	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	-	6.5	6.6	6.6
	ประสิทธิภาพ [4]	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	-	0.97	0.97	0.97

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 525 - 690 VAC

FC 302		P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่ 690 V [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90	90	110
กระแสเอาท์พุท											
	ต่อเนื่อง (ที่ 690 V) [A]	46	54	54	73	73	86	86	108	108	131
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 690 V) [A]	74	59	86	80	117	95	129	119	162	144
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 690 V) [KVA]	55	65	65	87	87	103	103	129	129	157
กระแสอินพุทสูงสุด											
	ต่อเนื่อง (ที่ 690 V) [A]	50	58	58	77	77	87	87	109	109	128
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.^{2} (AWG)]	2x70 (2x2/0)									
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1]	80		90		125		150		175	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	1355	1458	1459	1717	1721	1913	1913	2262	2264	2662
	น้ำหนักเคส IP21, IP 54 [กก.]										
	น้ำหนักเคส IP00 [กก.]										
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

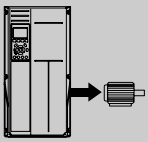
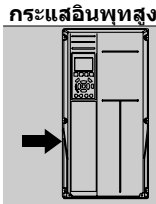
แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 525 - 690 VAC

FC 302		P110		P132		P160		P200	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป ที่ 550 V [kW]	90	110	110	132	132	160	160	200
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป ที่575 V [HP]	125	150	150	200	200	250	250	300
	เอาท์พุทเพลาทั่วไป ที่ 690 V [kW]	110	132	132	160	160	200	200	250
	กระแสเอาท์พุท								
	ต่อเนื่อง (ที่ 550 V) [A]	137	162	162	201	201	253	253	303
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 550 V) [A]	206	178	243	221	302	278	380	333
	ต่อเนื่อง (ที่ 575/ 690 V) [A]	131	155	155	192	192	242	242	290
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 575/ 690 V) [A]	197	171	233	211	288	266	363	319
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 550 V) [KVA]	131	154	154	191	191	241	241	289
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 575 V) [KVA]	130	154	154	191	191	241	241	289
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 690 V) [KVA]	157	185	185	229	229	289	289	347
กระแสอินพุทสูงสุด									
	ต่อเนื่อง (ที่ 550 V) [A]	130	158	158	198	198	245	245	299
	ต่อเนื่อง (ที่ 575 V) [A]	124	151	151	189	189	234	234	286
	ต่อเนื่อง (ที่ 690 V) [A]	128	155	155	197	197	240	240	296
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.^{2} (AWG)]	2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1]	225		250		350		400	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	2665	3114	2953	3612	3451	4293	4275	5156
	น้ำหนักเคส IP21, IP 54 [กก.]	96		104		125		136	
	น้ำหนักเคส IP00 [กก.]	82		91		112		123	
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.976		0.978		0.978		0.979	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

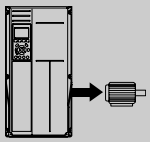
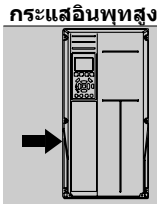
4

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 525 - 690 VAC

FC 302		P250		P315		P355	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่ 550 V [kW]	200	250	250	315	315	355
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่575 V [HP]	300	350	350	400	400	450
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่ 690 V [kW]	250	315	315	400	355	450
	กระแสเอาท์พุท						
	ต่อเนื่อง (ที่ 550 V) [A]	303	360	360	418	395	470
	ไม่สม่าเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 550 V) [A]	455	396	540	460	593	517
	ต่อเนื่อง (ที่ 575/ 690 V) [A]	290	344	344	400	380	450
	ไม่สม่าเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 575/ 690 V) [A]	435	378	516	440	570	495
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 550 V) [KVA]	289	343	343	398	376	448
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 575 V) [KVA]	289	343	343	398	378	448
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 690 V) [KVA]	347	411	411	478	454	538
กระแสอินพุทสูงสุด							
	ต่อเนื่อง (ที่ 550 V) [A]	299	355	355	408	381	453
	ต่อเนื่อง (ที่ 575 V) [A]	286	339	339	390	366	434
	ต่อเนื่อง (ที่ 690 V) [A]	296	352	352	400	366	434
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.^{2} (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1]	500		600		700	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสีย ที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	4875	5821	5185	6149	5383	6449
	น้ำหนัก เคส IP21, IP 54 [กก.]	151		165		263	
	น้ำหนัก เคส IP00 [กก.]	138		151		221	
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.981		0.984		0.985	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 525 - 690 VAC

FC 302		P400		P500		P560	
โหลดสูง/ปกติ*		HO	NO	HO	NO	HO	NO
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่ 550 V [kW]	315	400	400	450	450	500
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่575 V [HP]	400	500	500	600	600	650
	เอาท์พุทเพลาทั่วไปที่ 690 V [kW]	400	500	500	560	560	630
	กระแสเอาท์พุท						
	ต่อเนื่อง (ที่ 550 V) [A]	429	523	523	596	596	630
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 550 V) [A]	644	575	785	656	894	693
	ต่อเนื่อง (ที่ 575/ 690 V) [A]	410	500	500	570	570	630
	ไม่สม่ำเสมอ (โหลดเกิน 60 วินาที) (ที่ 575/ 690 V) [A]	615	550	750	627	855	693
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 550 V) [KVA]	409	498	498	568	568	600
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 575 V) [KVA]	408	498	498	568	568	627
	ต่อเนื่อง KVA (ที่ 690 V) [KVA]	490	598	598	681	681	753
กระแสอินพุทสูงสุด							
	ต่อเนื่อง (ที่ 550 V) [A]	413	504	504	574	574	607
	ต่อเนื่อง (ที่ 575 V) [A]	395	482	482	549	549	607
	ต่อเนื่อง (ที่ 690 V) [A]	395	482	482	549	549	607
	ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.^{2} (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
	ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1]	700		900		900	
	ค่าประเมินของกำลังสูญเสีย ที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)]	5818	7249	7671	8727	8715	9673
	น้ำหนัก เคส IP21, IP 54 [กก.]	263		272		313	
	น้ำหนัก เคส IP00 [กก.]	221		236		277	
	ประสิทธิภาพ [4)]	0.985		0.985		0.984	

*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

1) สำหรับประเภทฟิวส์ ดูที่หัวข้อ *ฟิวส์*

2) เกจลวดอเมริกัน

3) วัดโดยใช้สายเคเบิลมอเตอร์ยาว 5 ม. แบบมีชีลที่โหลดที่พิกัดและความถี่ที่พิกัด

4) กำลังสูญเสียทั่วไปที่สภาวะโหลดที่พิกัด คาดว่าจะอยู่ภายในช่วง +/-15% (ช่วงที่ยอมรับจะสัมพันธ์กับแรงดันและสภาพสายเคเบิลที่ต่างกัน)
ค่าต่างๆ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพมอเตอร์ทั่วไป (เส้นกรอบ eff2/eff3) มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่ายังจะเพิ่มการสูญเสียกำลังในตัวแปลงความถี่และด้านตรงข้ามด้วย
หากความถี่สวิตชิ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน กำลังสูญเสียอาจจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก
การใช้พลังงานของ LCP และการ์ดควบคุมทั่วไปจะถูกรวมไว้ด้วย อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติมและโหลดของลูกค้าอาจเพิ่มถึง 30W ในการสูญเสียนี้ (แม้ว่าโดยทั่วไปจะเพิ่มเพียง 4W สำหรับการ์ดควบคุม โหลดเต็มกำลัง หรืออุปกรณ์เสริมสำหรับสล๊อต A หรือสล๊อต B แต่ละสล๊อต)

แม้ว่าจะทำการวัดจากอุปกรณ์ชั้นเลิศก็ตาม (+/-5%)

แต่ต้องเผื่อระดับความไม่แม่นยำของการวัดไว้ที่

4.2. ข้อมูลจำเพาะทั่วไป

แหล่งจ่ายไฟหลัก (L1, L2, L3):	
แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย	200-240 V ±10%
แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V ±10%
แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย	FC 302: 525-690 V ±10%
ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ	50/60 Hz
ความไม่สมดุลสูงสุดชั่วคราวระหว่างเฟสของแหล่งจ่ายไฟ	3.0 % ของแรงดันไฟฟ้าพิกัดของแหล่งจ่ายไฟ
ตัวประกอบกำลังจริง (λ)	≥ 0.9 ค่าที่ระบุที่โหลดพิกัด
ตัวประกอบกำลังกระจัด (cos ϕ)	ใกล้เคียงหนึ่ง (> 0.98)
การเปิดปิดแหล่งจ่ายไฟด้านเข้า L1, L2, L3 (การเปิดเครื่อง) ≤ 7.5 kW	สูงสุด 2 ครั้ง/นาที
การเปิดปิดแหล่งจ่ายไฟด้านเข้า L1, L2, L3 (การเปิดเครื่อง) ≥ 11 kW	สูงสุด 1 ครั้ง/นาที
สภาพแวดล้อมตามมาตรฐาน EN60664-1	หมวดแรงดันไฟฟ้าเกิน III/ระดับมลภาวะ 2

เครื่องนี้เหมาะสำหรับใช้ในวงจรที่มีความสามารถในการจ่ายกระแสไม่มากกว่า 100.000 แอมป์แบบสมมาตร RMS ที่แรงดันสูงสุด 240/500/600/690 V

เอาท์พุทมอเตอร์ (U, V, W):	
แรงดันเอาท์พุท	0 - 100% ของแรงดันแหล่งจ่ายไฟ
ความถี่สัญญาณขาออก (0.25-75 kW)	FC 301: 0.2 - 1000 Hz / FC 302: 0- 1000 Hz
ความถี่สัญญาณขาออก (90-560 kW)	0- 800 Hz
ความถี่สัญญาณขาออกในโหมดฟลักซ์ (เฉพาะ FC 302)	0- 300 Hz
การเปิดปิดของเอาท์พุท	ไม่จำกัด
เวลาที่ใช้เปลี่ยนความเร็ว	0.01 - 3600 วินาที

คุณลักษณะแรงบิด	
แรงบิดเริ่มต้น (แรงบิดคงที่)	สูงสุด 160% เป็นเวลา 60 วินาที*
แรงบิดเริ่มต้น	สูงสุด 180% ได้นานถึง 0.5 วินาที*
แรงบิดที่โหลดเกิน (แรงบิดคงที่)	สูงสุด 160% เป็นเวลา 60 วินาที*
แรงบิดเริ่มต้น (แรงบิดแปรผัน)	สูงสุด 110% เป็นเวลา 60 วินาที*
แรงบิดเกิน (แรงบิดแปรผัน)	สูงสุด 110% เป็นเวลา 60 วินาที

**อัตราเฉลี่ยต่อแรงบิดพิกัด*

ความยาวและขนาดหน้าตัดของสายเคเบิล:	
ความยาวสายมอเตอร์สูงสุด มีปลอกโลหะ	FC 301: 50 ม./FC 301 (เคสA1): 25 ม./FC 302: 150 m
ความยาวสายมอเตอร์สูงสุด ไม่มีปลอกโลหะ	FC 301: 75 ม./FC 301 (เคสA1): 50 ม./FC 302: 300 m
ขนาดหน้าตัดของสายมอเตอร์, สายไฟหลัก, การแบ่งโหลดและเบรกสูงสุด (0.25 kW - 7.5 kW)	4 มม.^{2}/10 AWG
ขนาดหน้าตัดของสายมอเตอร์, สายไฟหลัก, การแบ่งโหลดและเบรกสูงสุด (11 - 15 kW)	16 มม. ^{2}/6 AWG
ขนาดหน้าตัดของสายมอเตอร์, สายไฟหลัก, การแบ่งโหลดและเบรกสูงสุด (18.5 - 22 kW)	35 มม.^{2}/2 AWG
ขนาดหน้าตัดสูงสุดสำหรับขั้วต่อสายควบคุม	ซึ่งเป็นสายอ่อน/สายแข็งโดยไม่มีหางปลา 1.5 mm^2/16 AWG
ขนาดหน้าตัดสูงสุดสำหรับขั้วต่อสายควบคุม	ซึ่งเป็นสายอ่อน/สายแข็งพร้อมหางปลา 1 มม.^{2}/18 AWG
ขนาดหน้าตัดสูงสุดสำหรับขั้วต่อสายควบคุม	ซึ่งเป็นสายอ่อน/สายแข็งพร้อมหางปลาและปลอกหุ้ม 0.5 มม.^{2}/20 AWG
ขนาดหน้าตัดต่ำสุดสำหรับขั้วต่อสายควบคุม	0.25 mm^2/ 24 AWG

4

การป้องกันและคุณสมบัติ

- การป้องกันมอเตอร์จากความร้อนเกินด้วยอิเล็กทรอนิกเมื่อมีโหลดเกิน
- การตรวจสอบอุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อนทำให้แน่ใจได้ว่าตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานหากอุณหภูมิสูงขึ้นถึงระดับที่ตั้งไว้ล่วงหน้า อุณหภูมิที่โหลดเกินจะไม่สามารถรีเซ็ตได้จนกว่าอุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อนจะต่ำกว่าค่าที่แสดงในตารางในหน้าถัดไป (คำแนะนำ อุณหภูมิเหล่านี้อาจแตกต่างไปตามขนาดของกำลัง กรอบหุ้ม ฯลฯ)
- ตัวแปลงความถี่มีการป้องกันจากการลัดวงจรบนขั้วต่อมอเตอร์ U, V, W
- หากเฟสหลักขาดหายไป ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานหรือแจ้งการเตือน (ขึ้นอยู่กับโหลด)
- การตรวจดูแลแรงดันไฟฟ้าของวงจรขั้นกลางทำให้มั่นใจว่าตัวแปลงความถี่นี้จะตัดการทำงาน ถ้าแรงดันของวงจรต่ำหรือสูงเกินไป
- ตัวแปลงความถี่จะตรวจสอบระดับความรุนแรงของอุณหภูมิภายใน กระแสโหลด แรงดันสูงบนวงจร และความเร็วมอเตอร์ต่ำอยู่เสมอ สำหรับการตอบสนองต่อระดับที่รุนแรง ตัวแปลงความถี่สามารถปรับการสลับความถี่ และ/หรือเปลี่ยนรูปแบบการสลับเพื่อที่จะประกันสมรรถนะของชุดขับได้

อินพุทดิจิตอล:

อินพุทดิจิตอลที่สามารถตั้งโปรแกรมได้	FC 301: 4 (5)/FC 302: 4 (6)
หมายเลขขั้วต่อ	18, 19, 27[1)], 29[4)], 32, 33,
ลอจิก	PNP หรือ NPN
ระดับแรงดันไฟฟ้า	0 - 24 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ลอจิก '0' PNP	< 5 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ลอจิก '1' PNP	> 10 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ลอจิก'0' NPN[2)]	> 19 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ลอจิก'1' NPN[2)]	< 14 V DC
แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่อินพุท	28 V DC
ช่วงความถี่พัลส์	0 - 110 kHz
(รอบการทำงาน) ความกว้างพัลส์ต่ำสุด	4.5 ms
ความต้านทานอินพุท, R_i	ประมาณ 4 KΩ

การหยุดแบบปลอดภัย ขั้วต่อ 37[3)] (ขั้วต่อ 37 เป็นตรรกะ PNP แบบคงที่):

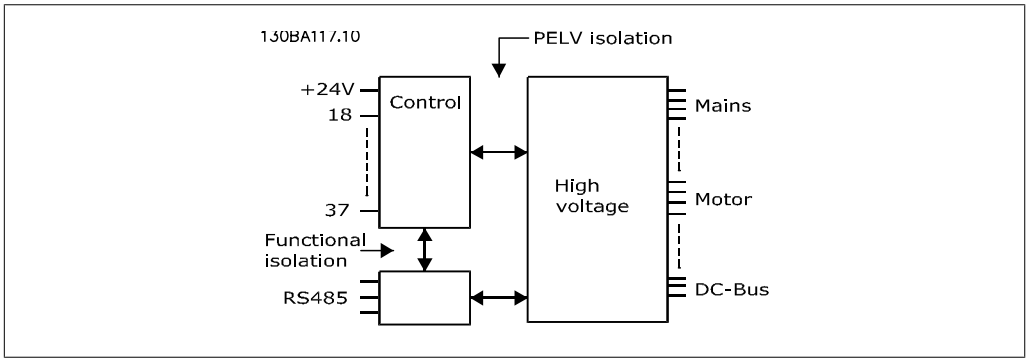
ระดับแรงดันไฟฟ้า	0 - 24 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ลอจิก '0' PNP	< 4 V DC
ระดับแรงดันไฟฟ้า, ลอจิก '1' PNP	> 20 V DC
กระแสอินพุทที่พิกัดที่ 24 V	50 mA rms
กระแสอินพุทที่พิกัดที่ 20 V	60 mA rms
ตัวเก็บประจุอินพุท	400 nF

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

2) ยกเว้นขั้วต่อการหยุดแบบปลอดภัย (safe stop) ขั้วต่อ 37
3) ขั้วต่อ 37 มีเฉพาะใน FC 302 และ FC 301 A1 พร้อมกับการหยุดแบบปลอดภัยเท่านั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นอินพุทของการหยุดแบบปลอดภัย ขั้วต่อ 37 เหมาะสำหรับการติดตั้งหมวด 3 ตามมาตรฐาน EN 954-1 (การหยุดแบบปลอดภัย (safe stop) ตามหมวด 0 ของ EN 60204-1) ซึ่งสอดคล้องตามข้อกำหนดเครื่องจักรกลไฟฟ้าของยุโรป (EU Machinery Directive 98/37/EC) ขั้วต่อ 37 และฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับมาตรฐาน EN 60204-1, EN 50178, EN 61800-2, EN 61800-3, และ EN 954-1 สำหรับการใช้ฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยอย่างถูกต้องและปลอดภัย ให้ดูข้อมูลที่เกี่ยวข้องและคำแนะนำในคู่มือการออกแบบ
4) เฉพาะ FC 302

อินพุทอนาล็อก:	
จำนวนอินพุทอนาล็อก	2
หมายเลขขั้วต่อ	53, 54
โหมด	แรงดันหรือกระแส
การเลือกโหมด	สวิตช์ S201 และสวิตช์ S202
โหมดแรงดัน	สวิตช์ S201/สวิตช์ S202 = ปิด (U)
ระดับแรงดันไฟฟ้า	FC 301: 0 to + 10/ FC 302: -10 ถึง +10 V (เปลี่ยนสเกลได้)
ความต้านทานอินพุท R_i	ประมาณ 10 kΩ
แรงดันสูงสุด	ฑ 20 V
โหมดกระแส	สวิตช์ S201/สวิตช์ S202 = เปิด (I)
ระดับกระแส	0/4 ถึง 20 mA (เปลี่ยนสเกลได้)
ความต้านทานอินพุท R_i	ประมาณ 200 Ω
กระแสสูงสุด	30 mA
ความละเอียดของอินพุทอนาล็อก	10 บิต (เครื่องหมาย +)
ความแม่นยำของอินพุทอนาล็อก	ความผิดพลาดสูงสุด 0.5% ของค่าเต็มสเกล
แบนด์วิดธ์	FC 301: 20 Hz / FC 302: 100 Hz

อินพุทอนาล็อกถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ



อินพุทพัลส์/เอ็นโคดเดอร์:	
อินพุทพัลส์/เอ็นโคดเดอร์ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้	2/1
หมายเลขขั้วต่อ พัลส์/เอ็นโคดเดอร์	29[1], 33[2] / 32[3], 33[3]
ความถี่สูงสุดที่ขั้วต่อ 29, 32, 33	110 kHz (ขับแบบลากและดึง)
ความถี่สูงสุดที่ขั้วต่อ 29, 32, 33	5 kHz (คอลเลคเตอร์เปิด)
ความถี่ต่ำสุดที่ขั้วต่อ 29, 32, 33	4 Hz
ระดับแรงดันไฟฟ้า	ดูส่วนที่เกี่ยวกับอินพุทดิจิตอล
แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่อินพุท	28 V DC
ความต้านทานอินพุท, R_i	ประมาณ 4 KΩ
ความแม่นยำของอินพุทแบบพัลส์ (0.1 - 1 kHz)	ข้อผิดพลาดสูงสุด: 0.1% ของค่าเต็มสเกล
ความแม่นยำของอินพุทเอ็นโคดเดอร์ (1 -110 kHz)	ข้อผิดพลาดสูงสุด: 0.05 % ของค่าเต็มสเกล

อินพุทพัลส์และเอ็นโคดเดอร์ (ขั้วต่อ 29, 32, 33) ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ
1) เฉพาะ FC 302
2) อินพุทแบบพัลส์คือขั้วต่อ 29 และ 33
3) อินพุทเอ็นโคดเดอร์คือ: 32 = A และ 33 = B

4

เอาท์พุทอนาล็อก:	
จำนวนเอาท์พุทอนาล็อกที่โปรแกรมได้	1
หมายเลขขั้วต่อ	42
ช่วงกระแสของเอาท์พุทอนาล็อก	0/4 - 20 mA
ลงดินสูงสุด - เอ้าท์พุทอนาล็อก	500 Ω
ความแม่นยำของเอาท์พุทอนาล็อก	ข้อผิดพลาดสูงสุด: 0.5 % ของค่าเต็มสเกล
ความละเอียดของเอาท์พุทอนาล็อก	12 บิต

เอาท์พุทอนาล็อกถูกแยกทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วแรงดันสูงอื่นๆ

การ์ดควบคุม, การสื่อสารแบบอนุกรม RS 485	
หมายเลขขั้วต่อ	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
หมายเลขขั้วต่อ 61	จุดต่อร่วมสำหรับขั้วต่อ 68 และ 69

วงจรการสื่อสารแบบอนุกรม RS 485 ทำงานแยกต่างหากจากวงจรส่วนกลางอื่นๆ และถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV)

เอาท์พุทดิจิตอล:	
เอาต์พุทดิจิตอล/พัลส์ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้	2
หมายเลขขั้วต่อ	27, 29 [1)]
ระดับแรงดันที่เอาท์พุทดิจิตอล/ความถี่	0 - 24 V
กระแสเอาท์พุทสูงสุด (รับหรือจ่ายกระแส)	40 mA
โหลดสูงสุดที่เอาท์พุทความถี่	1 kΩ
โหลดแบบตัวเก็บประจุสูงสุดที่เอาท์พุทความถี่	10 nF
ความถี่เอาท์พุทต่ำสุดที่เอาท์พุทความถี่	0 Hz
ความถี่เอาท์พุทสูงสุดที่เอาท์พุทความถี่	32 kHz
ความแม่นยำของเอาท์พุทความถี่	ข้อผิดพลาดสูงสุด: 0.1 % ของค่าเต็มสเกล
ความละเอียดของเอาท์พุทความถี่	12 บิต

1) ขั้วต่อ 27 และ 29 ยังสามารถตั้งโปรแกรมเป็นอินพุทได้

เอาท์พุทดิจิตอลถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ

การ์ดควบคุม, เอาท์พุท DC 24 V:	
หมายเลขขั้วต่อ	12, 13
แรงดันเอาท์พุท	24 V +1, -3V
โหลดสูงสุด	FC 301: 130 mA / FC 302: 200 mA

แหล่งจ่ายไฟ DC 24 V ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) แต่มีความต่างศักย์เท่ากับอินพุทและเอาท์พุททั้งอนาล็อกและดิจิตัล

เอาท์พุทรีเลย์:	
เอาท์พุทรีเลย์ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้	FC 301 ≤ 7.5 kW: 1 / FC 302 ทุก kW: 2
รีเลย์ 01 หมายเลขขั้วต่อ	1-3 (เบรค), 1-2 (ทำ)
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-1)[1)]บน 1-3 (NC), 1-2 (NO) (โหลดต้านทาน)	240 V AC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-15)[1)] (โหลดเหนี่ยวนำ @ cosφ 0.4)	240 V AC, .2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-1)[1)] บน 1-2 (NO), 1-3 (NC) (โหลดต้านทาน)	60 V DC, 1A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-13)[1)] (โหลดเหนี่ยวนำ)	24 V DC, 0.1A
รีเลย์ 02 (เฉพาะ FC 302) หมายเลขขั้วต่อ	4-6 (เบรค), 4-5 (ทำ)
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-1)[1)] บน 4-5 (NO) (โหลดต้านทาน)	400 V AC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-15)[1)] บน 4-5 (NO) (โหลดเหนี่ยวนำ @ cosφ 0.4)	240 V AC, .2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-1)[1)] บน 4-5 (NO) (โหลดต้านทาน)	80 V DC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-13)[1)] บน 4-5 (NO) (โหลดเหนี่ยวนำ)	24 V DC, 0.1A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-1)[1)] บน 4-6 (NC) (โหลดต้านทาน)	240 V AC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-15)[1)] บน 4-6 (NC) (โหลดเหนี่ยวนำ @ cosφ 0.4)	240 V AC, 0.2A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-1)[1)] บน 4-6 (NC) (โหลดต้านทาน)	50 V DC, 2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-13)[1)] บน 4-6 (NC) (โหลดเหนี่ยวนำ)	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
หน้าสัมผัสรีเลย์ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากส่วนที่เหลือของวงจรโดยฉนวนเสริม (PELV)

การ์ดควบคุม, เอาท์พุท DC 10 V:	
หมายเลขขั้วต่อ	50
แรงดันเอาท์พุท	10.5 V ๓0.5 V
โหลดสูงสุด	15 mA

แหล่งจ่ายไฟ DC 10 V ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ.

คุณลักษณะการควบคุม:	
ความละเอียดในการจำแนกของความถี่เอาท์พุทที่ 0 - 1000 Hz	+/- 0.003 Hz
ความแม่นยำแบบทำซ้ำของ *การสตาร์ท/หยุดอย่างแม่นยำ* (ขั้วต่อ 18, 19)	≤๓ 0.1 msec
เวลาตอบสนองของระบบ (ขั้วต่อ 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
ช่วงควบคุมความเร็ว (วงรอบเปิด)	1:100 ของความเร็วซิงโครนัส
ช่วงควบคุมความเร็ว (วงรอบปิด)	1:1000 ของความเร็วซิงโครนัส
ความแม่นยำของความเร็ว (วงรอบเปิด)	30 - 4000 rpm: ข้อผิดพลาด ๓8 rpm
ความถูกต้องของความเร็ว (วงรอบปิด) ขึ้นอยู่กับความละเอียดของอุปกรณ์ที่ให้ค่าป้อนกลับ	0 - 6000 rpm: ข้อผิดพลาด ๓0.15 rpm

คุณลักษณะการควบคุมทั้งหมดอ้างอิงกับมอเตอร์อะซิงโครนัส 4 ขั้ว

4

สมรรถนะการ์ดควบคุม:	
ช่วงเวลาการสแกน	FC 301: 20 ms / FC 302: 1 ms

สภาพแวดล้อม:	
กรอบหุ้ม ≤ 7.5 kW	IP 20, IP 55
กรอบหุ้ม ≥ 11 kW	IP 21, IP 55
กรอบหุ้มที่ใช้ได้ ≤ 7.5 kW	IP21/TYPE 1/IP 4X top
การทดสอบการสั่น	1.0 g RMS
ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด	5% - 95%(IEC 60,721-3-3; คลาส 3K3 (ไม่กลั่นตัว) ระหว่างการทำงาน
ภาพแวดล้อมที่รุนแรง (IEC 721-3-3), ไม่ได้เคลือบ	คลาส 3C2
สภาพแวดล้อมที่รุนแรง (IEC 721-3-3), เคลือบ	คลาส 3C3
วิธีการทดสอบตาม IEC 60068-2-43 H2S (10 วัน)	
อุณหภูมิสภาพแวดล้อม	สูงสุด 50 °C (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงสุด 45 °C)

การลดพิกัดสำหรับอุณหภูมิแวดล้อม ดูที่หัวข้อเงื่อนไขพิเศษ

อุณหภูมิแวดล้อมต่ำสุดสำหรับการทำงานเต็มที่	0 °C
อุณหภูมิแวดล้อมต่ำสุดสำหรับการทำงานแบบลดสมรรถนะลง	- 10 °C
อุณหภูมิระหว่างการเก็บ/ขนส่ง	-25 - +65/70 °C
ความสูงสูงสุดเหนือระดับน้ำทะเล	1000 ม.

การลดพิกัดสำหรับระดับความสูงที่สูงมาก ดูที่หัวข้อเงื่อนไขพิเศษ

มาตรฐาน EMC, การแพร่กระจาย	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011
มาตรฐาน EMC, ความคงทน	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

ดูที่หัวข้อเงื่อนไขพิเศษ

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

การเชื่อมต่อกับ PC ดำเนินการผ่านทางสายเคเบิล USB แม่ข่าย/อุปกรณ์มาตรฐาน
การเชื่อมต่อ USB ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันไฟฟ้าแรงสูงอื่นๆ
การเชื่อมต่อกราวด์ USB ไม่ได้ ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากสายดินป้องกัน ใช้แลปท็อปแยกต่างหากเพื่อเชื่อมต่อเป็น PC เข้ากับขั้วต่อ USB บนตัวแปลงความถี่เท่านั้น

4.3.1. ประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของรุ่น FC 300 (η_{VLT})
โหลดที่ตัวแปลงความถี่มีผลเพียงเล็กน้อยต่อประสิทธิภาพ โดยทั่วไปแล้ว ประสิทธิภาพจะเท่าเดิมที่ความถี่มอเตอร์ที่พิกัด $f_{M,N}$ แม้ว่ามอเตอร์จะจ่ายแรงบิดเพลาที่ระบุ 100% หรือเพียง 75% เช่นในกรณีแบ่งโหลด

ซึ่งหมายความว่าประสิทธิภาพของตัวแปลงความถี่จะไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่าจะเลือกคุณลักษณะ U/f แบบอื่น อย่างไรก็ตาม คุณลักษณะ U/f มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของมอเตอร์

ประสิทธิภาพจะลดลงเล็กน้อยเมื่อตั้งความถี่การสวิตช์เป็นค่าสูงกว่า 5 kHz และประสิทธิภาพจะลดลงเล็กน้อยด้วย เมื่อแรงดันไฟหลักเท่ากับ 500 V หรือถ้าสายเคเบิลมอเตอร์ยาวกว่า 30 เมตร

ประสิทธิภาพของมอเตอร์ (η_{MOTOR})
ประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับตัวแปลงความถี่ขึ้นอยู่กับระดับของการทำแม่เหล็ก โดยทั่วไปประสิทธิภาพจะดีเท่ากับการทำงานกับแหล่งจ่ายไฟหลัก ประสิทธิภาพของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับประเภทของมอเตอร์

ในช่วง 75-100% ของแรงบิดที่ระบุ ประสิทธิภาพของมอเตอร์จะมีความคงที่ ทั้งเมื่อควบคุมจากตัวแปลงความถี่ หรือเมื่อทำงานโดยตรงบนแหล่งจ่ายไฟหลัก

สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็ก คุณลักษณะ U/f จะมีอิทธิพลเพียงเล็กน้อยต่อประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม สำหรับมอเตอร์ตั้งแต่ 11 kW ขึ้นไป ข้อได้เปรียบนี้จะมีความสำคัญ

โดยทั่วไป ความถี่การสวิตช์ไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของมอเตอร์ขนาดเล็ก ส่วนมอเตอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 11 kW ขึ้นไป จะมีประสิทธิภาพที่ปรับปรุงดีขึ้น (1-2%) ทั้งนี้เนื่องจากรูปไซน์ของกระแสมอเตอร์เกือบเป็นรูปสมบูรณ์แบบที่ความถี่การสวิตช์ระดับสูง

ประสิทธิภาพของระบบ (η_{SYSTEM})
ในการคำนวณประสิทธิภาพระบบ ประสิทธิภาพของรุ่น FC 300 (η_{VLT}) จะถูกคูณด้วยประสิทธิภาพของมอเตอร์ (η_{MOTOR}):
$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

4.4.1. เสียงรบกวน

เสียงรบกวนของตัวแปลงความถี่มาจากสามแหล่งคือ:

1. ขดลวด DC ของ วงจรขั้นกลาง
2. พัดลมภายใน
3. โช๊คตัวกรอง RFI

ค่าปกติซึ่งวัดที่ระยะห่าง 1 เมตรจากตัวเครื่อง คือ

FC 301/FC 302	
PK25-P7K5: @ 400 V	IP20/IP21/NEMA TYPE 1
PK25-P7K5	IP55/NEMA TYPE 12
ความเร็วพัดลมที่ลดลง	51 dB(A)
ความเร็วพัดลมเต็มที่	60 dB(A)

เมื่อทรานซิสเตอร์ในบริดจ์ของอินเวอร์เตอร์ทำการสลับ แรงดันของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน du/dt โดยขึ้นอยู่กับ:

- สายเคเบิลของมอเตอร์ (ประเภท พื้นที่หน้าตัด ความยาว มีชีลหรือไม่มีชีล)
- ความเหนี่ยวนำ

การเหนี่ยวนำตามธรรมชาติเป็นสาเหตุให้เกิดค่าโอเวอร์ชูต U_{PEAK} ในแรงดันของมอเตอร์ ก่อนที่จะสามารถเสถียรได้เองที่ระดับที่อิงตามแรงดันในวงจรขั้นกลาง เวลาไต่ถึงค่ายอดและแรงดันค่ายอด U_{PEAK} จะส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์ หากแรงดันค่ายอดสูงเกินไป โดยเฉพาะมอเตอร์ที่ไม่มีฉนวนของขดลวดเฟสจะได้รับผลกระทบ หากสายเคเบิลมอเตอร์สั้น (สองถึงสามเมตร) เวลาไต่ถึงค่ายอดและแรงดันค่ายอดจะลดลง
หากสายเคเบิลมอเตอร์ยาว (100 เมตร) เวลาไต่ถึงค่ายอดและแรงดันค่ายอดจะเพิ่มขึ้น

ในมอเตอร์ที่ไม่มีกระดาษฉนวนระหว่างเฟส หรือการเสริมฉนวนอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับทำงานกับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (เช่น ตัวแปลงความถี่) ให้ติดตั้งตัวกรอง du/dt หรือตัวกรองคลื่นไซน์ที่เอาท์พุทของตัวแปลงความถี่

4

4.6.1. เงื่อนไข du/dt

แรงดันไฟสูงสุดที่ขั้วมอเตอร์เกิดขึ้นจากการปิด IGBT FC300 เป็นไปตามข้อกำหนดของ IEC 60034-25 เกี่ยวกับมอเตอร์ที่ออกแบบสำหรับควบคุมโดยตัวแปลงความถี่ นอกจากนี้ FC 300 ยังเป็นไปตามข้อกำหนดของ IEC 60034-17 เกี่ยวกับมอเตอร์มาตรฐานซึ่งควบคุมโดยตัวแปลงความถี่
ค่าวัดจากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ:

ความยาวสาย	FC 300 1.5 kW, 400 V		FC 300 4.0 kW, 400 V		FC 300 7.5 kW, 400 V	
	U_{peak}[V]	du/dt V/µs	U_{peak}[V]	du/dt V/µs	U_{peak}[V]	du/dt V/µs
5	690	1329	890	4156	739	8035
50	985	985	180	2564	1040	4548
150[1)]	1045	947	1190	1770	1030	2828

1) เฉพาะ FC 302

4.7. เงื่อนไขพิเศษ

4.7.1. วัตถุประสงค์ของการลดค่าพิกัด

การลดค่าพิกัดควรนำมาใช้ในการพิจารณาเมื่อใช้ตัวแปลงความถี่ที่สภาพความดันอากาศต่ำ (ติดตั้งในที่สูง), ความเร็วต่ำ, ต่อกับสายไฟของมอเตอร์ที่ยาวมาก, สายไฟที่มีพื้นที่หน้าตัดมาก หรือที่อุณหภูมิแวดล้อมสูง การดำเนินการที่จำเป็นได้อธิบายไว้ในหมวดนี้แล้ว

4.7.2. การลดพิกัดอุณหภูมิแวดล้อม

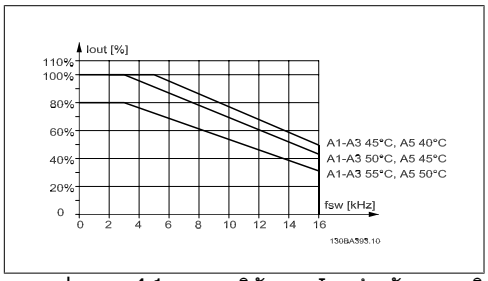
อุณหภูมิเฉลี่ย ($T_{AMB, AVG}$) ที่ถูกวัดเป็นระยะเวลานานกว่า 24 ชั่วโมงจะต้องต่ำกว่าอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดที่อนุญาต 5 ฐC เป็นอย่างน้อย ($T_{AMB,MAX}$)

หากตัวแปลงความถี่ทำงานที่อุณหภูมิแวดล้อมสูง ควรลดกระแสเอาท์พุทที่ต่อเนื่องลง

การลดพิกัดขึ้นอยู่กับรูปแบบของการสลับ ซึ่งสามารถตั้งค่าให้เป็น 60 PWM หรือ SFAVM ในพารามิเตอร์ 14-00

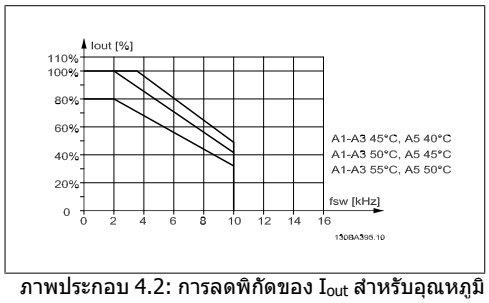
เคส

60 PWM - การปรับช่วงกว้างของพัลส์



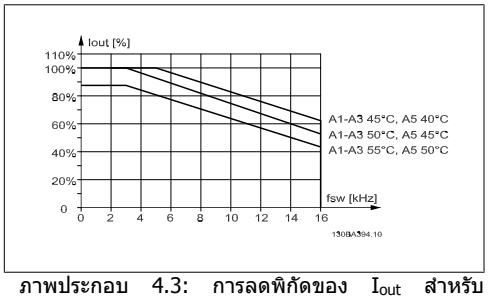
ภาพประกอบ 4.1: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส A โดยใช้ 60 PWM

SFAVM - การปรับเวกเตอร์อะซิงโครนัสความถี่ของสเตเตอร์

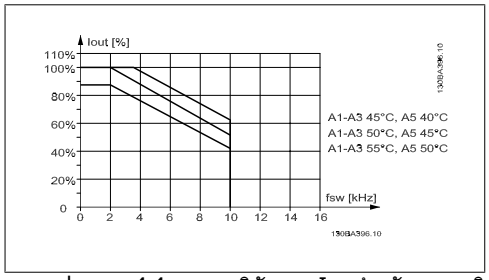


ภาพประกอบ 4.2: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส A โดยการใช้ SFAVM

ขณะใช้สายมอเตอร์ขนาด 10 ม. หรือต่ำกว่านี้กับโครงขนาด A ต้องมีการลดค่าน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากความยาวของสายมอเตอร์มีผลกระทบค่อนข้างมากต่อการลดค่าพิกัดที่แนะนำ



ภาพประกอบ 4.3: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส A โดยการใช้ 60 PWM และสายเคเบิลยาวไม่เกิน 10 ม.



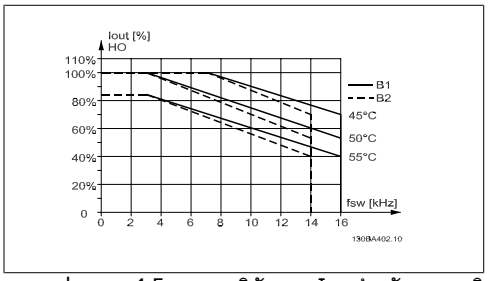
ภาพประกอบ 4.4: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส A โดยการใช้ SFAVM และสายเคเบิลยาวไม่เกิน 10 ม.

4

เคส B

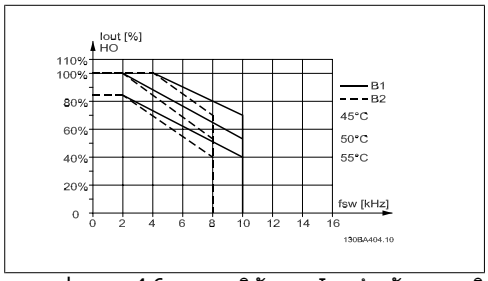
สำหรับเคส B และ C การลดพิกัดจะขึ้นอยู่กับโหมดโหลดเกินที่ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 1-04

60 PWM - การปรับช่วงกว้างของพัลส์

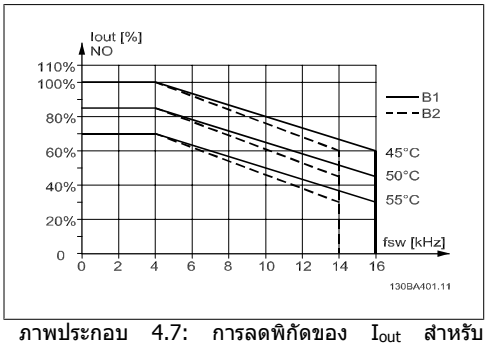


ภาพประกอบ 4.5: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส B โดยการใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)

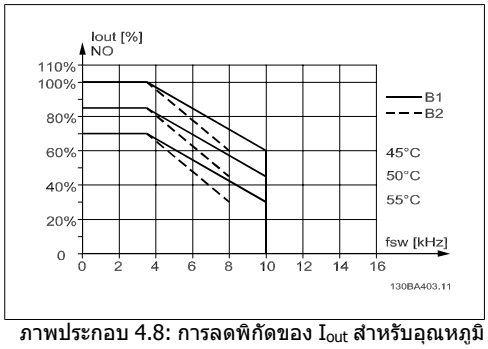
SFAVM - การปรับเวกเตอร์อะซิงโครนัสความถี่ของสเตเตอร์



ภาพประกอบ 4.6: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส B โดยการใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160%เหนือแรงบิด)



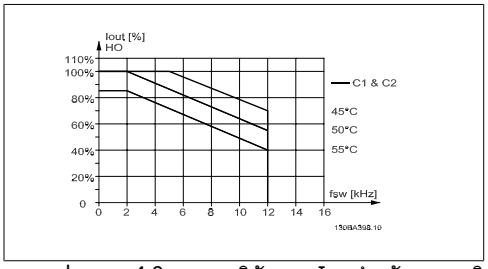
ภาพประกอบ 4.7: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$สำหรับเคส B โดยการใช้ 60 PWM และสายเคเบิลยาวไม่เกิน 10 ม.



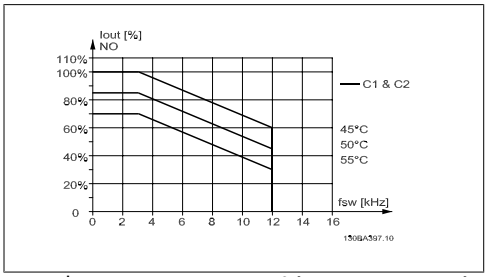
ภาพประกอบ 4.8: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส B โดยการใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ (110%เหนือกว่าแรงบิด)

เคส C

60 PWM - การปรับช่วงกว้างของพัลส์

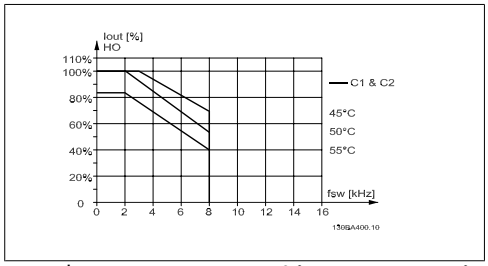


ภาพประกอบ 4.9: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส C โดยการใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)



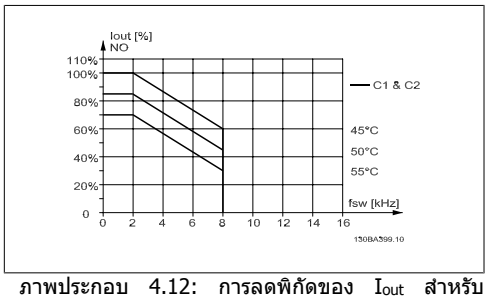
ภาพประกอบ 4.11: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส C โดยการใช้

SFAVM - การปรับเวกเตอร์อะซิงโครนัสความถี่ของสเตเตอร์



ภาพประกอบ 4.10: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส C โดยการใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160%เหนือแรงบิด)

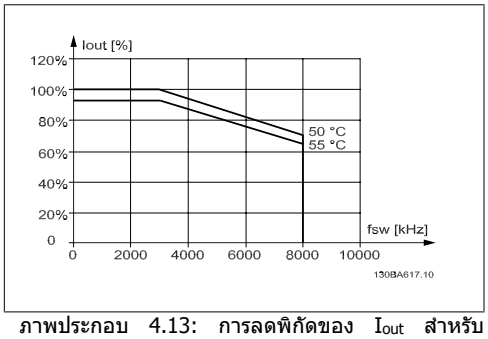
60 PWM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือกว่าแรงบิด)



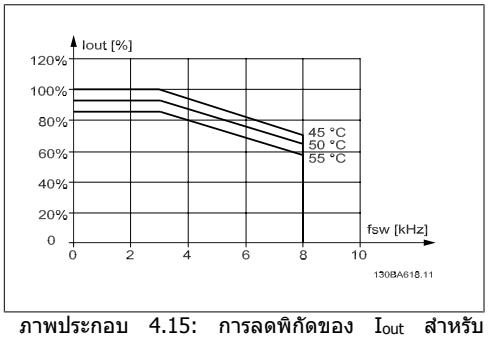
ภาพประกอบ 4.12: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่าง $T_{AMB,MAX}$ สำหรับเคส C โดยการใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ(110%เหนือกว่าแรงบิด)

เคส D

60 PWM - การปรับความกว้างสัญญาณพัลส์, 380 - 500 V

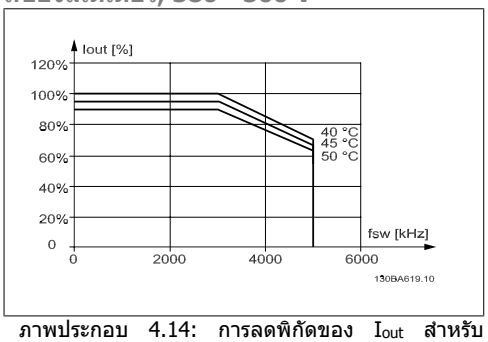


ภาพประกอบ 4.13: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 500 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)

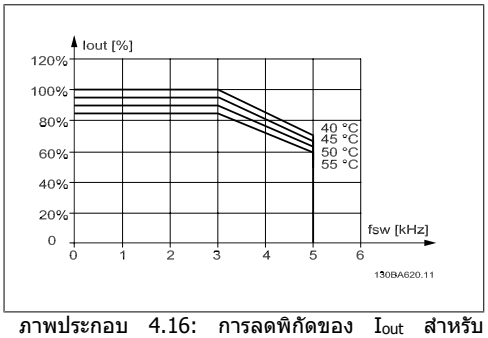


ภาพประกอบ 4.15: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 500 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด)

SFAVM - การปรับเวกเตอร์อะซิงโครนัสความถี่ของสเตเตอร์, 380 - 500 V



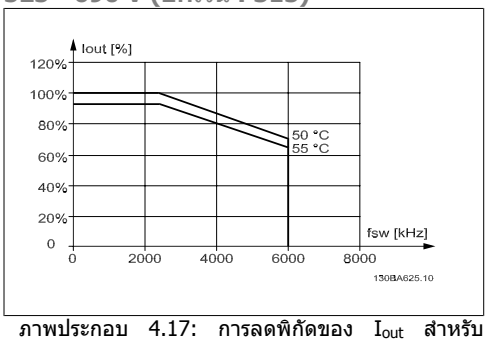
ภาพประกอบ 4.14: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 500 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)



ภาพประกอบ 4.16: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 500 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด)

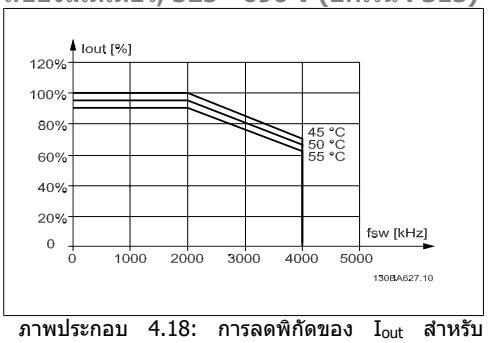
4

60 PWM - การปรับความกว้างสัญญาณพัลส์, 525 - 690 V (ยกเว้น P315)

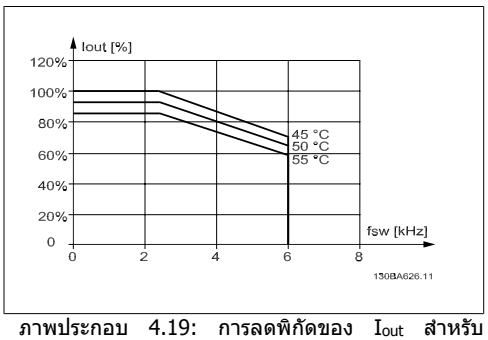


ภาพประกอบ 4.17: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 690 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด) หมายเหตุ: *ไม่*ถูกต้องสำหรับ P315

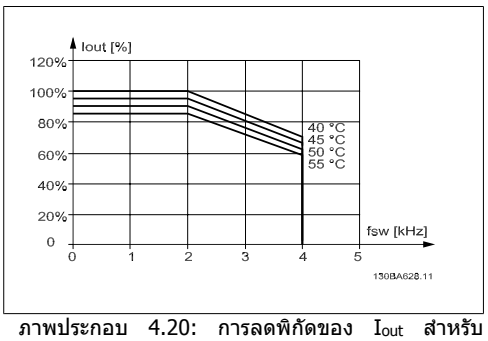
SFAVM - การปรับเวกเตอร์อะซิงโครนัสความถี่ของสเตเตอร์, 525 - 690 V (ยกเว้น P315)



ภาพประกอบ 4.18: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 690 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด) หมายเหตุ: *ไม่*ถูกต้องสำหรับ P315

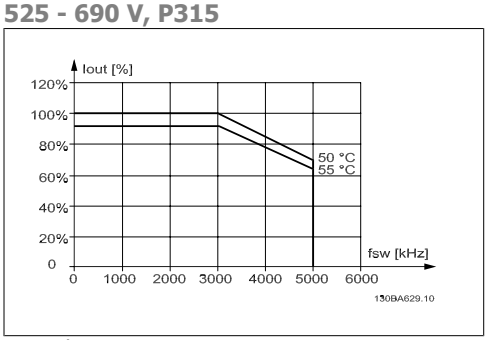


ภาพประกอบ 4.19: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 690 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด) หมายเหตุ: *ไม่*ถูกต้องสำหรับ P315



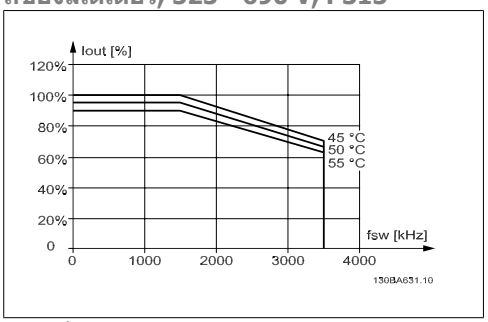
ภาพประกอบ 4.20: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 690 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด) หมายเหตุ: *ไม่*ถูกต้องสำหรับ P315

60 PWM - การปรับความกว้างสัญญาณพัลส์, 525 - 690 V, P315

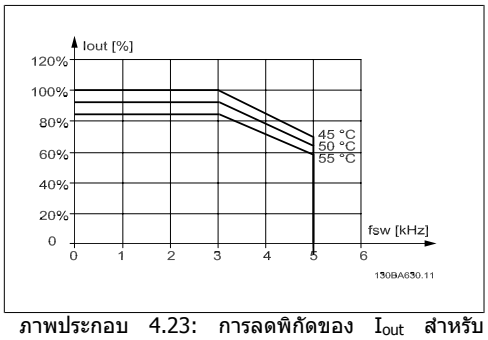


ภาพประกอบ 4.21: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 690 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด) หมายเหตุ: P315 *เท่านั้น*

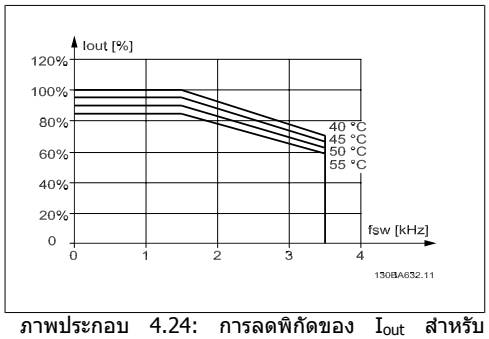
SFAVM - การปรับเวกเตอร์อะซิงโครนัสความถี่ของสเตเตอร์, 525 - 690 V, P315



ภาพประกอบ 4.22: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 690 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด) หมายเหตุ: P315 *เท่านั้น*



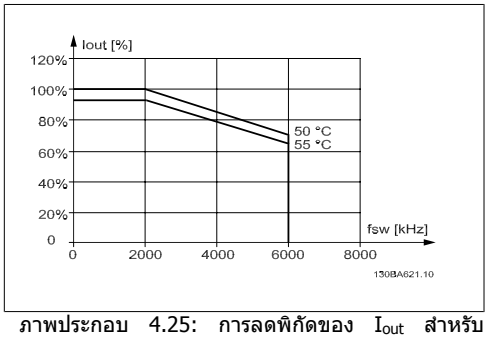
ภาพประกอบ 4.23: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 690 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด) หมายเหตุ: P315 *เท่านั้น*



ภาพประกอบ 4.24: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส D ที่ 690 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด) หมายเหตุ: P315 *เท่านั้น*

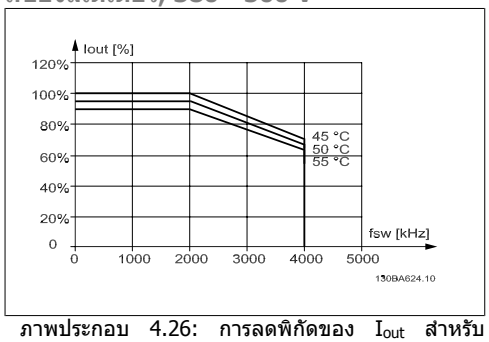
เคส E

60 PWM - การปรับความกว้างสัญญาณพัลส์, 380 - 500 V

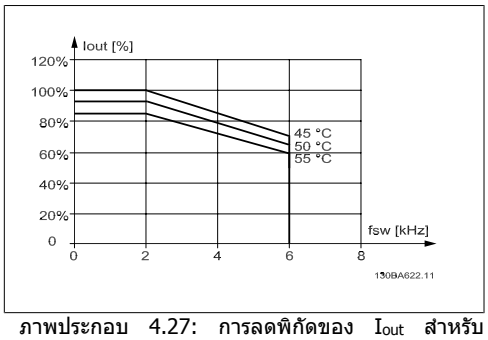


ภาพประกอบ 4.25: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส E ที่ 500 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)

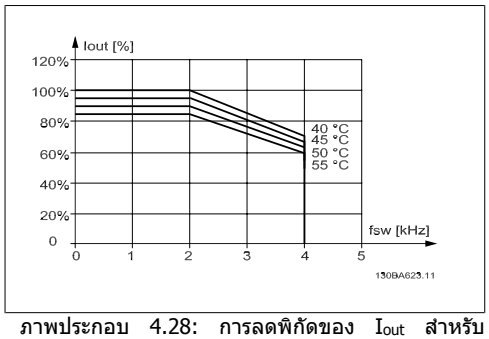
SFAVM - การปรับเวกเตอร์อะซิงโครนัสความถี่ของสเตเตอร์, 380 - 500 V



ภาพประกอบ 4.26: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส E ที่ 500 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)



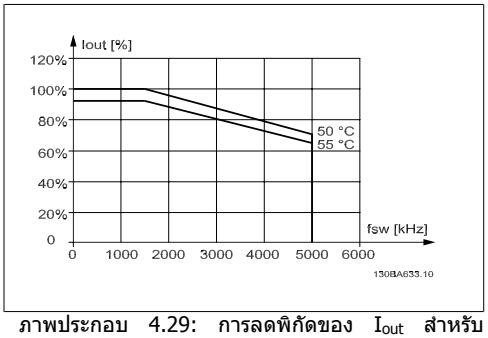
ภาพประกอบ 4.27: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส E ที่ 500 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด)



ภาพประกอบ 4.28: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส E ที่ 500 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด)

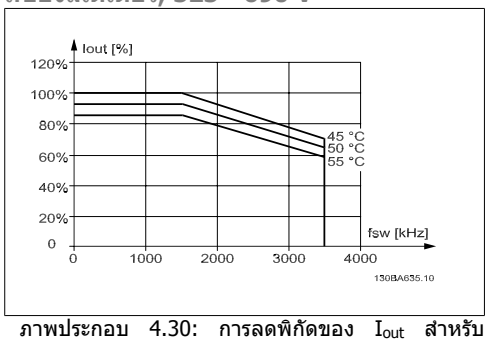
4

60 PWM - การปรับความกว้างสัญญาณพัลส์, 525 - 690 V

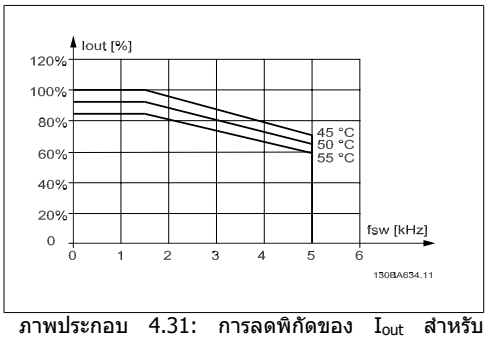


ภาพประกอบ 4.29: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส E ที่ 690 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)

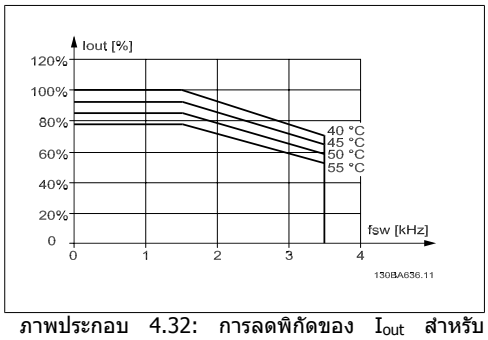
SFAVM - การปรับเวกเตอร์อะซิงโครนัสความถี่ของสเตเตอร์, 525 - 690 V



ภาพประกอบ 4.30: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส E ที่ 690 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)



ภาพประกอบ 4.31: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส E ที่ 690 V โดยใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด)

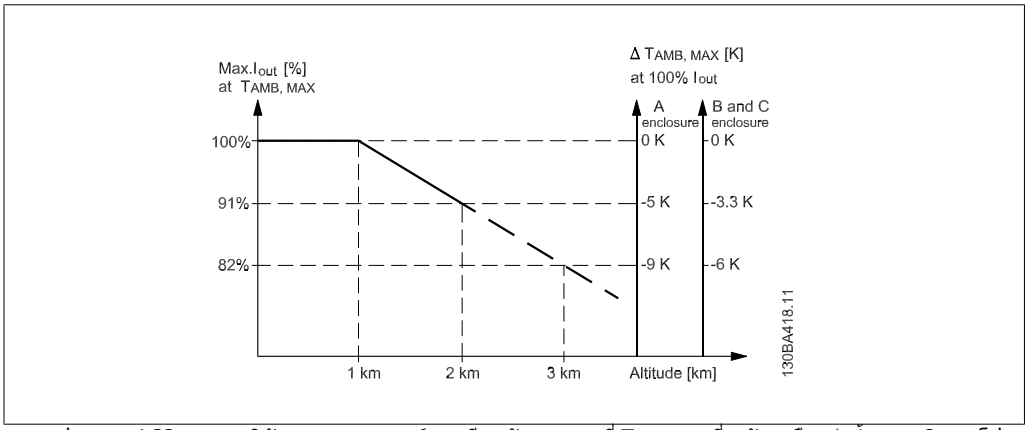


ภาพประกอบ 4.32: การลดพิกัดของ I_{out} สำหรับ $T_{AMB,MAX}$ ที่ต่างไปสำหรับเคส E ที่ 690 V โดยใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือแรงบิด)

4.7.3. การลดพิกัดสำหรับแรงดันอากาศต่ำ

ความสามารถในการระบายความร้อนของอากาศจะลดลงเมื่อความดันอากาศต่ำ

ที่ความสูงมากกว่า 1000 เมตร อุณหภูมิแวดล้อม (T_{AMB}) หรือกระแสเอาท์พุทสูงสุด (I_{out}) จะต้องถูกลดพิกัดตามไดอะแกรมที่แสดงด้านล่าง:



ภาพประกอบ 4.33: การลดพิกัดของกระแสเอาท์พุทเทียบกับความสูงที่ $T_{AMB, MAX}$ ที่ระดับเหนือกว่าน้ำทะเล 2 กม. โปรดติดต่อ Danfoss Drives ที่เกี่ยวข้องกับ PELV

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

4.7.4. การลดพิกัดสำหรับการรันที่ความเร็วต่ำ

เมื่อเชื่อมต่อมอเตอร์กับตัวแปลงความถี่ จำเป็นต้องตรวจสอบว่า การระบายความร้อนของมอเตอร์มีความเพียงพอ
ปัญหาอาจจะเกิดขึ้นที่ค่า RPM ต่ำในการใช้งานที่มีแรงบิดคงที่ พัดลมของมอเตอร์อาจจะไม่สามารถให้ปริมาณลมสำหรับการระบายความร้อนตามที่ต้องการและส่งผลให้มีการจำกัดแรงบิดที่สามารถรองรับได้ หากมอเตอร์ทำงานต่อเนื่องที่ค่า RPM ต่ำกว่าครึ่งของค่าพิกัด มอเตอร์ต้องได้รับการจ่ายลมเพิ่มเติมเพื่อการระบายความร้อน (หรือใช้มอเตอร์ที่ออกแบบสำหรับการทำงานประเภทนี้)

ทางเลือกที่จะลดระดับของภาระของมอเตอร์โดยการเลือกมอเตอร์ให้ใหญ่ขึ้น อย่างไรก็ตาม การออกแบบของตัวแปลงความถี่จะกำหนดขีดจำกัดของขนาดมอเตอร์

4

4.7.5. การลดพิกัดสำหรับการติดตั้งสายเคเบิลมอเตอร์แบบยาวหรือสายเคเบิลที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่ขึ้น

ความยาวสูงสุดของสายเคเบิลแบบไม่มีชิลด์สำหรับ FC 301 เท่ากับ 75 ม. และ 50 ม. สำหรับสายมีชิลด์ สำหรับ FC302 เท่ากับ 300 ม.สำหรับสายไม่มีชิลด์และ 150 ม. แบบมีชิลด์

ตัวแปลงความถี่นี้ได้รับการออกแบบให้ทำงานโดยใช้สายเคเบิลมอเตอร์ที่มีขนาดหน้าตัดค่าพิกัด หากใช้สายเคเบิลที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่ขึ้น ให้ลดกระแสเอาท์พุทลง 5% สำหรับทุกขั้นการเพิ่มของขนาดหน้าตัด (ขนาดหน้าตัดที่เพิ่มขึ้นของสายเคเบิลจะทำให้เกิดความเป็นตัวเก็บประจุรั่วไหลลงดินที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีกระแสรั่วไหลลงดินเพิ่มขึ้น)

4.7.6. การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันในสมรรถนะ

ตัวแปลงความถี่จะตรวจสอบระดับความรุนแรงของอุณหภูมิภายใน กระแสโหลด แรงดันสูงบนวงจรและความเร็วมอเตอร์ต่ำอยู่เสมอ สำหรับการตอบสนองต่อระดับที่รุนแรง ตัวแปลงความถี่สามารถปรับการสลับความถี่ และ/หรือเปลี่ยนรูปแบบการสลับเพื่อที่จะประกันในสมรรถนะของชุดขับได้

5

5. วิธีการสั่งซื้อ

5.1.1. การกำหนดรูปแบบชุดขับ

สามารถออกแบบตัวแปลงความถี่ FC 300 ตามความต้องการประยุกต์ใช้งานได้ โดยใช้ระบบตัวเลขการสั่งซื้อ

สำหรับรุ่น FC 300 คุณสามารถสั่งซื้อชุดขับมาตรฐานและชุดขับพร้อมกับการติดตั้งอุปกรณ์เสริม โดยส่งข้อความรหัสประเภทที่อธิบายถึงผลิตภัณฑ์ไปให้ฝ่ายขายของ Danfoss ในประเทศของคุณ ดังนี้:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

ความหมายของตัวอักษรในข้อความนี้สามารถดูได้จากหน้าที่ระบุหมายเลขการสั่งซื้อในบท *วิธีเลือก VLT ของคุณ* ในตัวอย่างข้างต้น Profibus DP V1 และอุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24 V ถูกรวมไว้ในชุดขับ

หมายเลขการสั่งซื้อ สำหรับอุปกรณ์ที่ต่างไปจาก FC 300 มาตรฐาน สามารถดูได้จากบท *วิธีเลือก VLT ของคุณ*

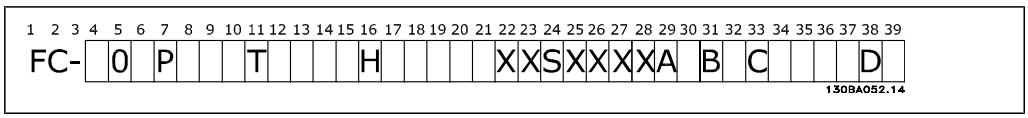
จากตัวกำหนดรูปแบบชุดขับที่ใช้ทางอินเทอร์เน็ตที่เรียกว่าเครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับ คุณสามารถกำหนดรูปแบบชุดขับที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานและสร้างข้อความรหัสประเภทขึ้น เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับจะสร้างหมายเลขการขาย 8 หลัก เพื่อนำส่งให้กับสำนักงานขายในพื้นที่ของคุณ นอกจากนี้คุณยังสามารถสร้างรายการของโครงการที่รวมผลิตภัณฑ์หลายๆ รายการแล้วส่งรายการให้กับตัวแทนขายของ Danfoss ได้อีกด้วย

เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับสามารถดูได้จากเว็บไซต์ทางอินเทอร์เน็ตที่: www.danfoss.com/drives

ชุดขับจะถูกจัดส่งมาพร้อมกับชุดภาษาที่สัมพันธ์กับภูมิภาคที่สั่งซื้อโดยอัตโนมัติ ชุดภาษาทั้งสี่ชุดครอบคลุมภาษาดังต่อไปนี้

ชุดภาษา 1
อังกฤษ, เยอรมัน, ฝรั่งเศส, เดนมาร์ก, ดัทช์, สเปน, สวีเดน, อิตาลี และฟินแลนด์
ชุดภาษา 2
อังกฤษ, เยอรมัน, จีน, เกาหลี, ญี่ปุ่น, ไทย, จีนดั้งเดิม และอินโดนีเซีย บาฮาซา
ชุดภาษา 3
อังกฤษ, เยอรมัน, สโลเวเนีย, บัลแกเรีย, เซอร์เบีย, โรมาเนีย, ฮังการี, เชก และรัสเซีย
ชุดภาษา 4
อังกฤษ, เยอรมัน, สเปน, อังกฤษอเมริกา, กรีก, บราซิล, โปรตุเกส, ตุรกี และโปแลนด์
หากต้องการสั่งซื้อชุดขับพร้อมกับชุดภาษาอื่น โปรดติดต่อตัวแทนจำหน่ายในพื้นที่ของคุณ

5.1.2. รหัสประเภทแบบฟอร์มการสั่งซื้อ



5

กลุ่มผลิตภัณฑ์	1-3	
รุ่นของ VLT	4-6	
พิกัดกำลัง	8-10	
เฟส	11	
แรงดันหลัก	12	
เคส	13-15	
ประเภทเคส		
ชั้นเคส		
แรงดันแหล่งจ่ายไฟควบคุม		
การกำหนดรูปแบบฮาร์ดแวร์		
ตัวกรอง RFI	16-17	
เบรก	18	
จอแสดงผล (LCP)	19	
การเคลือบ PCB	20	
อุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟหลัก	21	
การปรับให้เหมาะสม A	22	
การปรับให้เหมาะสม B	23	
ซอฟต์แวร์ที่จำหน่าย	24-27	
ภาษาของซอฟต์แวร์	28	
อุปกรณ์เสริม A	29-30	
อุปกรณ์เสริม B	31-32	
อุปกรณ์เสริม C0, MCO	33-34	
อุปกรณ์เสริม C1	35	
ซอฟต์แวร์เสริม C	36-37	
อุปกรณ์เสริม D	38-39	

คำอธิบาย	ตำแหน่ง	ทางเลือกที่เป็นไปได้
กลุ่มผลิตภัณฑ์	1-3	FC 30x
รุ่นของชุดขับ	4-6	FC 301 FC 302
พิกัดกำลัง	8-10	0.25-75 kW
เฟส	11	สามเฟส (T)
แรงดันหลัก	11-12	T 2: 200-240 V AC T 4: 380-480 V AC T 5: 380-500 V AC T 6: 525-600 V AC T 7: 690 V AC
เคส	14-15	E20: IP20 E21: IP 21/NEMA Type 1 E55: IP 55/NEMA Type 12 Z20: IP 20[1)] Z21: IP 21[1)] E66: IP 66
ตัวกรอง RFI	16-17	H1: ตัวกรอง RFI ชั้น A1/B1 H2: ไม่มีตัวกรอง RFI ชั้นการสังเกต A2 H3: ตัวกรองRFI ชั้น A1/B1[1)] HX ไม่มีตัวกรอง (600 V เท่านั้น)
เบรก	18	B: รวมตัวสับเบรก X: ไม่รวมตัวสับเบรก T: หยุดแบบปลอดภัยไม่มีเบรก[1)] U: หยุดแบบปลอดภัยมีตัวสับเบรก[1)]
จอแสดงผล	19	G: แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบกราฟิก (LCP) N: แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบตัวเลข (LCP) X: ไม่มีแผงควบคุมหน้าเครื่อง
การเคลือบ PCB	20	C: เคลือบ PCB X ไม่เคลือบ PCB
อุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟหลัก	21	X: ไม่มีอุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟหลัก 1: สวิตช์ตัดตอนหลัก D การแบ่งโหลด[2)] 8: สวิตช์ตัดตอนหลักและโหลดการแบ่งโหลด[2)]
การปรับให้เหมาะสม	22	สำรองไว้
การปรับให้เหมาะสม	23	สำรองไว้
ซอฟต์แวร์ที่จำหน่าย	24-27	ซอฟต์แวร์ที่แท้จริง
ภาษาของซอฟต์แวร์	28	
อุปกรณ์เสริม A	29-30	A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet A6: MCA 105 CANOpen AX: ไม่มีฟิลด์บัส
อุปกรณ์เสริม B	31-32	BX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม BK: MCB 101 อุปกรณ์เสริม I/O สำหรับใช้งานทั่วไป BR: MCB 102 อุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์ BU: MCB 103 อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์ BP: MCB 105 อุปกรณ์เสริมรีเลย์ BZ: MCB 108 อินเตอร์เฟซ PLC เพื่อความปลอดภัย
อุปกรณ์เสริม C0	33-34	CX ไม่มีอุปกรณ์เสริม C4: MCO 305 ตัวควบคุมการเคลื่อนที่ที่โปรแกรมได้
อุปกรณ์เสริม C1	35	
ซอฟต์แวร์เสริม C	36-37	
อุปกรณ์เสริม D	38-39	DX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม D0: ชุดแหล่งจ่ายไฟสำรองกระแสตรง D0: MCB 107 แหล่งจ่ายไฟสำรอง 24 V ภายนอก

1): FC 301/A1 เคสเท่านั้น

2): ขนาดกำลัง ≥ 11 kW เท่านั้น

ตัวเลือกและอุปกรณ์เสริมทั้งหมดไม่สามารถใช้ได้กับ FC301/FC 302 แต่ละรุ่นที่แตกต่างกัน ในการตรวจสอบว่าเวอร์ชันที่เหมาะสมมีอยู่หรือไม่ โปรดศึกษาจาก Drive Configurator ทางอินเทอร์เน็ต

5.2.1. หมายเลขการสั่งซื้อ: อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

ประเภท	คำอธิบาย	หมายเลขการสั่งซื้อ	
ฮาร์ดแวร์เบ็ดเตล็ด			
ตัวเชื่อมต่อดีซีลิงค์	บล็อกขั้วต่อสำหรับการเชื่อมต่อดีซีลิงค์สำหรับกรอบขนาด A2/A3	130B1064	
ชุด IP 21/4X top/TYPE 1	เคส ขนาดโครง A1: IP21/IP 4X Top/TYPE 1	130B1121	
ชุด IP 21/4X top/TYPE 1	เคส, ขนาดเฟรม A2: IP21/IP 4X Top/TYPE 1	130B1122	
ชุด IP 21/4X top/TYPE 1	เคส, ขนาดเฟรม A3: IP21/IP 4X Top/TYPE 1	130B1123	
MCF 101	เคส IP21/NEMA 1 ฝาด้านบน A2	130B1132	
MCF 101	เคส IP21/NEMA 1 ฝาด้านบน A3	130B1133	
MCF 108	A5 IP55/ NEMA 12	130B1098	
MCF 108	B1 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3383	
MCF 108	B2 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3397	
MCF 108	C1 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3910	
MCF 108	C2 IP21/ IP55/ NEMA 12	130B3911	
MCF 108	A5 IP66/ NEMA 4x	130B3242	
MCF 108	B1 IP66/ NEMA 4x	130B3434	
MCF 108	B2 IP66/ NEMA 4x	130B3465	
MCF 108	C1 IP66/ NEMA 4x	130B3468	
MCF 108	C2 IP66/ NEMA 4x	130B3491	
Profibus D-Sub 9	ชุดคอนเนคเตอร์ย่อย D สำหรับ IP20 ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3	130B1112	
แผ่นชีลของ Profibus	ชุดอุปกรณ์แผ่นชีลของ Profibus สำหรับ IP20 ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3	130B0524	
บล็อกขั้วต่อ	บล็อกขั้วต่อแบบสกรูสำหรับการเปลี่ยนขั้วต่อแบบสปริง ขั้วต่อ 1 ชิ้น 10 ขา 1 ชิ้น 6 ขา และ 1 ชิ้น 3 ขา	130B1116	
สายต่อ USB สำหรับ A5/B1		130B1155	
สายต่อ USB สำหรับ B2/ C1/ C2		130B1156	
แท่นตั้งพื้นสำหรับชุดตัวต้านทานแบบเรียบขนาดเฟรม A2		175U0085	
แท่นตั้งพื้นสำหรับชุดตัวต้านทานแบบเรียบขนาดเฟรม A3		175U0088	
แท่นตั้งพื้นสำหรับชุดตัวต้านทานแบบเรียบ 2 ชุด ขนาดเฟรม A2		175U0087	
แท่นตั้งพื้นสำหรับชุดตัวต้านทานแบบเรียบ 2 ชุด ขนาดเฟรม A3		175U0086	
LCP			
LCP 101	แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบตัวเลข (NLCP)	130B1124	
LCP 102	แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบกราฟิก (GLCP)	130B1107	
สายเคเบิล LCP	สายเคเบิล LCP แยกต่างหากยาว 3 ม.	175Z0929	
ชุดอุปกรณ์ LCP IP21	ชุดอุปกรณ์ติดตั้งแผงควบคุม รวม LCP แบบกราฟิก, สลักภัณฑ์, สายเคเบิลยาว 3 ม. และปะเก็น	130B1113	
ชุดอุปกรณ์ LCP IP21	ชุดอุปกรณ์ติดตั้งแผงควบคุม รวม LCP แบบตัวเลข, สลักภัณฑ์ และปะเก็น	130B1114	
ชุดอุปกรณ์ LCP IP21	ชุดอุปกรณ์ติดตั้งสำหรับแผงควบคุมทุกแบบ รวม สลักภัณฑ์, สายเคเบิลยาว 3 ม. และปะเก็น	130B1117	
อุปกรณ์เสริมสำหรับสล๊อต A		**ไม่เคลือบ**	**เคลือบ**
MCA 101	อุปกรณ์เสริม Profibus DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	อุปกรณ์เสริม DeviceNet	130B1102	130B1202
MCA 105	CANopen	130B1103	130B1205
MCA 113	ตัวแปลงโปรโตคอล Profibus VLT3000	130B1245	
อุปกรณ์เสริมสำหรับสล๊อต B			
MCB 101	อุปกรณ์เสริมอินพุท เอาท์พุท สำหรับการใช้งานทั่วไป	130B1125	130B1212
MCB 102	อุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์	130B1115	130B1203
MCB 103	อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์	130B1127	130B1227
MCB 105	อุปกรณ์เสริมรีเลย์	130B1110	130B1210
MCB 108	อินเตอร์เฟซ PLC เพื่อความปลอดภัย (คอนเวอร์เตอร์ DC/DC)	130B1120	130B1220
MCB 112	การ์ดเทอร์มิสเตอร์ ATEX PTC		130B1137
อุปกรณ์เสริมสำหรับสล๊อต C			
MCO 305	ตัวควบคุมการเคลื่อนที่แบบโปรแกรมได้	130B1134	130B1234
MCO 350	ชุดควบคุมการปรับเทียบ	130B1152	130B1252
MCO 351	ชุดควบคุมการปรับตำแหน่ง	130B1153	120B1253
MCO 352	ชุดควบคุมชุดหมุนตัวกลาง	130B1165	130B1166
ชุดติดตั้งสำหรับขนาดเฟรม A2 และ A3		130B7530	-
ชุดติดตั้งสำหรับขนาดเฟรม A5		130B7532	-
ชุดติดตั้งสำหรับขนาดเฟรม B และ C		130B7533	-
อุปกรณ์เสริมสำหรับสล๊อต D			
MCB 107	แหล่งจ่ายไฟสำรอง 24 V DC	130B1108	130B1208
อุปกรณ์เสริมภายนอก			
IP สำหรับอีเทอร์เน็ต	แม่ข่ายอีเทอร์เน็ต	175N2584	-
ซอฟต์แวร์พีซี			
MCT 10	ซอฟต์แวร์ติดตั้ง MCT 10 - ผู้ใช้ 1 ราย	130B1000	
MCT 10	ซอฟต์แวร์ติดตั้ง MCT 10 - ผู้ใช้ 5 ราย	130B1001	
MCT 10	ซอฟต์แวร์ติดตั้ง MCT 10 - ผู้ใช้ 10 ราย	130B1002	
MCT 10	ซอฟต์แวร์ติดตั้ง MCT 10 - ผู้ใช้ 25 ราย	130B1003	
MCT 10	ซอฟต์แวร์ติดตั้ง MCT 10 - ผู้ใช้ 50 ราย	130B1004	
MCT 10	ซอฟต์แวร์ติดตั้ง MCT 10 - ผู้ใช้ 100 ราย	130B1005	
MCT 10	ซอฟต์แวร์ติดตั้ง MCT 10 - ไม่จำกัดผู้ใช้	130B1006	

สามารถสั่งซื้ออุปกรณ์เสริมเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในจากโรงงานได้ โปรดดูข้อมูลการสั่งซื้อ สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับความเข้ากันได้ของอุปกรณ์เสริมฟิลด์บัสและอุปกรณ์เสริมสำหรับการประยุกต์ใช้งานกับเวอร์ชันของซอฟต์แวร์เก่า โปรดติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

ประเภท	คำอธิบาย	หมายเลขการสั่งซื้อ	
อะไหล่สำรอง			
บอร์ดควบคุม FC 302	รุ่นที่มีการหุ้ม	-	130B1109
บอร์ดควบคุม FC 301	รุ่นที่มีการหุ้ม	-	130B1126
พัดลม A2	พัดลม, ขนาดเฟรม A2	130B1009	-
พัดลม A3	พัดลม, ขนาดเฟรม A3	130B1010	-
พัดลมเสริม C		130B7534	-
แผ่นยึดหลัง A5	แผ่นยึดหลังเคส A5 สำหรับ	130B1098	
ขั้วต่อสำหรับ FC 300 Profibus	ขั้วต่อของ Profibus 10 ชิ้น	130B1075	
ขั้วต่อสำหรับ FC 300 DeviceNet	ขั้วต่อของ DeviceNet 10 ชิ้น	130B1074	
ขั้วต่อ FC 302 10 ขั้ว	ขั้วต่อแบบอัดสปริง 10 ขั้ว 10 ชิ้น	130B1073	
ขั้วต่อ FC 301 8 ขั้ว	ขั้วต่อแบบอัดสปริง 10 ขั้ว 8 ชิ้น	130B1072	
ขั้วต่อ FC 300 5 ขั้ว	ขั้วต่อแบบอัดสปริง 10 ขั้ว 5 ชิ้น	130B1071	
ขั้วต่อสำหรับ FC 300 RS485	ขั้วต่อแบบอัดสปริง 3 ขั้ว 10 ชิ้น สำหรับ RS485	130B1070	
ขั้วต่อ FC 300 3 ขั้ว	ขั้วต่อ 3 ขั้ว 10 ชิ้น สำหรับรีเลย์ 01	130B1069	
ขั้วต่อ FC 302 3 ขั้ว	ขั้วต่อ 3 ขั้ว 10 ชิ้น สำหรับรีเลย 02	130B1068	
ขั้วต่อสำหรับ FC 300 แหล่งจ่ายไฟหลัก	ขั้วต่อของแหล่งจ่ายไฟหลัก IP20/21 10 ชิ้น	130B1067	
ขั้วต่อสำหรับ FC 300 แหล่งจ่ายไฟหลัก	ขั้วต่อของแหล่งจ่ายไฟหลัก IP55 10ชิ้น	130B1066	
ขั้วต่อสำหรับ FC 300 มอเตอร์	ขั้วต่อของมอเตอร์ 10 ชิ้น	130B1065	
ขั้วต่อสำหรับบัสของเบรกกระแสตรง FC 300	ขั้วต่อ เบรก/การแบ่งโหลด 10 ชิ้น	130B1073	
กระเป๋าอุปกรณ์เสริม A1	กระเป๋าอุปกรณ์เสริม ขนาดเฟรม A1	130B1021	
กระเป๋าอุปกรณ์เสริม A5	กระเป๋าอุปกรณ์เสริม ขนาดเฟรม A5 (IP55)	130B1023	
กระเป๋าอุปกรณ์เสริม A2	กระเป๋าอุปกรณ์เสริม, ขนาดเฟรม A2/A3	130B1022	
กระเป๋าอุปกรณ์เสริม B1	กระเป๋าอุปกรณ์เสริมขนาดเฟรม B1	130B2060	
กระเป๋าอุปกรณ์เสริม B2	กระเป๋าอุปกรณ์เสริมขนาดเฟรม B2	130B2061	
กระเป๋าอุปกรณ์เสริม CO 305		130B7535	

หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวต้านทานเบรค

แหล่งจ่ายไฟหลัก 200-240 V			FC 301/302											
			ตัวต้านทานที่เลือก											
			มาตรฐาน IP 20							โครงอลูมิเนียม (บรรจุเรียบ) IP65			โหลดแรงบิดสูงสุด[b]	
			รอบการทำงาน 10%				รอบการทำงาน 40%							
FC 301/ FC 302	P_{motor}	R_{min}	$R_{br,nom}$ [c]	R_{rec}	$P_{br\ max}$	หมายเลขการสั่งซื้อ	R_{rec}	$P_{br\ max}$	หมายเลขการสั่งซื้อ	R_{rec} ต่อรายการ	รอบการทำงาน	หมายเลขการสั่งซื้อ	FC 301	FC 302
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	%	175Uxxxx		
PK25	0.25	420	466.7	425	0.095	1841	425	0.430	1941	430Ω/100W	8	1002	145%	160%
PK37	0.37	284	315.3	310	0.250	1842	310	0.800	1942	310Ω/200W	16	0984	145%	160%
PK55	0.55	190	211.0	210	0.285	1843	210	1.350	1943	210Ω/200W	9	0987	145%	160%
PK75	0.75	139	154.0	145	0.065	1820	145	0.260	1920	150Ω/100W	14	1005	145%	160%
PK75	0.75	139	154.0	-	-	-	-	-	-	150Ω/200W	40	0989	145%	160%
P1K1	1.1	90	104.4	90	0.095	1821	90	0.430	1921	100Ω/100W	8	1006	145%	160%
P1K1	1.1	90	104.4	-	-	-	-	-	-	100Ω/200W	20	0991	145%	160%
P1K5	1.5	65	75.7	65	0.250	1822	65	0.800	1922	72Ω/200W	16	0992	145%	160%
P2K2	2.2	46	51.0	50	0.285	1823	50	1.00	1923	50Ω/200W	9	0993	145%	160%
P3K0	3	33	37.0	35	0.430	1824	35	1.35	1924	35Ω/200W	5.5	0994	145%	160%
P3K0	3	33	37.0	-	-	-	-	-	-	72Ω/200W	12	2X0992[a]	145%	160%
P3K7	3.7	25	29.6	25	0.800	1825	25	3.00	1925	60Ω/200W	13	2X0996[a]	145%	160%

[a] ต้องสั่งซื้อ 2 ชิ้นเพราะความต้านทานต้องต่อแบบขนานกัน

[b]โหลดสูงสุดด้วยความต้านทานในโปรแกรมมาตรฐานของ Danfoss

[c] $R_{br,nom}$ เป็นค่าความต้านทานปกติ(ที่แนะนำ) ซึ่งให้ความมั่นใจว่ากำลังเบรคที่เพลามอเตอร์จะเท่ากับ 145%/160% เป็นเวลา 1 นาที

หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวต้านทานเบรค

แหล่งจ่ายไฟฟ้า 380-500 V / 380-480 V			FC 301/302											
			ตัวต้านทานที่เลือก											
			มาตรฐาน IP 20							โครงอลูมิเนียม (บรรจุเรียบ) IP65			โหลดแรงบิดสูงสุด[b]	
			รอบการทำงาน 10%				รอบการทำงาน 40%							
FC 301/ FC 302	P_{motor}	R_{min}	$R_{br,nom}$ [c]	R_{rec}	$P_{br\ max}$	หมายเลขการสั่งซื้อ	R_{rec}	$P_{br\ max}$	หมายเลขการสั่งซื้อ	R_{rec} ต่อรายการ	รอบการทำงาน	หมายเลขการสั่งซื้อ	FC 301	FC 302
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	%	175Uxxxx		
PK37	0.37	620	1360.2	620	0.065	1840	830	0.450	1976	830Ω/100W	20	1000	137%	160%
PK55	0.55	620	915.0	620	0.065	1840	830	0.450	1976	830Ω/100W	20	1000	137%	160%
PK75	0.75	601	667.6	620	0.065	1840	620	0.260	1940	620Ω/100W	14	1001	137%	160%
PK75	0.75	601	667.6	-	-	-	-	-	-	620Ω/200W	40	0982	137%	160%
P1K1	1.1	408	452.8	425	0.095	1841	425	0.430	1941	430Ω/100W	8	1002	137%	160%
P1K1	1.1	408	452.8	-	-	-	-	-	-	430Ω/200W	20	0983	137%	160%
P1K5	1.5	297	330.4	310	0.250	1842	310	0.800	1942	310Ω/200W	16	0984	137%	160%
P2K2	2.2	200	222.6	210	0.285	1843	210	1.35	1943	210Ω/200W	9	0987	137%	160%
P3K0	3	145	161.4	150	0.430	1844	150	2.00	1944	150Ω/200W	5.5	0989	137%	160%
P3K0	3	145	161.4	-	-	-	-	-	-	300Ω/200W	12	2X0985[a]	137%	160%
P4K0	4	108	119.6	110	0.600	1845	110	2.40	1945	240Ω/200W	11	2X0986[a]	137%	160%
P5K5	5.5	77	86.0	80	0.850	1846	80	3.00	1946	160Ω/200W	6.5	2X0988[a]	137%	160%
P7K5	7.5	56	62.4	65	1.0	1847	65	4.50	1947	130Ω/200W	4	2X0990[a]	137%	160%
P11K	11	38	42.1	40	1.8	1848	40	5.00	1948	80Ω/240W	9	2X0090[a]	137%	160%
P15K	15	27	30.5	30	2.8	1849	30	9.30	1949	72Ω/240W	6	2X0091[a]	137%	160%
P18K	18.5	22	24.5	25	3.5	1850	25	12.70	1950					
P22K	22	18	20.3	20	4.0	1851	20	13.00	1951					

[a] ต้องสั่งซื้อ 2 ชิ้นเพราะความต้านทานต้องต่อแบบขนานกัน

[b]โหลดสูงสุดด้วยความต้านทานในโปรแกรมมาตรฐานของ Danfoss

[c] $R_{br,nom}$ เป็นค่าความต้านทานปกติ(ที่แนะนำ) ซึ่งให้ความมั่นใจว่ากำลังเบรคที่เพลามอเตอร์จะเท่ากับ 137%/160% เป็นเวลา 1 นาที

5.2.2. หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวกรองฮาร์โมนิค

ตัวกรองฮาร์โมนิค ใช้สำหรับการลดฮาร์โมนิคที่สำคัญ

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

380-415V, 50Hz

$I_{AHF,N}$	มอเตอร์ทั่วไปที่ใช้ [kW]	หมายเลขการสั่งซื้อของ Danfoss		ขนาดของตัวแปลงความถี่
		AHF 005	AHF 010	
10 A	4, 5.5	175G6600	175G6622	P4K0, P5K5
19 A	7.5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15, 18.5	175G6603	175G6625	P15K, P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30, 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101A	45, 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144A	75	175G6607	175G6629	P75K
180A	90	175G6608	175G6630	P90K

440-480V, 60Hz

$I_{AHF,N}$	มอเตอร์ทั่วไปที่ใช้ [HP]	หมายเลขการสั่งซื้อของ Danfoss		ขนาดของตัวแปลงความถี่
		AHF 005	AHF 010	
19 A	10, 15	175G6612	175G6634	P7K5
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25, 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72A	50, 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144A	100, 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K

ความสอดคล้องของตัวแปลงความถี่และตัวกรองได้รับการคำนวณล่วงหน้าโดยอ้างอิงตามแรงดัน 400V/480V ด้วยโหลดมอเตอร์ทั่วไป (4 ขั้ว) และแรงบิด 110 %

5.2.3. หมายเลขการสั่งซื้อ:ชุดตัวกรองคลื่นไซน์ 200-500 VAC

แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 200 ถึง 500 V

ขนาดของตัวแปลงความถี่			ความถี่สวิตชิ่งต่ำสุด	ความถี่เอาท์พุทสูงสุด	หมายเลขชิ้นส่วน IP20	หมายเลขชิ้นส่วน IP00	กระแสตัวกรองที่พิกัด ที่ 50Hz
200-240 V	**380-440 V**	**440-500 V**					
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2.5 A
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2.5 A
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2.5 A
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4.5 A
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4.5 A
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A
	P315	P355	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P355	P400	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P400	P450	2 kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A
	P450	P500	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P500	P560	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P560	P630	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
เมื่อใช้ตัวกรองคลื่นไซน์ ความถี่สวิตชิ่งควรจะสอดคล้องกับข้อกำหนดของตัวกรองใน *พารามิเตอร์ 14-01 ความถี่สวิตชิ่ง*

5.2.4. หมายเลขการสั่งซื้อ:ชุดตัวกรองคลื่นไซน์ 525-690 VAC

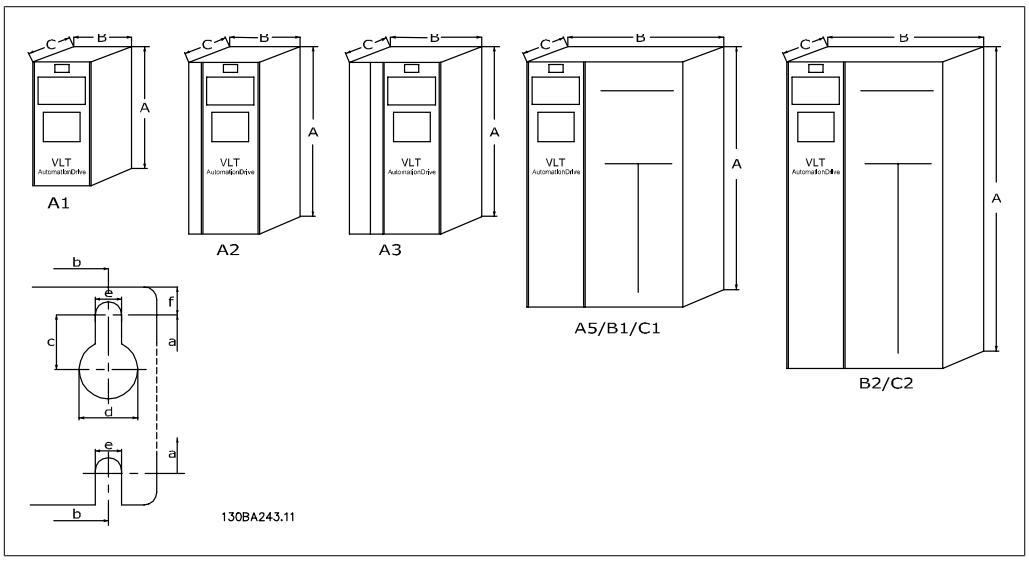
แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 525 ถึง 690 V

ขนาดของตัวแปลงความถี่		ความถี่สวิตชิ่งต่ำสุด	ความถี่เอาท์พุทสูงสุด	หมายเลขชิ้นส่วน IP20	หมายเลขชิ้นส่วน IP00	กระแสตัวกรองที่พิกัดที่ 50Hz
525-600V	**690V**					
PK75		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K1		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P2k2		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P3K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P4K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P5K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P7K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
	P11K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P11K	P15K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P15K	P18K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P18K	P22K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P22K	P30K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P30K	P37K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P37K	P45K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P45K	P55K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P55K	P75K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P75K	P90K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P90K	P110	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P110	P132	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P150	P160	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P180	P200	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P220	P250	2 kHz	60 Hz	130B2348	130B2329	303 A
P260	P315	1.5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P300	P400	1.5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P375	P500	1.5 kHz	60 Hz	130B2271	130B2242	530 A
P450	P560	1.5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P480	P630	1.5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P560	P710	1.5 kHz	60 Hz	130B2382	130B2338	765 A
P670	P800	1.5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
	P900	1.5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
P820	P1M0	1.5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A
P970	P1M2	1.5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
เมื่อใช้ตัวกรองคลื่นไซน์ ความถี่สวิตชิ่งควรจะสอดคล้องกับข้อกำหนดของตัวกรองใน *พารามิเตอร์ 14-01 ความถี่สวิตชิ่ง*

6. วิธีการติดตั้ง

6.1. ขนาดเชิงกล



ดูตารางถัดไปสำหรับขนาดของเคส

ขนาดเชิงกล

ขนาดเฟรม		A1		A2		A3		A5
		0.25–1.5 kW (200-240 V) 0.37-1.5 kW (380-480 V)		0.25-3 kW (200-240 V) 0.37-4.0 kW (380-480/ 500 V)		3.7 kW (200-240 V) 5.5-7.5 kW (380-480/ 500 V) 0.75-7.5 kW (525-600 V)		0.25-3.7 kW (200-240 V) 0.37-7.5 kW (380-480/ 500 V) 0.75-7.5 kW (525-600 V)
IP NEMA		20 โครง	21 ประเภท 1	20 โครง	21 ประเภท 1	20 โครง	21 ประเภท 1	55/66 ประเภท 12
ความสูง								
ความสูงของแผ่นยึดหลัง	A	200 mm		268 mm	375 mm	268 mm	375 mm	420 mm
ความสูงรวมแผ่นดีคัปปลิง	A	316 mm	-	374 mm		374 mm	-	-
ระยะห่างระหว่างรูยึด	a	190 mm		257 mm	350 mm	257 mm	350 mm	402 mm
ความกว้าง								
ความกว้างของแผ่นยึดหลัง	B	75 mm		90 mm	90 mm	130 mm	130 mm	242 mm
ความกว้างของแผ่นหลังพร้อมกับอุปกรณ์เสริม C หนึ่งชุด	B			130 mm	130 mm	170 mm	170 mm	242 mm
ความกว้างของแผ่นหลังพร้อมกับอุปกรณ์เสริม C สองชุด	B			150 mm	150 mm	190 mm	190 mm	242 mm
ระยะห่างระหว่างรูยึด	b	60 mm		70 mm	70 mm	110 mm	110 mm	215 mm
ความลึก								
ความลึกเมื่อไม่มีอุปกรณ์เสริม A/B	C	205 mm		205 mm	205 mm	205 mm	205 mm	195 mm
มีอุปกรณ์เสริม A/B	C	220 mm		220 mm	220 mm	220 mm	220 mm	195 mm
ไม่มีอุปกรณ์เสริม A/B	D*	207 mm			207 mm		207 mm	-
มีอุปกรณ์เสริม A/B	D*	222 mm			222 mm		222 mm	-
รูของสกรู								
	c	6.0 mm		8.0 mm	8.0 mm	8.0 mm	8.0 mm	8.25 mm
	d	ø8 มม.		ø11 มม.	ø11 มม.	ø11 มม.	ø11 มม.	ø12 มม.
	e	ø5 มม.		ø5.5 มม.	ø5.5 มม.	ø5.5 มม.	ø5.5 มม.	ø6.5 มม.
	f	5 mm		9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm
น้ำหนักสูงสุด		2.7 kg		4.9 kg	5.3 kg	6.6 kg	7.0 kg	13.5/14.2 กก.

* ด้านหน้าของตัวแปลงความถี่จะโค้งนูนออกด้านนอกเล็กน้อย C เป็นระยะที่สั้นที่สุดจากด้านหลังมาด้านหน้า (หมายถึง วัดจากมุมถึงมุม) ของตัวแปลงความถี่ D เป็นระยะที่ยาวที่สุดจากด้านหลังมาด้านหน้า (หมายถึง วัดช่วงกลาง) ของตัวแปลงความถี่

ขนาดเชิงกล

ขนาดเฟรม		**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
		5.5-7.5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/500 V)	**11 kW (200-240 V) 18.5-22 kW (380-480/ 500 V)**	**15-22 kW (200-240 V) 30-45 kW (380-480/ 500 V)**	**30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/ 500 V)**
IP NEMA		21/ 55/66 ประเภท 1/ประเภท 12	21/55/66 ประเภท 1/ประเภท 12	21/55/66 ประเภท 1/ประเภท 12	21/55/66 ประเภท 1/ประเภท 12
ความสูง					
ความสูงของแผ่นยึดหลัง	A	480 mm	650 mm	680 mm	770 mm
ความสูงรวมแผ่นดีคัปปลิง	A	-	-		
ระยะห่างระหว่างรูยึด	a	454 mm	624 mm	648 mm	739 mm
ความกว้าง					
ความกว้างของแผ่นยึดหลัง	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
ความกว้างของแผ่นหลังพร้อมกับอุปกรณ์เสริม C หนึ่งชุด	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
ความกว้างของแผ่นหลังพร้อมกับอุปกรณ์เสริม C สองชุด	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
ระยะห่างระหว่างรูยึด	b	210 mm	210 mm	272 mm	334 mm
ความลึก					
ความลึกเมื่อไม่มีอุปกรณ์เสริม A/B	C	260 mm	260 mm	310 mm	335 mm
มีอุปกรณ์เสริม A/B	C	260 mm	260 mm	310 mm	335 mm
ไม่มีอุปกรณ์เสริม A/B	D*	-	-	-	-
มีอุปกรณ์เสริม A/B	D*	-	-	-	-
รูของสกรู					
	c	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
	d	ø19 มม.	ø19 มม.	ø19 มม.	ø19 มม.
	e	ø9 มม.	ø9 มม.	ø9.8 มม.	ø9.8 มม.
	f	9 mm	9 mm	17.6 mm	18 mm
น้ำหนักสูงสุด		23 kg	27 kg	43 kg	61 kg

* ด้านหน้าของตัวแปลงความถี่จะโค้งนูนออกด้านนอกเล็กน้อย C เป็นระยะที่สั้นที่สุดจากด้านหลังมาด้านหน้า (หมายถึง วัดจากมุมถึงมุม) ของตัวแปลงความถี่ D เป็นระยะที่ยาวที่สุดจากด้านหลังมาด้านหน้า (หมายถึง วัดช่วงกลาง) ของตัวแปลงความถี่

ขนาดเชิงกล เคส D

ขนาดเฟรม			D1		D2		D3	D4
			90 – 110 kW (380 - 500 V) 110 – 132 kW (525-690 V)		132 – 200 kW (380 - 500 V) 160 – 315 kW (525-690 V)		90 – 110 kW (380 - 500 V) 110 – 132 kW (525-690 V)	132 - 200 kW (380 - 500 V) 160 - 315 kW (525-690 V)
IP NEMA			21 ประเภท 1	54 ประเภท 12	21 ประเภท 1	54 ประเภท 12	00 โครง	00 โครง
ขนาดของกล่องกระดาษขนาดสำหรับการขนส่ง	**ความสูง**		650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm
	ความกว้าง		1,730 mm	1,730 mm	1,730 mm	1,730 mm	1,220 mm	1,490 mm
	ความลึก		570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm
ขนาดของชุดขับ	ความสูง		1,159 mm	1,159 mm	1,540 mm	1,540 mm	997 mm	1,277 mm
	ความกว้าง		420 mm	420 mm	420 mm	420 mm	408 mm	408 mm
	ความลึก		373 mm	373 mm	373 mm	373 mm	373 mm	373 mm
	น้ำหนักสูงสุด		104 kg	104 kg	151 kg	151 kg	91 kg	138 kg

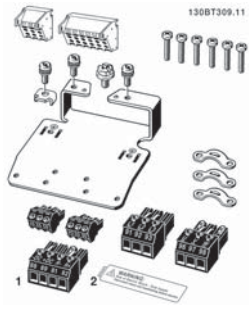
ขนาดเชิงกล เคส E

ขนาดเฟรม			E1		E2
			250 – 400 kW (380 - 500 V) 355 – 560 kW (525-690 V)		250 – 400 kW (380 - 500 V) 355 – 560 kW (525-690 V)
IP NEMA			21 ประเภท 12	54 ประเภท 12	00 โครง
ขนาดของกล่องกระดาษขนาดสำหรับการขนส่ง	**ความสูง**		840 mm	840 mm	831 mm
	ความกว้าง		2,197 mm	2,197 mm	1,705 mm
	ความลึก		736 mm	736 mm	736 mm
ขนาดของชุดขับ	ความสูง		2,000 mm	2,000 mm	1,499 mm
	ความกว้าง		600 mm	600 mm	585 mm
	ความลึก		494 mm	494 mm	494 mm
	น้ำหนักสูงสุด		313 kg	313 kg	277 kg

6.2. การติดตั้งทางกลไก

6.2.1. กระเป๋าอุปกรณ์เสริม

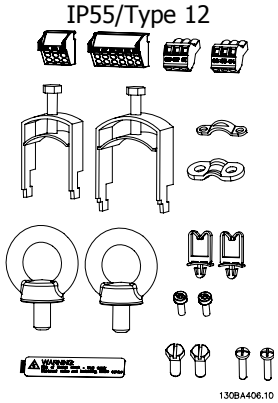
ชิ้นส่วนต่อไปนี้จะมีอยู่ในกระเป๋าอุปกรณ์เสริมสำหรับ FC 100/ 300



(ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3)
IP20/โครงเครื่อง

ขนาดเฟรม A5
IP55/Type 12

ขนาดเฟรม B1 และ B2
IP21/IP55/Type 1/Type 12



ขนาดเฟรม C1 และ C2
IP55/IP66/Type 1/Type 12

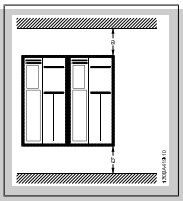
1 + 2 มีเฉพาะในเครื่องรุ่นที่มีสวิตช์คลายพลังงานเบรก มีรีเลย์คอนเนคเตอร์เพียง 1 ชุดเท่านั้นในเครื่อง FC 101/301 สำหรับการเชื่อมต่อดีซีลิงค์ (การแบ่งโหลด) สามารถสั่งซื้อคอนเนคเตอร์ 1 แยกต่างหากได้ (รหัสที่ 130B1064)
คอนเน็คเตอร์ชนิด 8 ขั้วจะมีอยู่ในกระเป๋าอุปกรณ์เสริมสำหรับ FC 101/301 ที่ไม่มีการหยุดแบบปลอดภัย

6.2.2. การติดตั้งเชิงกล

FC 300 IP20 ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3 เช่นเดียวกับ IP21/ IP55 ขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2 สามารถ ติดตั้งแบบชิดกันได้

เมื่อใช้ชุดเคส IP 21 (130B1122 หรือ 130B1123) ต้องมีระยะห่างระหว่างชุดขับเท่ากับ 50 มม. เป็นอย่างน้อย

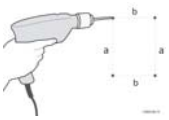
เพื่อให้สภาพของการระบายความร้อน ให้ผลดีที่สุด ช่วยให้อากาศไหลผ่านด้านบนและด้านล่างของตัวแปลงความถี่ ดูตารางด้านล่าง

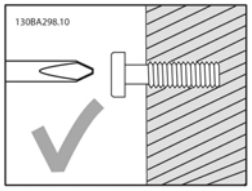


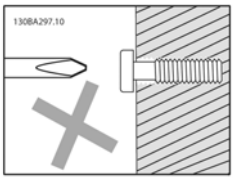
ช่องระบายอากาศสำหรับเคสแต่ละประเภท

เคส:	A1	A2	A3	A5	B1	B2	C1	C2
a (มม.):	100	100	100	100	100	100	200	225
b (มม.):	100	100	100	100	100	100	200	225

1. เจาะรูตามระยะที่ให้มา
2. คุณต้องใช้สกรูที่เหมาะสมกับพื้นผิวที่ต้องการติดตั้ง FC 300 ขันสกรูทั้ง 4 ตัวให้แน่น

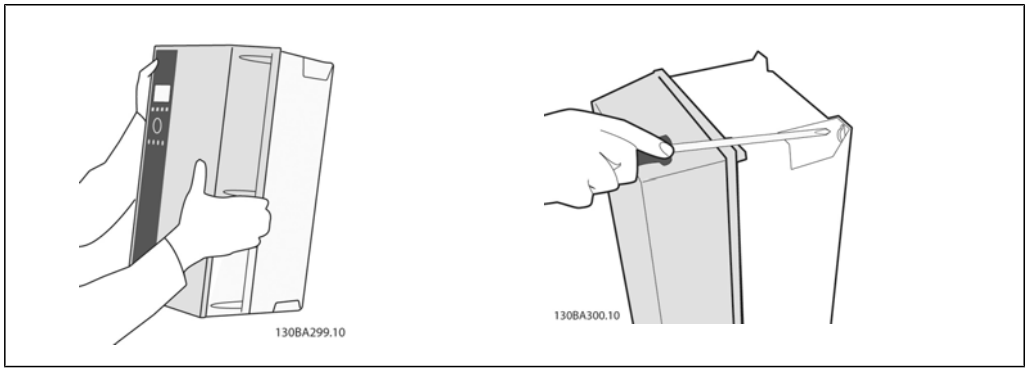




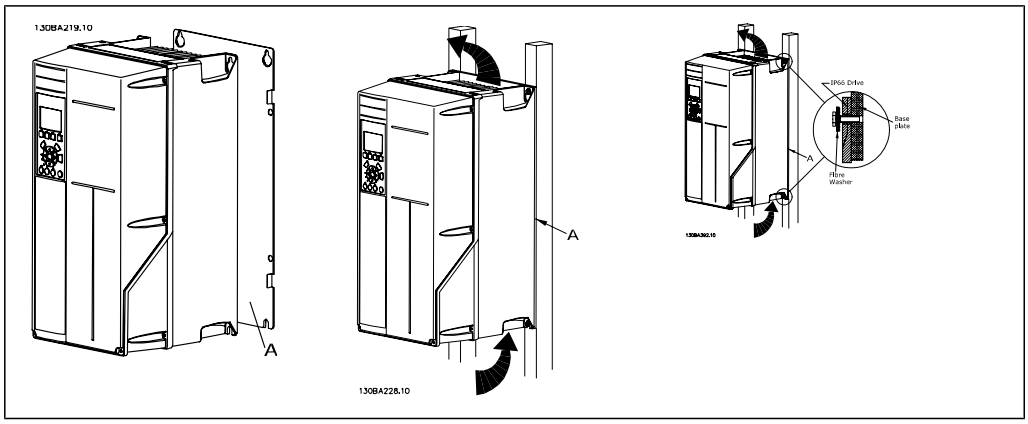


การติดตั้งขนาดเฟรม A1 A2 และ A3:

การติดตั้งขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2:
ผนังด้านหลังจะต้องมีความแข็งแรงเพื่อการระบายความร้อนที่ดีที่สุด



การติดตั้งขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2 บนผนังที่ไม่แข็งแรง ชุดขับต้องติดตั้งบนแผ่นยึดด้านหลัง A เนื่องจากไม่มีอากาศที่ไหลผ่านแผ่นระบายความร้อนอย่างเพียงพอ



6.2.3. ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งเชิงกล

ปฏิบัติตามข้อกำหนดที่นำมาใช้และชุดอุปกรณ์ติดตั้งภาคสนาม ปฏิบัติตามรายละเอียดในคำแนะนำเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายหรือการบาดเจ็บที่รุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ขนาดใหญ่

ตัวแปลงความถี่จะต้องได้รับการระบายความร้อนด้วยวิธีการระบายอากาศ
เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ร้อนเกินไป ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าอุณหภูมิแวดล้อม *ไม่สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่กำหนดไว้สำหรับตัวแปลงความถี่* และ *ไม่เกิน*อุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมงดูได้ในย่อหน้า *การลดพิกัดสำหรับอุณหภูมิแวดล้อม*
ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วง 45 °C - 55 °C การลดพิกัดของตัวแปลงความถี่จะเป็นสิ่งที่สำคัญ ดู*การลดพิกัดสำหรับอุณหภูมิแวดล้อม*
ตัวแปลงความถี่จะมีอายุการใช้งานลดลง หากไม่ได้นำอุณหภูมิแวดล้อมมาพิจารณาเกี่ยวกับการลดพิกัด

6

6.2.4. การติดตั้งภาคสนาม

สำหรับการติดตั้งภาคสนาม แนะนำให้ใช้ชุดอุปกรณ์ IP 21/IP 4X top/TYPE 1 หรือ ชุด IP 54/55

6.3. การติดตั้งทางไฟฟ้า

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
สายเคเบิลทั่วไป
การติดตั้งสายเคเบิลต้องสอดคล้องระเบียบข้อบังคับภายในประเทศเกี่ยวกับพื้นที่หน้าตัดและอุณหภูมิแวดล้อม แนะนำให้ใช้ตัวนำทองแดง (60/75ฐC)

ตัวนำอลูมิเนียม
ขั้วต่อสามารถต่อเข้ากันกับตัวนำอลูมิเนียมได้ แต่ผิวสัมผัสของตัวนำจะต้องสะอาดและจะต้องกำจัดคราบออกซิไดซ์ออกและหุ้มปิดด้วยวาสลีนที่มีความเป็นกลางปราศจากกรดก่อนที่จะเชื่อมต่อกับตัวนำนี้
นอกจากนี้ จะต้องขันย้ำสกรูที่ขั้วต่อนี้อีกครั้งหนึ่งหลังจากนั้น 2 วัน เนื่องจากอลูมิเนียมมีความอ่อนตัว จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้จุดต่อที่ขั้วนี้มีความแน่นเพียงพออยู่เสมอ มิฉะนั้นผิวอลูมิเนียมจะเกิดการออกซิไดซ์ขึ้นได้

แรงบิดขันแน่น					
ขนาด FC	200 - 240 V	380 - 500 V	525 - 690 V	สายเคเบิลสำหรับ:	แรงบิดขันแน่น
A1	0.25-1.5 kW	0.37-1.5 kW	-	สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรก, การแบ่งโหลด และมอเตอร์	0.5-0.6 Nm
A2	0.25-2.2 kW	0.37-4 kW	-		
A3	3-3.7 kW	5.5-7.5 kW	0.75-7.5 kW		
A5	3-3.7 kW	5.5-7.5 kW	0.75-7.5 kW		
B1	5.5-7.5 kW	11-15 kW	-	สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรก, การแบ่งโหลด และมอเตอร์	1.8 Nm
				รีเลย์	0.5-0.6 Nm
				ลงดิน	2-3 Nm
B2	11 kW	18.5-22 kW	-	สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรก และการแบ่งโหลด	4.5 Nm
				สายเคเบิลมอเตอร์	4.5 Nm
				รีเลย์	0.5-0.6 Nm
				ลงดิน	2-3 Nm
C1	15-22 kW	30-45 kW	-	สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรก และการแบ่งโหลด	10 Nm
				สายเคเบิลมอเตอร์	10 Nm
				รีเลย์	0.5-0.6 Nm
				ลงดิน	2-3 Nm
C2	30-37 kW	55-75 kW	-	สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรก และการแบ่งโหลด	14 Nm
				สายเคเบิลมอเตอร์	10 Nm
				รีเลย์	0.5-0.6 Nm
				ลงดิน	2-3 Nm
D1, D3	-	90-110 kW	110-132 kW	สายเคเบิลของสายป้อนและมอเตอร์	19 Nm
				สายเคเบิลสำหรับการแบ่งโหลด และเบรก	9.5 Nm
				รีเลย์	0.5-0.6 Nm
				ลงดิน	19 Nm
D2, D4	-	132-200 kW	160-315 kW	สายเคเบิลของสายป้อนและมอเตอร์	19 Nm
				สายเคเบิลสำหรับการแบ่งโหลด และเบรก	9.5 Nm
				รีเลย์	0.5-0.6 Nm
				ลงดิน	19 Nm
E1, E2	-	250-400 kW	355-560 kW	สายเคเบิลของสายป้อนและมอเตอร์	19 Nm
				สายเคเบิลสำหรับการแบ่งโหลด และเบรก	9.5 Nm
				รีเลย์	0.5-0.6 Nm
				ลงดิน	19 Nm

6.3.1. การถอดแผ่นที่เจาะเตรียมไว้สำหรับสายเคเบิลเพิ่มเติม

1. ถอดช่องร้อยสายเคเบิลออกจากตัวแปลงความถี่ (ระวังอย่าให้วัตถุแปลกปลอมหลุดเข้าไปในตัวแปลงความถี่เมื่อนำแผ่นที่เจาะเตรียมไว้ออก)
2. ต้องมีจุดรับช่องร้อยสายเคเบิลใกล้ๆ กับแผ่นเจาะที่คุณจะนำออก
3. ในตอนนี้สามารถนำแผ่นที่เจาะเตรียมไว้ออกได้โดยใช้สิ่วและค้อน
4. นำสะเก็ดออกจากช่อง
5. ติดตั้งช่องร้อยสายเคเบิลกับตัวแปลงความถี่

6.3.2. การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก และการต่อลงดิน

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ปลั๊กคอนเน็กเตอร์สำหรับแหล่งจ่ายไฟสามารถใช้งานได้กับ FC 300 จนถึงขนาด 7.5 kW

1. ยึดสกรูสองตัวในแผ่นประกับยึด เลื่อนให้ตรงตำแหน่งและขันสกรูให้แน่น
2. ตรวจดูให้แน่ใจว่า FC 300 มีการต่อลงดินอย่างเหมาะสม เชื่อมต่อกับส่วนเชื่อมต่อสายดิน (ขั้วต่อ 95) ใช้สกรูจากถุงใส่อุปกรณ์เสริม
3. เสียบปลั๊กคอนเน็กเตอร์ 91(L1), 92(L2), 93(L3) จากถุงใส่อุปกรณ์เสริม เข้ากับขั้วต่อที่มีสัญลักษณ์ MAINS ที่ส่วนล่างของ FC 300
4. เชื่อมต่อสายไฟหลักเข้ากับปลั๊กคอนเน็กเตอร์หลัก
5. ยึดสายเคเบิลกับด้วยตัวยึดที่ให้มา

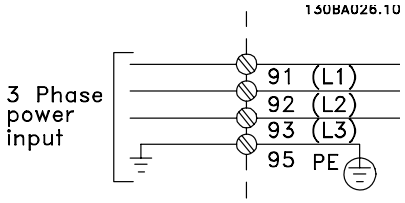
6

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ตรวจสอบว่าแรงดันไฟฟ้าสายหลักสอดคล้องกับค่าแรงดันไฟฟ้าสายหลักที่ระบุไว้บนป้ายชื่อของ FC 300

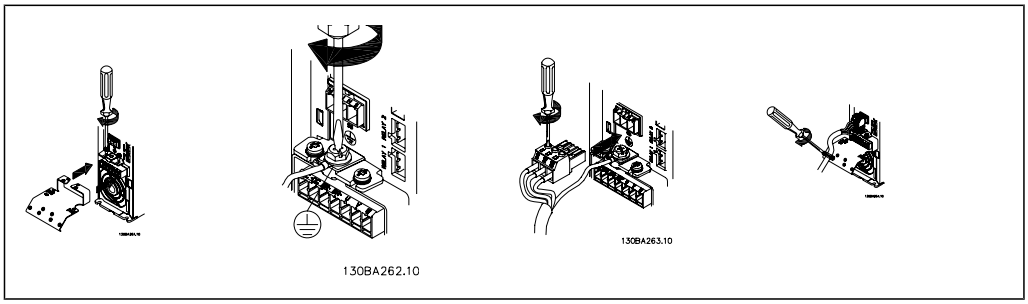
แหล่งจ่ายไฟหลักแบบ IT
ห้ามต่อตัวแปลงความถี่ชนิด 400 V ที่มีตัวกรอง RFI เข้ากับแหล่งจ่ายไฟหลักที่มีแรงดันระหว่างเฟสกับดินสูงเกินกว่า 440 V

หน้าตัดของสายเคเบิลเชื่อมต่อลงดินจะต้องมีพื้นที่หน้าตัดอย่างน้อย 10 มม.^{2} หรือสองเท่าของค่าพิกัดของสายหลักโดยต่อปลายแยกจากกันตามมาตรฐาน EN 50178

การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักจะต้องต่อเข้ากับสวิทช์ตัดตอนหลัก หากมีสวิทช์ติดตั้งมาด้วย



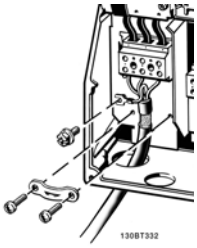
การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับขนาดเฟรม A1, A2 และ A3:



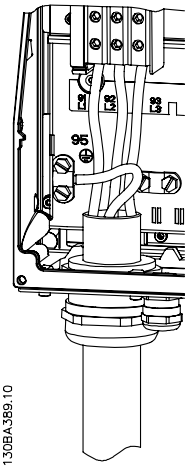
การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักของกรอบหุ้ม A5 (IP 55/66)

เมื่อใช้สวิตช์ตัดตอน (กรอบหุ้ม A5) PE จะต้องยึดทางด้านซ้ายของชุดขับ

การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักของกรอบหุ้ม B1 และ B2 (IP 21/NEMA Type 1 และIP 55/66/ NEMA Type 12)



การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักของกรอบหุ้ม C1 และ C2 (IP 21/NEMA Type 1 และIP 55/66/ NEMA Type 12)



โดยทั่วไปสายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟเป็นสายไม่มีชิลด์

6.3.3. การเชื่อมต่อมอเตอร์

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
สายเคเบิลมอเตอร์ต้องเป็นแบบชีล ถ้าใช้สายเคเบิลแบบไม่มีชีล/ไม่มีปลอกโลหะ อาจไม่สอดคล้องกับข้อกำหนด EMC บางข้อ ให้ใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล/มีปลอกโลหะ ที่ตรงตามข้อกำหนดการแพร่กระจาย EMC สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม โปรดดูที่ *ผลการทดสอบ EMC*

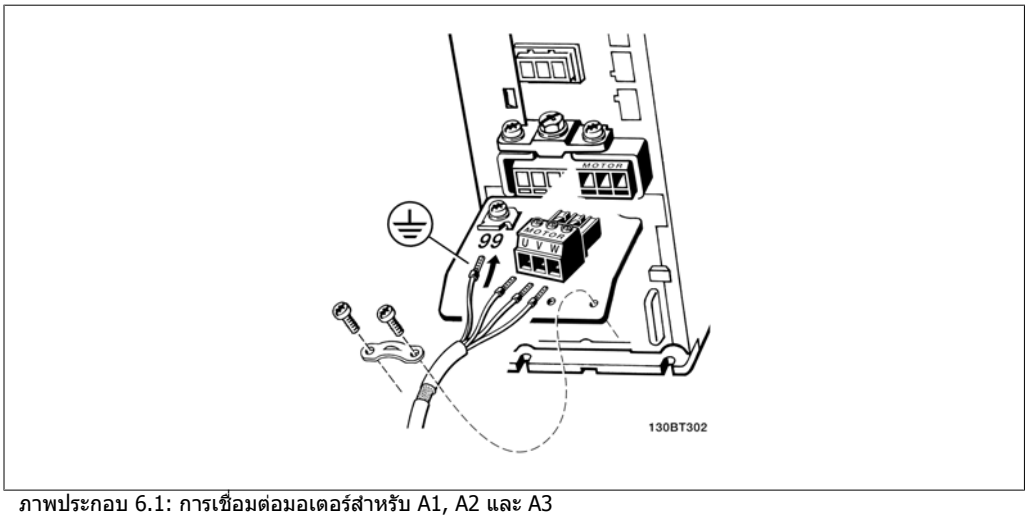
ดูหัวข้อข้อมูลจำเพาะทั่วไปสำหรับขนาดของภาคตัดขวางและความยาวสายเคเบิลที่เหมาะสม

ส่วนชีลของสายเคเบิล:หลีกเลี่ยงการติดตั้งด้วยการบิดเกลียวที่ปลายสายชีล (หางหมู) ซึ่งจะลดประสิทธิผลในการชีลที่ความถี่สูง ถ้าจำเป็นต้องตัดส่วนชีลเพื่อติดตั้งสวิตช์ตัดตอนของมอเตอร์ หรือคอนแท็คเตอร์ของมอเตอร์ ชีลจะต้องต่อถึงกันโดยต่อเนื่องและมีอิมพีแดนซ์ HF (ความถี่สูง) ที่ต่ำที่สุด
ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์เข้ากับทั้งแผ่นดีคัปปลิงของ FC 300 และต่อไปยังกล่องโลหะของมอเตอร์
ทำการเชื่อมต่อส่วนชีลกับพื้นที่ส่วนใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ตัวรัดสายเคเบิล) ซึ่งทำได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งที่ให้มาพร้อมกับ FC 300
ถ้าจำเป็นต้องแยกการชีลเพื่อติดตั้งสวิตช์ตัดตอนของมอเตอร์ หรือรีเลย์มอเตอร์ ส่วนชีลจะต้องต่อด้วยอิมพีแดนซ์ HF ที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

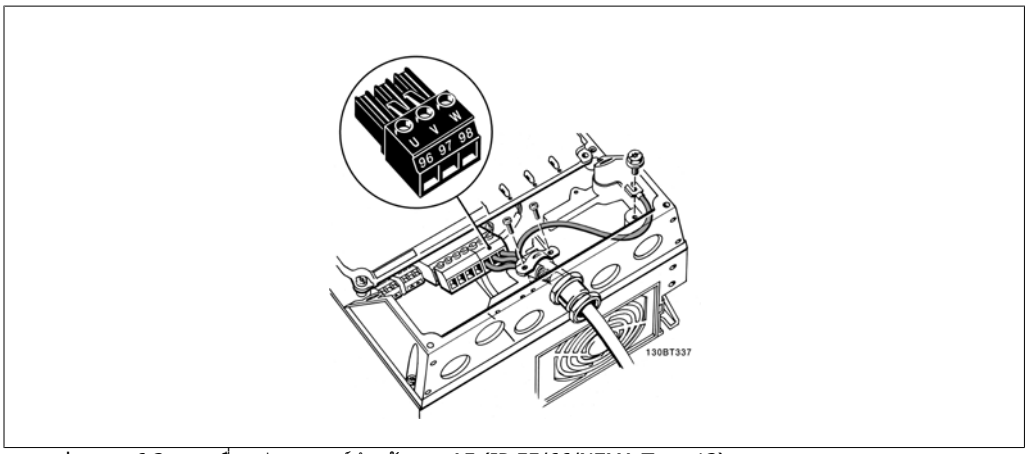
ความยาวและภาคตัดขวางของสายเคเบิล ตัวแปลงความถี่นี้ผ่านการทดสอบด้วยสายเคเบิลตามความยาวและภาคตัดขวางของสายเคเบิลตามที่ให้ไว้ หากพื้นที่ตัดขวางเพิ่มขึ้นค่าความเป็นตัวเก็บประจุของสายเคเบิล ซึ่งรวมถึงการรั่วไหลของกระแสอาจเพิ่มขึ้น และความยาวสายเคเบิลต้องปรับลดลงให้สอดคล้องกัน พยายามใช้สายเคเบิลมอเตอร์ให้สั้นที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อลดระดับสัญญาณรบกวนและกระแสรั่วไหล

ความถี่สวิตชิ่ง เมื่อใช้ตัวแปลงความถี่ร่วมกับตัวกรองคลื่นไซน์ เพื่อลดเสียงรบกวนจากมอเตอร์ จะต้องตั้งความถี่สวิตชิ่งตามคำแนะนำของตัวกรองคลื่นไซน์ ในพารามิเตอร์ 14-01

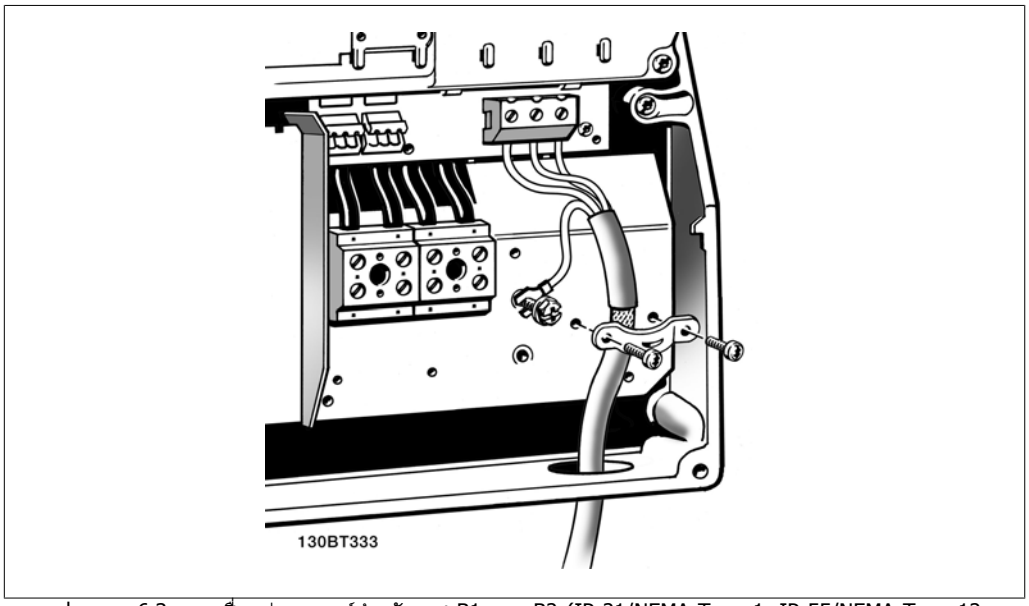
1. ยึดแผ่นดีคัปปลิงเข้าที่ด้านล่างของเครื่อง FC 300 ให้แน่นด้วยสกรูและแหวนรองจากถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ
2. ต่อสายเคเบิลมอเตอร์ไปยังขั้วต่อ 96 (U), 97 (V), 98 (W)
3. เชื่อมต่อไปยังจุดสำหรับต่อลงดิน (ขั้วต่อ 99) บนแผ่นดีคัปปลิงด้วยสกรูจากถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ
4. เสียบปลั๊กคอนเน็กเตอร์ 96 (U), 97 (V), 98 (W) (ใช้ได้ถึงขนาด 7.5 kW) และสายเคเบิลมอเตอร์กับขั้วต่อที่มีคำว่า MOTOR
5. ยึดสายเคเบิลแบบชีลเข้ากับแผ่นดีคัปปลิงให้แน่น โดยใช้สกรูและแหวนจากถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ



ภาพประกอบ 6.1: การเชื่อมต่อมอเตอร์สำหรับ A1, A2 และ A3

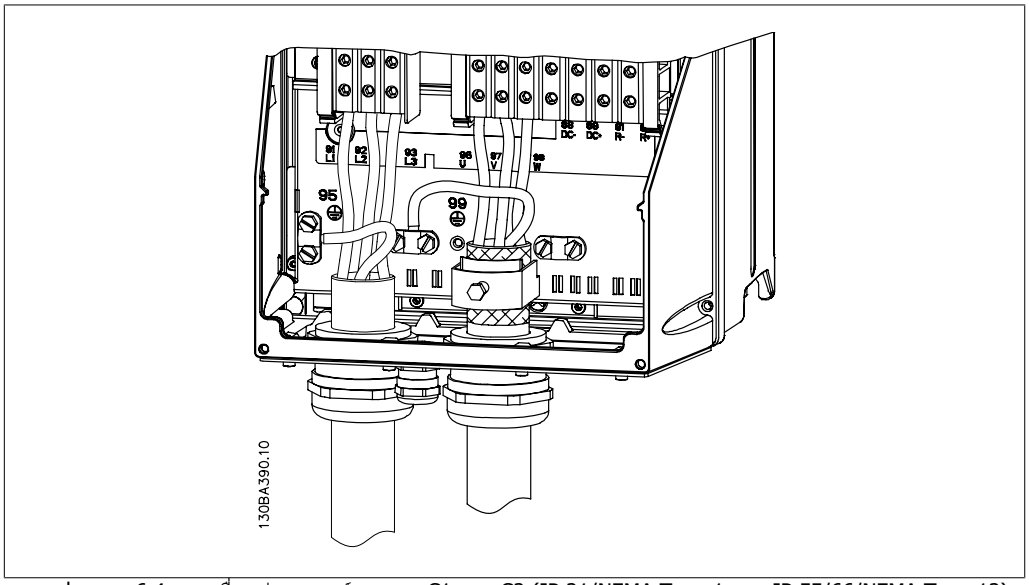


ภาพประกอบ 6.2: การเชื่อมต่อมอเตอร์สำหรับเคส A5 (IP 55/66/NEMA Type 12)

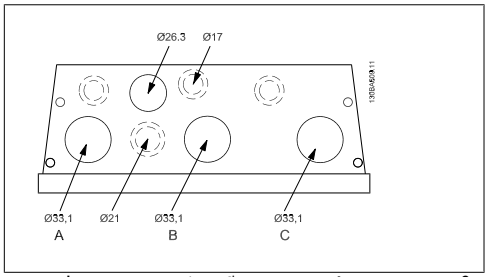


ภาพประกอบ 6.3: การเชื่อมต่อมอเตอร์สำหรับเคส B1 และ B2 (IP 21/NEMA Type 1, IP 55/NEMA Type 12 และ IP66/NEMA Type 4X)

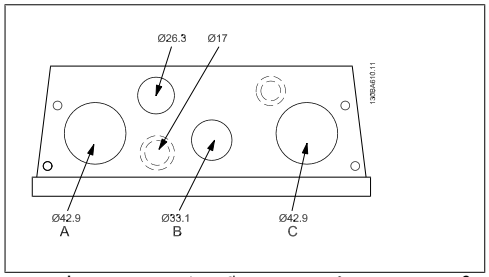
มอเตอร์มาตรฐานแบบอะซิงโครนัสสามเฟสทุกชนิดสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ FC 300 ได้ โดยทั่วไปมอเตอร์ขนาดเล็กจะเชื่อมต่อแบบสตาร์ (230/400 V, Y) โดยปกติมอเตอร์ขนาดใหญ่จะเชื่อมต่อแบบเดลตา (400/690 V,Δ) ดูป้ายชื่อของมอเตอร์สำหรับโหมดการเชื่อมต่อและแรงดันไฟฟ้าที่ถูกต้อง



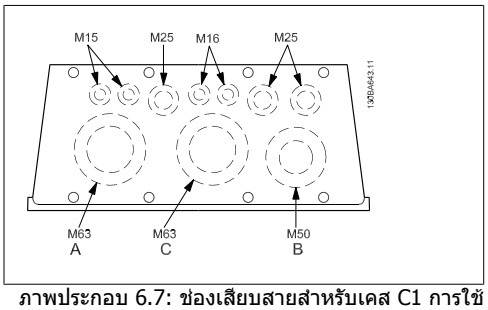
ภาพประกอบ 6.4: การเชื่อมต่อมอเตอร์ของเคส C1 และ C2 (IP 21/NEMA Type 1 และ IP 55/66/NEMA Type 12)



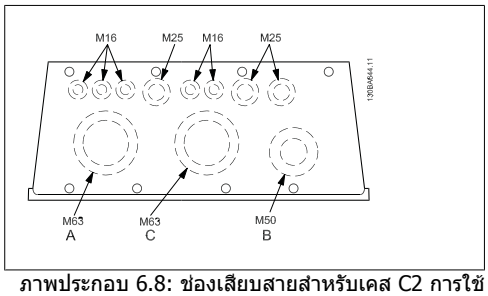
ภาพประกอบ 6.5: ช่องเสียบสายสำหรับเคส B1 การใช้ช่องว่างที่ระบุเป็นเพียงคำแนะนำเท่านั้น ยังสามารถดำเนินการในรูปแบบอื่นได้อีก



ภาพประกอบ 6.6: ช่องเสียบสายสำหรับเคส B2 การใช้ช่องว่างที่ระบุเป็นเพียงคำแนะนำเท่านั้น ยังสามารถดำเนินการในรูปแบบอื่นได้อีก



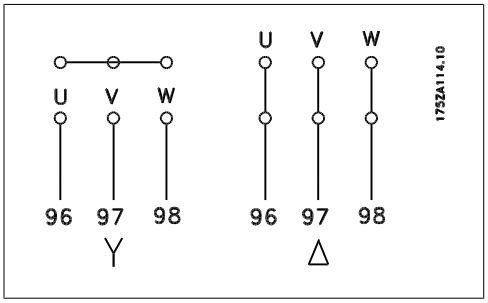
ภาพประกอบ 6.7: ช่องเสียบสายสำหรับเคส C1 การใช้ช่องว่างที่ระบุเป็นเพียงคำแนะนำเท่านั้น ยังสามารถดำเนินการในรูปแบบอื่นได้อีก



ภาพประกอบ 6.8: ช่องเสียบสายสำหรับเคส C2 การใช้ช่องว่างที่ระบุเป็นเพียงคำแนะนำเท่านั้น ยังสามารถดำเนินการในรูปแบบอื่นได้อีก

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

[1)]การเชื่อมต่อกราวด์ที่ปลอดภัย



โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ในกรณีที่ใช้มอเตอร์ที่ไม่มีกระดาษฉนวนระหว่างเฟส หรือการเสริมฉนวนอื่น ๆ ที่เหมาะสมสำหรับทำงานกับการจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากตัวแปลงความถี่) ให้ติดตั้งตัวกรองคลื่นไซน์ที่เอาท์พุทของ FC 300

6.3.4. ฟิวส์

การป้องกันวงจรย่อย:
เพื่อป้องกันการติดตั้งที่เป็นอันตรายจากไฟฟ้าและเพลิงไหม้ ทุกวงจรย่อยในการติดตั้ง สวิตช์เกียร์ เครื่องจักร ฯลฯ จะต้องได้รับการป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและกระแสไฟเกินตามกฎระเบียบทั้งในและต่างประเทศ

การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร:
ตัวแปลงความถี่จะต้องมีการป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟฟ้าหรือเพลิงไหม้ Danfoss แนะนำให้ใช้ฟิวส์ตามที่ได้ระบุไว้ด้านล่างนี้ เพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์อื่นๆ ในกรณีที่เกิดฟอลต์ขึ้นภายในชุดขับ ตัวแปลงความถี่มีการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรได้อย่างสมบูรณ์ในกรณีที่เกิดการลัดวงจรที่เอาท์พุทของมอเตอร์

การป้องกันกระแสเกิน:
มีการป้องกันโหลดเกินเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากเพลิงไหม้ อันเนื่องมาจากสายเคเบิลในการติดตั้งมีความร้อนสูงเกินไป ตัวแปลงความถี่มีการป้องกันกระแสไฟเกินติดตั้งอยู่ภายใน ซึ่งสามารถใช้ป้องกันการเกิดโหลดเกินที่ต้นทาง (ไม่รวมการประยุกต์ใช้งานตาม UL) ดูพารามิเตอร์ 4-18 นอกจากนี้ ยังสามารถนำฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ มาใช้ในการป้องกันการเกิดกระแสเกินในการติดตั้ง การป้องกันกระแสเกินจะต้องดำเนินการเสมอโดยยึดกฎระเบียบในประเทศ

ฟิวส์ที่ใช้จะต้องได้รับการออกแบบสำหรับการป้องกันในวงจร ซึ่งสามารถทนกระแสสูงสุดได้ถึง 100,000 A_{rms} (สมมาตร), แรงดันสูงสุด 500 V

ไม่สอดคล้องกับ UL

หากไม่มีความจำเป็นที่จะต้องสอดคล้องกับ UL/cUL แนะนำให้ใช้ฟิวส์ดังต่อไปนี้ ซึ่งจะยังคงสอดคล้องกับมาตรฐาน EN50178:
ในกรณีที่เกิดการทำงานผิดปกติ การไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวแปลงความถี่โดยไม่จำเป็น

FC 300	ขนาดฟิวส์สูงสุด[1)]	แรงดันไฟฟ้า	ประเภท
K25-K75	10A	200-240 V	ประเภท gG
1K1-2K2	20A	200-240 V	ประเภท gG
3K0-3K7	32A	200-240 V	ประเภท gG
5K5-7K5	63A	380-500 V	ประเภท gG
11K	80A	380-500 V	ประเภท gG
15K-18K5	125A	380-500 V	ประเภท gG
22K	160A	380-500 V	ประเภท aR
30K	200A	380-500 V	ประเภท aR
37K	250A	380-500 V	ประเภท aR

FC 300	ขนาดฟิวส์สูงสุด[1)]	แรงดันไฟฟ้า	ประเภท
K37-1K5	10A	380-500 V	ประเภท gG
2K2-4K0	20A	380-500 V	ประเภท gG
5K5-7K5	32A	380-500 V	ประเภท gG
11K-18K	63A	380-500 V	ประเภท gG
22K	80A	380-500 V	ประเภท gG
30K	100A	380-500 V	ประเภท gG
37K	125A	380-500 V	ประเภท gG
45K	160A	380-500 V	ประเภท aR
55K-75K	250A	380-500 V	ประเภท aR

1) ขนาดฟิวส์สูงสุด - ดูกฎข้อบังคับในประเทศและระหว่างประเทศสำหรับการเลือกขนาดฟิวส์ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้

6

สอดคล้องกับ UL

200-240 V

FC 300	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	ฟิวส์ Littel	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	ประเภท RK1	ประเภท J	ประเภท T	ประเภท RK1	ประเภท RK1	ประเภท CC	ประเภท RK1
K25-K75	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K1-2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	5017906-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0-3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	5012406-032	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	KTN-R50	KS-50	JJN-50	5014006-050	KLN-R50		A2K-50R
7K5	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	5014006-063	KLN-R60		A2K-60R
11K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80		A2K-80R
15K-18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125		A2K-125R
22K	FWX-150	---	---	2028220-150	L25S-150		A25X-150
30K	FWX-200	---	---	2028220-200	L25S-200		A25X-200
37K	FWX-250	---	---	2028220-250	L25S-250		A25X-250

380-500 V, 525-600 V

FC 300	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	ฟิวส์ Littel	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	ประเภท RK1	ประเภท J	ประเภท T	ประเภท RK1	ประเภท RK1	ประเภท CC	ประเภท RK1
K37-1K5	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	5017906-010	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R
2K2-4K0	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	5017906-020	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R
5K5-7K5	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	5012406-032	KLS-R30	ATM-R30	A6K-30R
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40		A6K-40R
15K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	5014006-050	KLS-R50		A6K-50R
18K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R60		A6K-60R
22K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	2028220-100	KLS-R80		A6K-80R
30K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	2028220-125	KLS-R100		A6K-100R
37K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	2028220-125	KLS-R125		A6K-125R
45K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-R150		A6K-150R
55K	FWH-220	-	-	2028220-200	L50S-225		A50-P225
75K	FWH-250	-	-	2028220-250	L50S-250		A50-P250

ฟิวส์ KTS จาก Bussmann อาจจะใช้แทน KTN สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

ฟิวส์ FWH จาก Bussmann อาจจะใช้แทน FWX สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

ฟิวส์ KLSR จาก LITTEL FUSE อาจจะใช้แทน KLNR สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

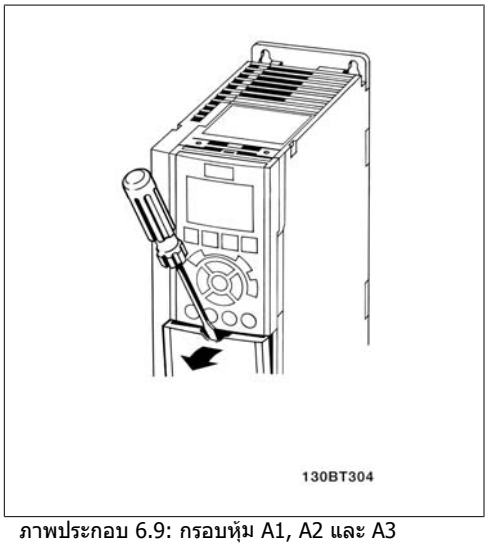
ฟิวส์ L50S จาก LITTEL FUSE อาจจะใช้แทน L50S สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

ฟิวส์ A6KR จาก FERRAZ SHAWMUT อาจจะใช้แทน A2KR สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

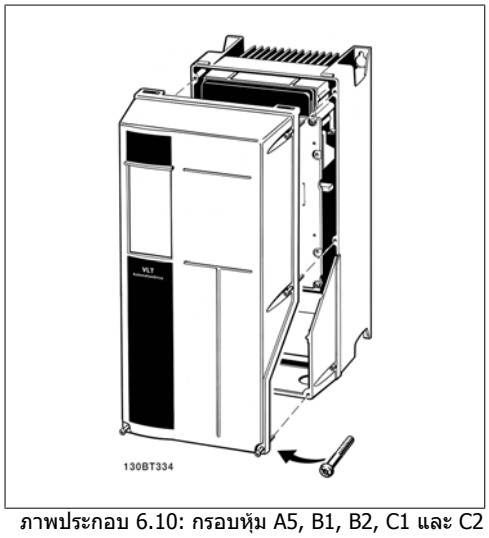
ฟิวส์ A50X จาก FERRAZ SHAWMUT อาจจะใช้แทน A25X สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

6.3.5. การเข้าถึงขั้วต่อส่วนควบคุม

ขั้วต่อทั้งหมดที่ต่อกับสายเคเบิลควบคุมจะอยู่ข้างใต้ฝาปิดขั้วต่อด้านหน้าของตัวแปลงความถี่ ถอดฝาปิดขั้วต่อออกโดยใช้ไขควง (ดูภาพประกอบ)



ภาพประกอบ 6.9: กรอบหุ้ม A1, A2 และ A3



ภาพประกอบ 6.10: กรอบหุ้ม A5, B1, B2, C1 และ C2

6.3.6. ขั้วต่อส่วนควบคุม

ขั้วต่อส่วนควบคุม FC 301

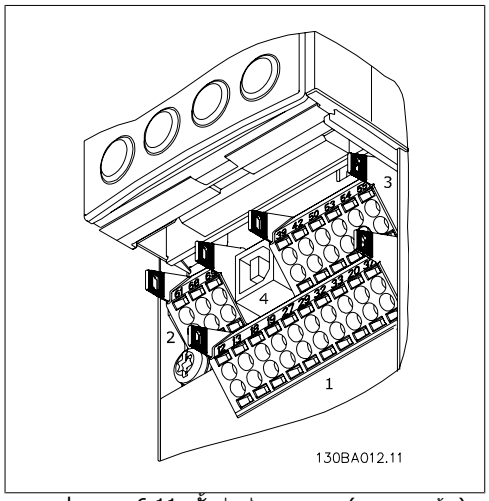
หมายเลขอ้างอิงบนแผนภาพ:

1. ปลั๊ก I/O ดิจิตัลแบบ 8 ขั้ว
2. ปลั๊กบัส RS485 แบบ 3 ขั้ว
3. I/O อนาล็อกแบบ 6 ขั้ว
4. จุดเชื่อมต่อ USB

ขั้วต่อส่วนควบคุม FC 302

หมายเลขอ้างอิงบนแผนภาพ:

1. ปลั๊ก I/O ดิจิตัลแบบ 10 ขั้ว
2. ปลั๊กบัส RS485 แบบ 3 ขั้ว
3. I/O อนาล็อกแบบ 6 ขั้ว
4. จุดเชื่อมต่อ USB



ภาพประกอบ 6.11: ขั้วต่อส่วนควบคุม (ทุกกรอบหุ้ม)

6.3.7. การติดตั้งทางไฟฟ้า, ขั้วต่อส่วนควบคุม

การติดตั้งสายเคเบิลเข้ากับขั้วต่อ:

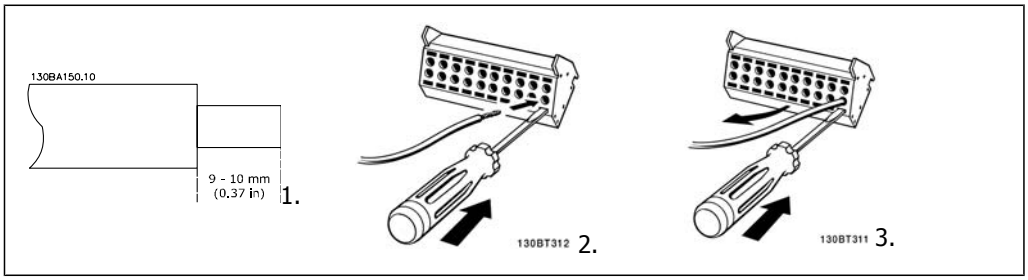
1. ปลอกสายประมาณ 9-10 มม.
2. ใส่ไขควง[1)] ลงในรูสี่เหลี่ยม
3. ใส่สายเคเบิลในรูวงกลมที่ติดกัน
4. นำไขควงออก ในตอนนี้สายเคเบิลจะถูกต่อเข้ากับขั้วต่อแล้ว

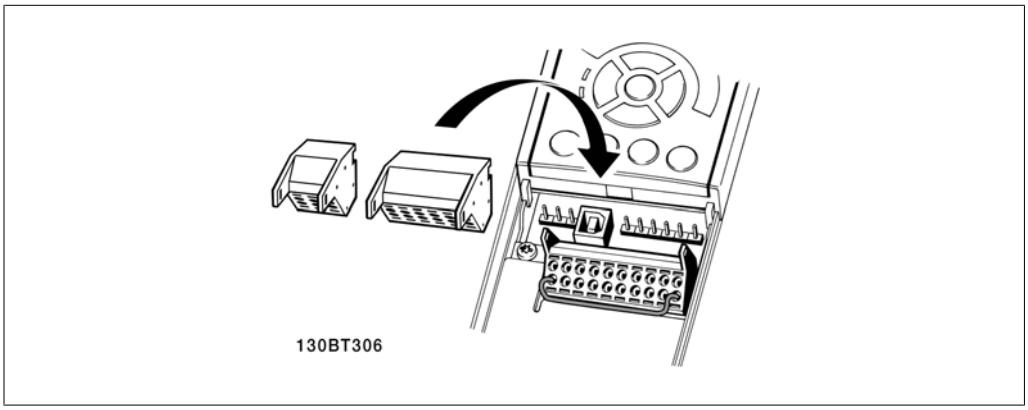
การถอดสายเคเบิลออกจากขั้วต่อ:

1. ใส่ไขควง[1)] ลงในรูสี่เหลี่ยม

2. ดึงสายเคเบิลออกมา

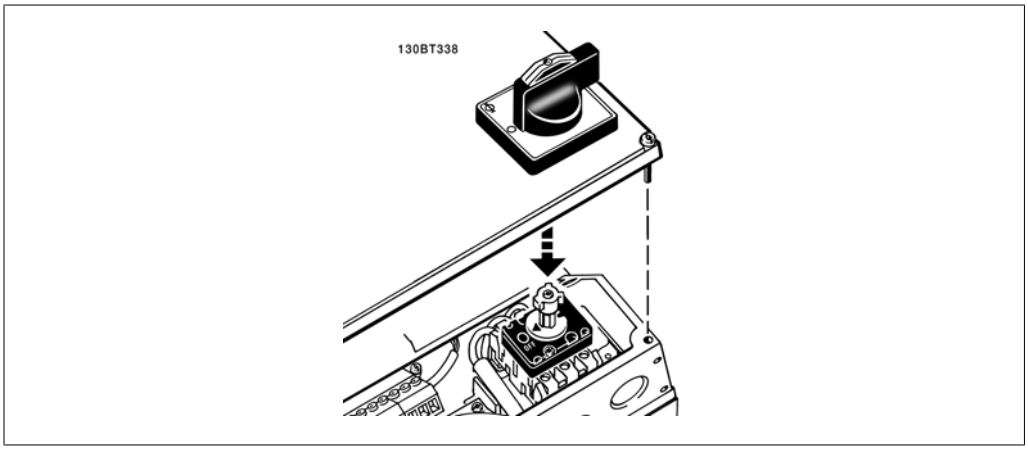
[1] สูงสุด 0.4 x 2.5 มม.





การประกอบ IP55 / NEMA TYPE 12 (เคส A5) ด้วยสวิตช์ตัดตอนหลัก

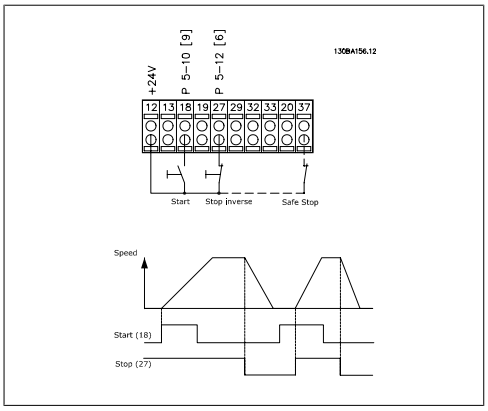
สวิตช์หลักจะติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายบนเคส B1, B2, C1 และ C2 สวิทช์หลักของเคส A5 จะอยู่ทางด้านขวา



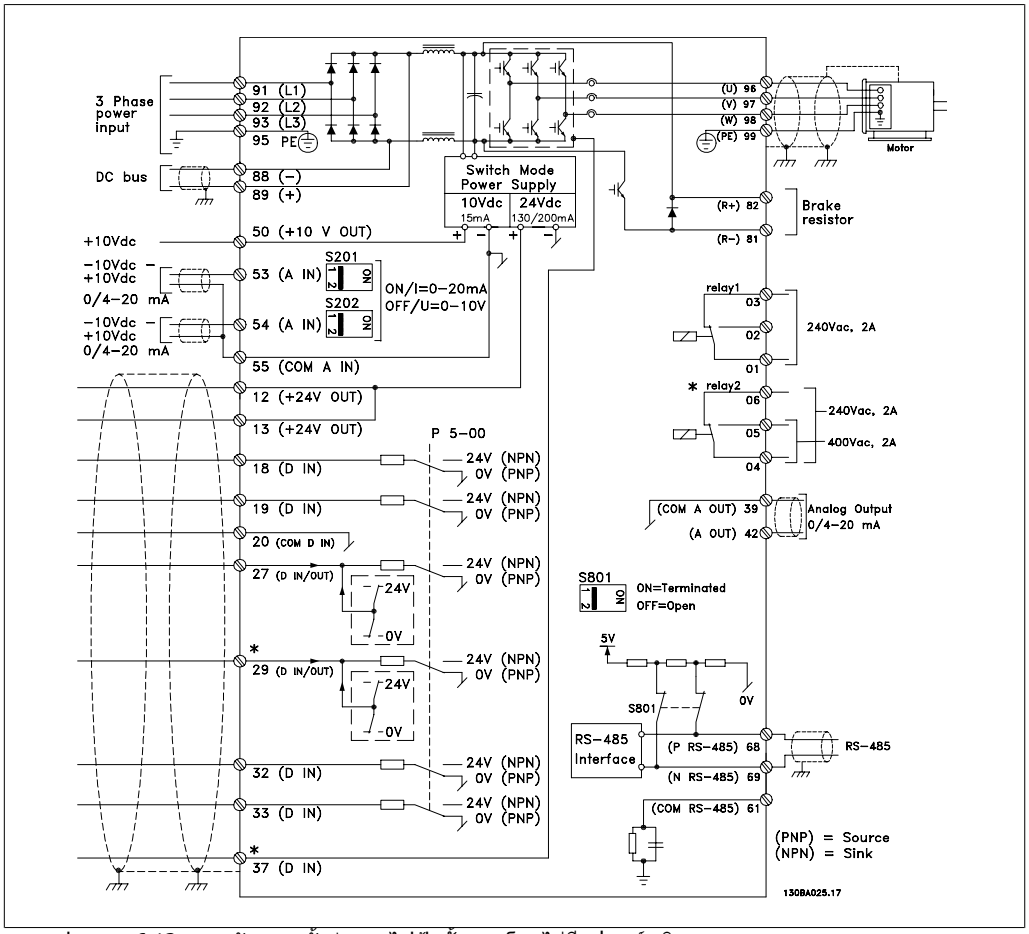
6.3.8. ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน

1. ติดตั้งขั้วต่อจากถุงใส่อุปกรณ์เสริม เข้าที่ด้านหน้าของ FC 300
2. ต่อขั้วต่อ 18, 27 และ 37 (FC 302 เท่านั้น) กับ +24 V (ขั้วต่อ 12/13)

การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน:
18 = สตาร์ท พารามิเตอร์ 5-10 [9]
27 = หยุดผกผัน พารามิเตอร์ 5-12 [6]
37 = หยุดแบบปลอดภัยผกผัน



6.3.9. การติดตั้งทางไฟฟ้า สายเคเบิลควบคุม



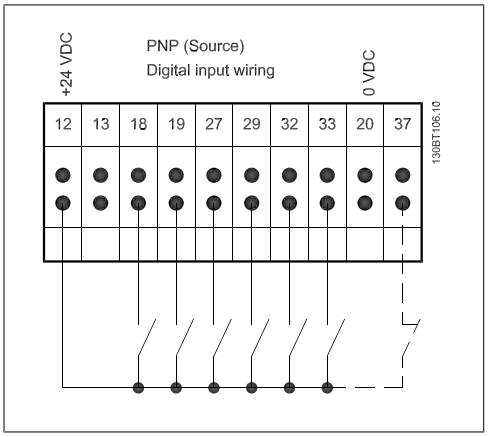
ภาพประกอบ 6.12: แผนผังแสดงขั้วต่อทางไฟฟ้าทั้งหมดโดยไม่มีอุปกรณ์เสริม
ขั้วต่อ 37 คืออินพุทที่จะใช้สำหรับการหยุดแบบปลอดภัย สำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับการติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย โปรดดูที่ส่วน*การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย*ในคู่มือการออกแบบ FC 300
* ขั้วต่อ 37 ไม่มีอยู่ใน FC 301 (ยกเว้น FC301 A1 ที่มีการหยุดแบบปลอดภัย)
ขั้วต่อ 29 และรีเลย์ 2 ไม่มีอยู่ใน FC 301

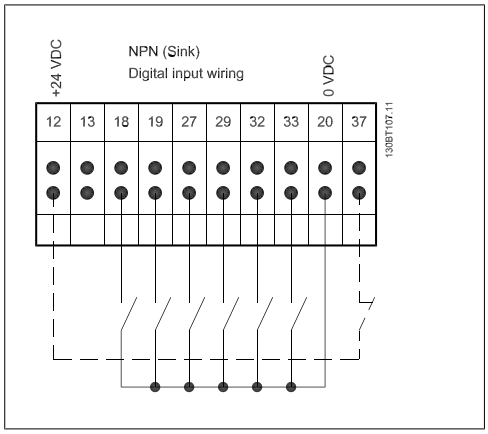
ในบางกรณี สายเคเบิลควบคุมที่เป็นสัญญาณอนาล็อกที่ยาวมากๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับการติดตั้ง ส่งผลให้เกิดวงรอบการต่อลงดิน 50/60 Hz มีสัญญาณรบกวนจากสายเคเบิลแหล่งจ่ายไฟหลัก

หากเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น อาจจำเป็นที่จะต้องแยกชีลหรือใส่ตัวเก็บประจุ 100 nF ระหว่างชีลกับโครงเครื่อง

อินพุทและเอาท์พุทดิจิตัลและอนาล็อกต้องเชื่อมต่อไปยังอินพุทร่วมของ FC 300 โดยต่อแยกจากกัน (ขั้วต่อ 20, 55, 39) เพื่อหลีกเลี่ยงกระแสลงดินจากทั้งสองกลุ่มส่งผลกระทบไปยังกลุ่มอื่นๆ ตัวอย่างเช่น สวิตชิ่งบนอินพุทดิจิตัลอาจรบกวนสัญญาณอินพุทอนาล็อก

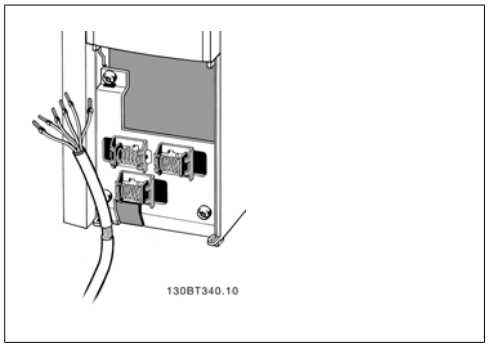
ลักษณะขั้วอินพุทของขั้วต่อควบคุม





โน้ตสำหรับผู้อ่าน
สายเคเบิลควบคุมต้องเป็นแบบชีล/ปลอกโลหะ

ดูที่หัวข้อเรื่อง *การต่อลงดินสายเคเบิลควบคุมแบบชีล/ปลอกโลหะ* เพื่อการเชื่อมต่อสายเคเบิลควบคุมอย่างถูกต้อง



6.3.10. สายเคเบิลมอเตอร์

ดูหัวข้อ *ข้อมูลจำเพาะทั่วไป* สำหรับขนาดของภาคตัดขวางและความยาวสายเคเบิลที่เหมาะสม

- ใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล/ไม่มีชีล ที่ตรงตามข้อกำหนดการแพร่กระจาย EMC
- พยายามใช้สายเคเบิลมอเตอร์ให้สั้นที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้เพื่อลดระดับสัญญาณรบกวนและกระแสรั่วไหล
- ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์เข้ากับทั้งแผ่นดีคัปปลิงของ FC 300 และต่อไปยังกล่องโลหะของมอเตอร์
- ทำให้การต่อส่วนชีลมีพื้นที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ตัวรัดสายเคเบิล) ซึ่งทำได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งที่ให้มาพร้อมกับ FC 300
- หลีกเลี่ยงการยึดด้วยปลายชีลแบบบิดเกลียว (pigtail) ซึ่งจะลดประสิทธิผลในการชีลที่ความถี่สูง
- ถ้าจำเป็นต้องแยกการชีลเพื่อติดตั้งตัวแยกมอเตอร์ หรือรีเลย์มอเตอร์ ส่วนชีลต้องต่อด้วยอิมพีแดนซ์ HF ที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

6.3.11. การติดตั้งระบบไฟฟ้าของสายเคเบิลมอเตอร์

ส่วนชีลของสายเคเบิล
หลีกเลี่ยงการยึดด้วยการบิดเกลียวที่ปลายสายชีล (หางหมู) ซึ่งจะลดประสิทธิผลในการชีลที่ความถี่สูง ถ้าจำเป็นต้องตัดส่วนชีลเพื่อติดตั้งสวิตช์ตัดตอนของมอเตอร์ หรือคอนแท็คเตอร์ของมอเตอร์ ชีลจะต้องต่อถึงกันโดยต่อเนื่องและมีอิมพีแดนซ์ HF (ความถี่สูง) ที่ต่ำที่สุด

ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิล
ตัวแปลงความถี่นี้ผ่านการทดสอบด้วยสายเคเบิลที่มีความยาวและพื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิลตามที่ระบุไว้ หากพื้นที่ตัดขวางเพิ่มขึ้นค่าความเป็นตัวเก็บประจุของสายเคเบิล ซึ่งรวมถึงการรั่วไหลของกระแสอาจเพิ่มขึ้น และความยาวสายเคเบิลต้องปรับลดลงให้สอดคล้องกัน

ความถี่สวิตชิ่ง
เมื่อใช้ตัวแปลงความถี่ร่วมกับตัวกรองคลื่นไซน์เพื่อลดเสียงรบกวนจากมอเตอร์ จะต้องตั้งความถี่สวิตชิ่งตามคำแนะนำตัวกรองคลื่นไซน์ใน*พารามิเตอร์ 14-01*

ตัวนำอลูมิเนียม
ไม่แนะนำให้ใช้ตัวนำอลูมิเนียม ขั้วต่อสามารถต่อเข้ากับตัวนำอลูมิเนียมได้ แต่ผิวสัมผัสของตัวนำจะต้องสะอาดและจะต้องกำจัดคราบออกซิไดซ์ออกและหุ้มปิดด้วยวาสลีนที่มีความเป็นกลางปราศจากกรดก่อนที่จะเชื่อมต่อกับตัวนำนี้
นอกจากนี้จะต้องขันย้ำสกรูที่ขั้วต่อนี้อีกครั้งหนึ่งภายหลังจากนั้น 2 วัน เนื่องจากอลูมิเนียมมีความอ่อนตัวจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้จุดต่อที่ขั้วนี้มีความแน่นเพียงพออยู่เสมอ มิฉะนั้นผิวอลูมิเนียมจะเกิดการออกซิไดซ์ขึ้นได้

6.3.12. สวิตช์ S201, S202 และ S801

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

สวิตช์ S801 (การต่อเชื่อมบัส) สามารถใช้เพื่อเปิดการทำงานการต่อเชื่อมพอร์ต RS-485 (ขั้วต่อ 68 และ 69)

ดูภาพประกอบ*แผนผังแสดงขั้วต่อไฟฟ้าทั้งหมด*ในหัวข้อ*การติดตั้งทางไฟฟ้า*

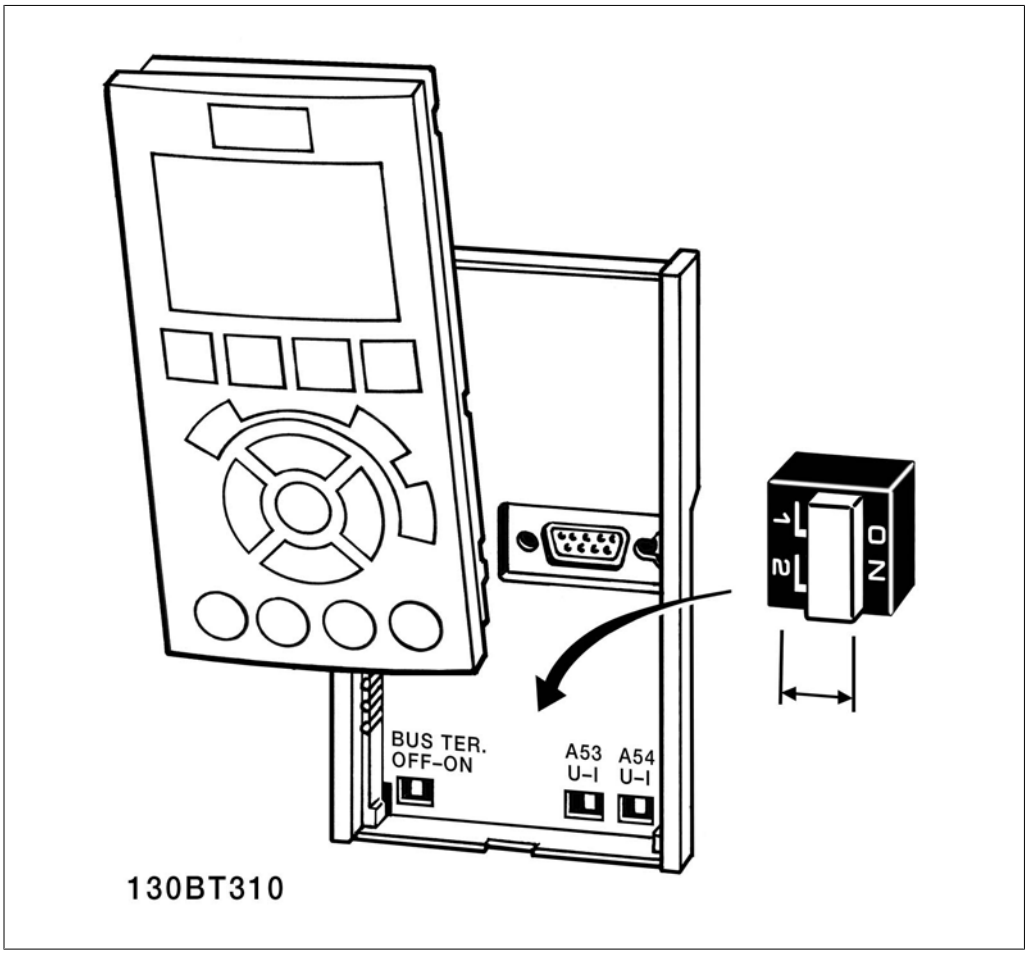
การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน:

S201 (A53) = OFF (อินพุทแรงดัน)

S202 (A54) = OFF (อินพุทแรงดัน)

S801 (การต่อเชื่อมบัส) = OFF

เมื่อจะเปลี่ยนฟังก์ชันของ S201 s202 หรือ S801 โปรดระมัดระวังที่จะไม่ใช้แรงสำหรับการทำงานกับสวิตช์ แนะนำให้ถอดชุด LCP (แป้นยึด) เมื่อทำงานกับสวิตช์ สวิตช์จะต้องไม่ถูกใช้งานเมื่อตัวแปลงความถี่เปิดเครื่องอยู่

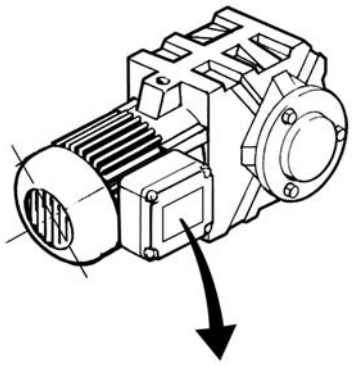

BUS TER.
OFF-ON
A53
U-I
A54
U-I
ON
1
2
130BT310

6.4.1. การตั้งค่าและการทดสอบขั้นสุดท้าย

ในการทดสอบการตั้งค่าจะต้องแน่ใจว่าตัวแปลงความถี่กำลังทำงาน แล้วให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1. หาตำแหน่งของป้ายชื่อมอเตอร์

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
มอเตอร์อาจจะเชื่อมต่อแบบสตาร์ (Y) หรือแบบเดลตา(Δ) ข้อมูลนี้จะมีอยู่ที่ ข้อมูลบนป้ายชื่อบนมอเตอร์



BAUER D-73734 ESLINGEN				
3 ~ MOTOR NR. 1827421				2003
S/E005A9				
	1,5	kW		
n_2 31,5	/min.	400	Y	V
n_1 1400	/min.		50	Hz
cos φ 0,80			3,6	A
1,7L				
B	IP 65	H1/1A		

130BT307

ขั้นที่ 2. ป้อน ข้อมูลบนป้ายชื่อ มอเตอร์ลงในรายการพารามิเตอร์นี้
วิธีการเข้าใช้รายการ ลำดับแรกให้กดปุ่ม [QUICK MENU] (เมนูด่วน) จากนั้นเลือก "Q2 Quick Setup" (การตั้งค่าด่วน Q2)

1.	กำลังของมอเตอร์ [kW] หรือกำลังของมอเตอร์ [HP]	พารามิเตอร์ 1-20 พารามิเตอร์ 1-21
2.	แรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์	พารามิเตอร์ 1-22
3.	ความถี่ของมอเตอร์	พารามิเตอร์ 1-23
4.	กระแสของมอเตอร์	พารามิเตอร์ 1-24
5.	ความเร็วของมอเตอร์ที่พิกัด	พารามิเตอร์ 1-25

ขั้นที่ 3. เปิดใช้งาน การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (AMA)
การใช้งาน AMA จะทำให้มั่นใจได้ว่าจะได้สมรรถนะการทำงานที่เหมาะสมที่สุด AMA จะวัดค่าจากแผนผังสมมูลรุ่นของมอเตอร์

1. เชื่อมต่อขั้วต่อ 37 กับ ขั้วต่อ 12 (ถ้าขั้วต่อ 37 ว่างอยู่)
2. เชื่อมต่อขั้วต่อ 27 กับขั้วต่อ 12 หรือตั้งพารามิเตอร์ 5-12 ไว้ที่ 'ไม่ทำงาน' (พารามิเตอร์ 5-12 [0])
3. ใช้งาน AMA พารามิเตอร์ 1-29
4. เลือกระหว่าง AMA แบบสมบูรณ์หรือแบบย่อ ถ้ามีตัวกรองคลื่นไซน์ติดตั้งอยู่ ให้ใช้งานเฉพาะ AMA แบบย่อเท่านั้น หรือให้ปลดตัวกรองคลื่นไซน์ออกในระหว่างขั้นตอนการทำ AMA
5. กดปุ่ม [OK] หน้าจอแสดงผลจะแสดงคำว่า "กด [Hand on] เพื่อสตาร์ท"
6. กดปุ่ม [Hand on] แถบแสดงความก้าวหน้าการทำงานจะแสดงว่า AMA กำลังทำงานหรือไม่

การหยุด AMA ระหว่างการทำงาน

1. กดปุ่ม [OFF] ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน และหน้าจอจะแสดงว่า AMA ถูกยกเลิกโดยผู้ใช้

AMA ดำเนินการเสร็จสิ้น

1. หน้าจอแสดงผลจะแสดงคำว่า "กด [OK] เพื่อจบ AMA"
2. กดปุ่ม [OK] เพื่อออกจากสถานะ AMA

AMA ดำเนินการไม่สำเร็จ

1. ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน คำอธิบายเกี่ยวกับสัญญาณเตือน ดูได้ที่หัวข้อ *คำเตือนและสัญญาณเตือน*
2. "ค่ารายงาน" ใน [Alarm Log] (บันทึกสัญญาณเตือน) จะแสดงการวัดครั้งสุดท้ายที่ AMA ดำเนินการก่อนที่ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน หมายเลขที่มาพร้อมกับคำอธิบายของสัญญาณเตือนจะช่วยเหลือคุณในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ถ้าคุณติดต่อ Danfoss เพื่อขอรับการบริการ คุณต้องแน่ใจว่าได้อ้างถึงหมายเลขและคำอธิบายของสัญญาณเตือน

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
AMA ที่ไม่ประสบความสำเร็จ มักเกิดขึ้นจากการลงทะเบียนข้อมูลป้ายชื่อมอเตอร์ไม่ถูกต้อง หรือมีความแตกต่างมากเกินไประหว่างขนาดกำลังมอเตอร์ และขนาดกำลังของตัวแปลงความถี่

6

ขั้นที่ 4. ตั้งขีดจำกัดความเร็ว และเวลาที่ใช้เปลี่ยนความเร็ว

ค่าอ้างอิงต่ำสุด	พารามิเตอร์ 3-02
ค่าอ้างอิงสูงสุด	พารามิเตอร์ 3-03

ตาราง 6.1: ตั้งค่าขีดจำกัดที่ต้องการสำหรับความเร็วและเวลาที่ใช้เปลี่ยนความเร็ว

ขีดจำกัดต่ำของความเร็วมอเตอร์	พารามิเตอร์ 4-11 หรือ 4-12
ขีดจำกัดสูงของความเร็วมอเตอร์	พารามิเตอร์ 4-13 หรือ 4-14

เวลาเปลี่ยนความเร็วขาขึ้น 1 [s]	พารามิเตอร์ 3-41
เวลาเปลี่ยนความเร็วขาลง 1 [s]	พารามิเตอร์ 3-42

6.5. การเชื่อมต่อเพิ่มเติม

6.5.1. การเชื่อมต่อบัส DC

ขั้วต่อบัส DC ใช้สำหรับชุดแหล่งจ่ายไฟสำรอง DC พร้อมกับวงจรตัวกลางที่จัดหาจากแหล่งภายนอก

หมายเลขขั้วต่อ: 88, 89

โปรดติดต่อ Danfoss หากคุณต้องการข้อมูลเพิ่มเติม

6.5.2. การติดตั้งการแบ่งโหลด

สายเคเบิลเชื่อมต่อต้องเป็นแบบมีชีลและมีความยาวสูงสุดจากตัวแปลงความถี่ถึงแท่ง DC ที่ 25 เมตร

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
บัส DC และการแบ่งโหลดจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับอุปกรณ์พิเศษและความปลอดภัยเพิ่มเติม สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูที่คำแนะนำการแบ่งโหลด MI.50.NX.YY

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูงถึง 975 V DC (@ 600 V AC) อาจเกิดขึ้นระหว่างขั้วต่อ

6.5.3. อุปกรณ์เสริมในการเชื่อมต่อเบรค

สายเคเบิลที่เชื่อมต่อไปยังตัวต้านทานเบรคต้องเป็นแบบมีชีล/ปลอกโลหะ

หมายเลข	81	82	ตัวต้านทานเบรค
	R-	R+	ขั้วต่อ

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
เบรคไดนามิกควรได้รับการพิจารณาใช้เป็นอุปกรณ์พิเศษเรื่องอุปกรณ์และความปลอดภัยเพิ่มเติม สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมโปรดติดต่อ Danfoss

1. ใช้ตัวรัดสายเคเบิลเพื่อเชื่อมต่อส่วนชีลไปยังกล่องโลหะของตัวแปลงความถี่และต่อไปยังแผ่นดีคัปปลิงของตัวต้านทานเบรค
2. พื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิลเบรคต้องพอดีกับกระแสเบรค

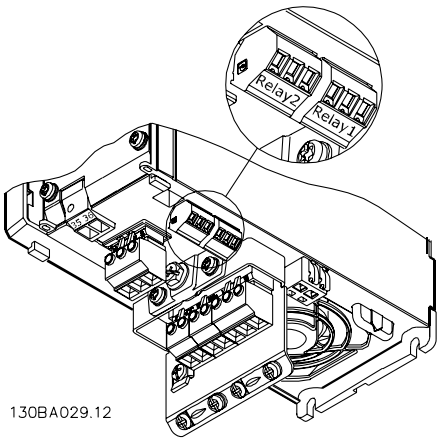
โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูงถึง 975 V DC (@ 600 V AC) อาจเกิดขึ้นระหว่างขั้วต่อ

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
หาก IGBT เบรคเกิดการลัดวงจร ให้ป้องกันกำลังสูญเสียภายในตัวต้านทานเบรคโดยใช้สวิตช์ตัดตอนหลักหรือคอนแท็คเตอร์เพื่อตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักออกจากตัวแปลงความถี่ ตัวแปลงความถี่จะควบคุมคอนแท็คเตอร์เท่านั้น

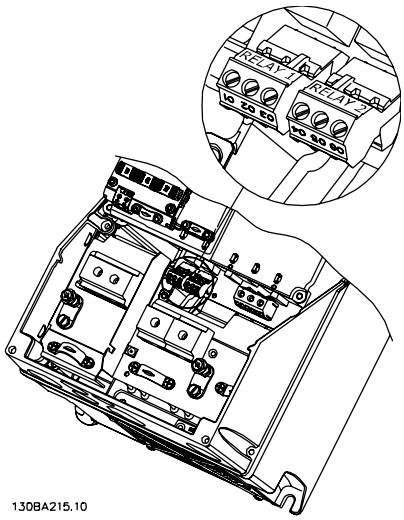
6.5.4. การเชื่อมต่อรีเลย์

สำหรับการตั้งค่าเอาท์พุทของรีเลย์ ให้ดูกลุ่มพารามิเตอร์ 5-4* รีเลย์

หมายเลข		
	01 - 02	ปิด (ปกติเปิด)
	01 - 03	เบรก (ปกติปิด)
	04 - 05	ปิด (ปกติเปิด)
	04 - 06	เบรก (ปกติปิด)



ขั้วต่อสำหรับการเชื่อมต่อรีเลย์ (ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3)



ขั้วต่อสำหรับการเชื่อมต่อรีเลย์ (ขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2):

6.5.5. เอาท์พุทรีเลย์

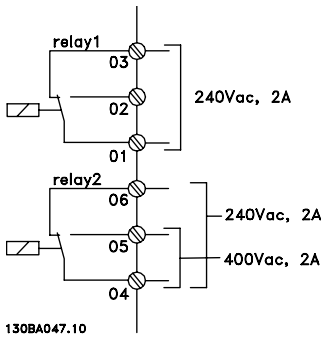
รีเลย์ 1

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

รีเลย์ 2 (ไม่มีใน FC 301)

- ขั้วต่อ 04: ขั้วต่อร่วม
- ขั้วต่อ 05: ปกติเปิด 400 V AC
- ขั้วต่อ 06: ปกติปิด 240 V AC

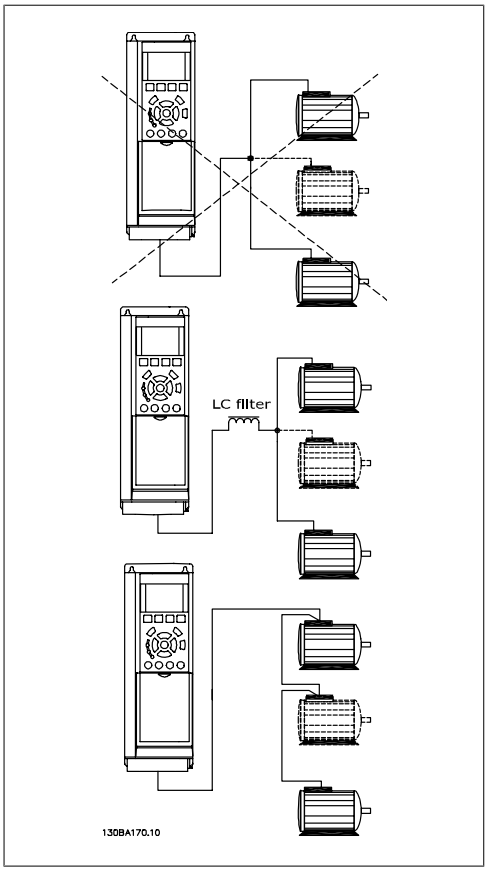
รีเลย์ 1 และรีเลย์ 2 จะถูกตั้งโปรแกรมในพารามิเตอร์ 5-40, 5-41 และ 5-42



เพิ่มเอาท์พุทรีเลย์โดยใช้โมดูลอุปกรณ์เสริม MCB 105

6.5.6. การต่อมอเตอร์หลายตัวขนานกัน

ตัวแปลงความถี่สามารถควบคุมมอเตอร์หลายตัวที่เชื่อมต่อแบบขนาน การใช้กระแสไฟของมอเตอร์โดยรวมต้องไม่เกินกระแสเอาท์พุทที่ระบุไว้ I_{INV} สำหรับตัวแปลงความถี่
ซึ่งแนะนำให้ใช้เฉพาะในกรณีที่เลือก U/f ในพารามิเตอร์ 1-01



โน้ตสำหรับผู้อ่าน
การติดตั้งด้วยสายเคเบิลที่เชื่อมต่อในจุดต่อร่วมดังที่แสดงในภาพประกอบ 1 เป็นการแนะนำเมื่อสำหรับความยาวของสายเคเบิลที่มีระยะสั้นเท่านั้น

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
เมื่อมอเตอร์ถูกเชื่อมต่อแบบขนาน จะไม่สามารถใช้พารามิเตอร์ 1-02 *การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (AMA)* และจะต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์* ไว้ที่ *คุณลักษณะพิเศษของมอเตอร์ (U/f)*

อาจมีปัญหาเกิดขึ้นขณะสตาร์ท และที่ค่า RPM ระดับต่ำหากขนาดมอเตอร์มีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากความต้านทานไฟฟ้าสัมพัทธ์ค่าสูงของสเตเตอร์ของมอเตอร์ขนาดเล็กต้องการแรงดันไฟฟ้าระดับสูงกว่าเมื่อสตาร์ทที่ค่า RPM ต่ำ

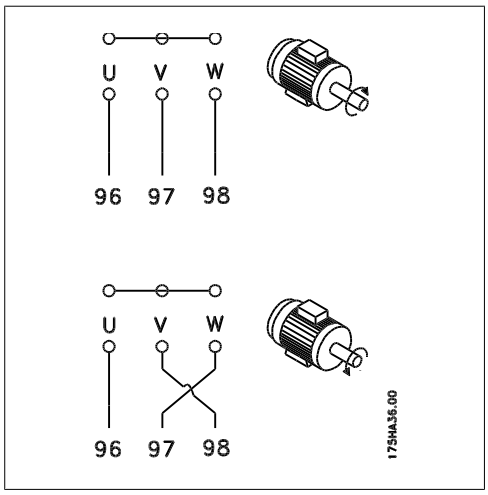
รีเลย์ความร้อนอิเล็กทรอนิก (ETR) ของตัวแปลงความถี่ไม่สามารถใช้เป็นการป้องกันมอเตอร์สำหรับมอเตอร์แต่ละตัวในระบบที่มีมอเตอร์เชื่อมต่อกันแบบขนาน ควรจัดให้มีการป้องกันมอเตอร์เพิ่มเติม เช่น ใช้เทอร์มิสเตอร์ในมอเตอร์แต่ละตัว หรือรีเลย์ความร้อนแยกจากกัน (ไม่ควรใช้เซอร์กิตเบรคเกอร์ในการป้องกัน)

6.5.7. ทิศทางการหมุนของมอเตอร์

การตั้งค่ามาตรฐานคือ การหมุนตามเข็มนาฬิกา โดยที่เอาท์พุทตัวแปลงความถี่เชื่อมต่ออยู่ในลักษณะดังนี้

ขั้วต่อ 96 เชื่อมต่อกับเฟส U
ขั้วต่อ 97 เชื่อมต่อกับเฟส V
ขั้วต่อ 98 เชื่อมต่อกับเฟส W

ทิศทางการหมุนของมอเตอร์สามารถเปลี่ยนได้โดยการสลับเฟสของมอเตอร์สองเฟส



6

6.5.8. การป้องกันความร้อนเกินของมอเตอร์

รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกในตัวแปลงความถี่ได้รับการรับรอง UL สำหรับการป้องกันมอเตอร์แบบเดี่ยว เมื่อพารามิเตอร์ 1-90 *การป้องกันความร้อนของมอเตอร์* ตั้งไว้ที่ *ตัดการทำงานโดย ETR* และพารามิเตอร์ 1-24 *กระแสมอเตอร์, $I_{M,N}$* ตั้งไว้ที่กระแสมอเตอร์ที่พิกัด (ดูจากป้ายชื่อมอเตอร์)
ในส่วนของระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์ สามารถใช้อุปกรณ์เสริม การ์ดเทอร์มิสเตอร์ PTC MCB 112 การ์ดชุดนี้มีการรับรอง ATEX เพื่อป้องกันมอเตอร์ในพื้นที่ที่อาจเกิดการระเบิด โซน 1/21 และโซน 2/22 ดูข้อมูลเพิ่มเติมใน *คู่มือการออกแบบ*

6.5.9. การป้องกันความร้อนเกินของมอเตอร์

รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกในตัวแปลงความถี่ได้รับการรับรอง UL สำหรับการป้องกันมอเตอร์แบบเดี่ยว เมื่อพารามิเตอร์ 1-90 *การป้องกันความร้อนของมอเตอร์* ตั้งไว้ที่ *ตัดการทำงานโดย ETR* และพารามิเตอร์ 1-24 *กระแสมอเตอร์, $I_{M,N}$* ตั้งไว้ที่กระแสมอเตอร์ที่พิกัด (ดูจากป้ายชื่อมอเตอร์)
ในส่วนของระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์ สามารถใช้อุปกรณ์เสริม การ์ดเทอร์มิสเตอร์ PTC MCB 112 การ์ดชุดนี้มีการรับรอง ATEX เพื่อป้องกันมอเตอร์ในพื้นที่ที่อาจเกิดการระเบิด โซน 1/21 และโซน 2/22 ดูข้อมูลเพิ่มเติมใน *คู่มือการออกแบบ*

6.6.1. การติดตั้งสายเคเบิลเบรค

(เฉพาะตัวแปลงความถี่ที่สั่งซื้อพร้อมอุปกรณ์เสริมสวิตช์คายพลังงานเบรค)

สายเคเบิลที่เชื่อมต่อไปยังตัวต้านทานเบรคต้องเป็นแบบชีล

1. เชื่อมต่อส่วนชีลด้วยตัวรัดสายเคเบิลเข้ากับแผ่นหลังตัวนำของตัวแปลงความถี่ และกับกล่องโลหะของตัวต้านทานเบรค
2. ใช้ขนาดภาคตัดขวางของสายเคเบิลเบรคให้ตรงกับแรงบิดเบรค

หมายเลข	ฟังก์ชัน
81, 82	ขั้วต่อตัวต้านทานเบรค

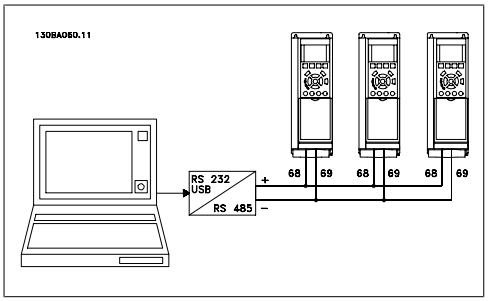
ดูคำแนะนำเกี่ยวกับเบรค MI.90.FX.YY และ MI.50.SX.YY สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการติดตั้งที่ปลอดภัย

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
แรงดันที่สูงถึง 960 V DC อาจเกิดขึ้นบนขั้วต่อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแรงดันแหล่งจ่ายไฟ

6.6.2. การเชื่อมต่อบัส RS 485

สามารถเชื่อมต่อตัวแปลงความถี่หนึ่งเครื่องขึ้นไปเข้ากับตัวควบคุม (หรือเครื่องแม่) โดยใช้อินเตอร์เฟสแบบมาตรฐาน RS485 ขั้วต่อ 68 จะเชื่อมต่อกับสัญญาณ P (TX+, RX+) ขณะที่ขั้วต่อ 69 จะเชื่อมต่อกับสัญญาณ N (TX-,RX-)

หากมีตัวแปลงความถี่มากกว่าหนึ่งเครื่องเชื่อมต่อกับระบบหลักให้ใช้การเชื่อมต่อแบบขนาน



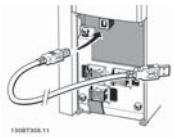
เพื่อหลีกเลี่ยงการปรับสมดุลความต่างศักย์ของกระแสที่ไหลอยู่ในส่วนชีล ให้ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลลงดินผ่านขั้วต่อ 61 ซึ่งเชื่อมต่อกับเฟรมผ่านทางอาร์ซีลิงค์

การเชื่อมต่อบัส
บัส RS485 จะต้องต่อด้วยชุดตัวต้านทานที่ปลายทั้งสองด้าน ในการดำเนินการนี้ให้ตั้งสวิตช์ S801 ที่การ์ดควบคุมเป็น "ON" (เปิด)
สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูย่อหน้า *สวิตช์ S201, S202 และ S801*

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
โปรโตคอลการสื่อสารต้องตั้งไว้ที่ FC MC พารามิเตอร์ 8-30

6.6.3. วิธีเชื่อมต่อ PC เข้ากับ FC 300

หากต้องการควบคุมตัวแปลงความถี่จาก PC ให้ติดตั้งซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10
พีซีจะเชื่อมต่อผ่านสาย USB มาตรฐาน (โฮสต์/อุปกรณ์) หรือผ่านอินเทอร์เฟซ RS485 ตามที่แสดงใน *การเชื่อมต่อบัส* จากคู่มือการตั้งโปรแกรม



ภาพประกอบ 6.13: การเชื่อมต่อ USB

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
การเชื่อมต่อ USB ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันไฟฟ้าแรงสูงอื่นๆ การเชื่อมต่อด้วย USB จะต่อกับจุดต่อลงดินป้องกันของตัวแปลงความถี่ ใช้แลปท็อปแยกต่างหากเพื่อเชื่อมต่อเป็นเครื่องพีซีเข้ากับขั้วต่อ USB บนชุดขับ FC 300 เท่านั้น

6.6.4. ซอฟต์แวร์พีซีสำหรับ FC 300

การเก็บข้อมูลลงในพีซีผ่านทางซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10:

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

ในตอนนี้พารามิเตอร์ทั้งหมดจะถูกจัดเก็บ

การถ่ายโอนข้อมูลจากพีซีไปยังชุดขับผ่านทางซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10:

1. เชื่อมต่อพีซีเข้ากับเครื่องผ่านทางพอร์ต USB
2. เปิดซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10
3. เลือก "เปิด" – ไฟล์ที่เก็บไว้จะแสดงขึ้นมา
4. เปิดไฟล์ที่ต้องการ
5. เลือก "บันทึกไปยังชุดขับ"

ในตอนนี้พารามิเตอร์ทั้งหมดจะถูกถ่ายโอนไปยังชุดขับ

มีคู่มือแยกต่างหากสำหรับซอฟต์แวร์ชุดคำสั่ง MCT 10

6

6.7.1. การทดสอบแรงดันสูง

ทำการทดสอบแรงดันสูงด้วยการลัดวงจรขั้วต่อ U, V, W, L_1, L_2 และ L_3จ่ายพลังงานสูงสุด 2.15 kV DC เป็นเวลาหนึ่งวินาทีระหว่างการลัดวงจรนี้กับโครงเครื่อง

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
เมื่อรันการทดสอบที่แรงดันสูงของสิ่งที่ติดตั้งอยู่ทั้งหมด ให้ตัดการเชื่อมต่อระหว่างแหล่งไฟหลักและมอเตอร์หากกระแสรั่วไหลสูงเกินไป

6.7.2. การต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย

ตัวแปลงความถี่มีกระแสรั่วไหลระดับสูงและต้องมีการต่อลงดินอย่างเหมาะสมเพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยตามมาตรฐาน EN 50178

กระแสรั่วลงดิน จากตัวแปลงความถี่ มีระดับเกิน 3.5 mA เพื่อให้แน่ใจได้ว่ามีการเชื่อมต่อทางกลไกที่ดีจากสายเคเบิลสายดินถึงการเชื่อมต่อลงดิน (ขั้วต่อ 95) ภาคตัดขวางของสายเคเบิลต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 มม2 หรือใช้สายดินขนาดพิกัด 2 สาย ที่ต่อแยกต่างหาก

6.8.1. การติดตั้งทางไฟฟ้า

แนวทางต่อไปนี้คือแนวปฏิบัติที่ดีทางวิศวกรรมเมื่อติดตั้งตัวแปลงความถี่ ปฏิบัติตามแนวทางเหล่านี้เพื่อความสอดคล้องกับ EN 61800-3 *สภาพแวดล้อมอันดับแรก* หากการติดตั้งอยู่ใน EN 61800-3 *สภาพแวดล้อมอันดับสอง* เช่น เครือข่ายในอุตสาหกรรม หรือในการติดตั้งร่วมกับหม้อแปลง สามารถปฏิบัติต่างจากแนวทางเหล่านี้ได้ แต่ไม่แนะนำ โปรดดูเพิ่มเติมที่ย่อหน้า *การติดฉลาก CE มุมมองทั่วไปของการแพร่กระจาย EMC* และ*ผลลัพธ์การทดสอบ EMC*

แนวปฏิบัติที่ดีทางวิศวกรรมจะช่วยให้มั่นใจในการติดตั้งทางไฟฟ้าที่เหมาะสมตาม EMC

- ใช้แต่สายเคเบิลมอเตอร์ที่มีชีลแบบถัก/ปลอกโลหะและสายเคเบิลควบคุมที่มีชีลแบบถัก/ปลอกโลหะเท่านั้น ส่วนชีลนี้ควรจะครอบคลุมพื้นที่อย่างน้อย 80% วัสดุที่ใช้เป็นชีลจะต้องเป็นโลหะ ไม่

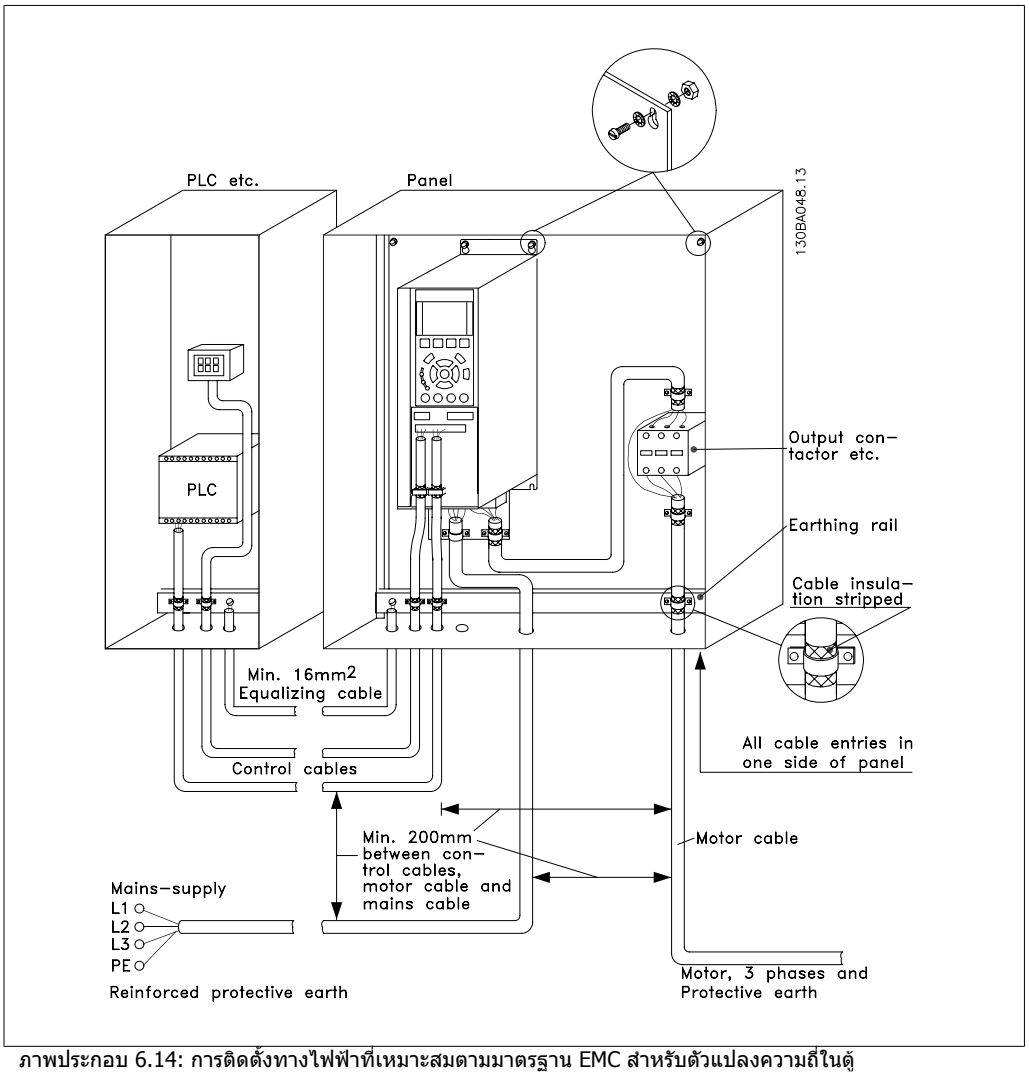
จำกัดชนิดแต่โดยทั่วไปจะเป็นทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก หรือตะกั่ว สำหรับสายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟหลักไม่มีข้อกำหนดเป็นพิเศษ

- การติดตั้งโดยใช้ท่อร้อยสายที่เป็นโลหะแข็งไม่จำเป็นต้องใช้สายเคเบิลแบบมีชีล แต่สำหรับสายเคเบิลมอเตอร์จะต้องได้รับการติดตั้งในท่อร้อยสายแยกจากสายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟหลักและสายควบคุม ต้องเชื่อมต่อท่อจากชุดขับไปจนถึงมอเตอร์ ประสิทธิภาพ EMC ของท่อร้อยสายแบบยืดหยุ่นจะแตกต่างกันมาก และจะต้องขอข้อมูลจากผู้ผลิตมาประกอบ
- เชื่อมต่อท่อร้อยสาย/สายชีล/ปลอกโลหะลงดินที่ปลายทั้งสองด้านของสายเคเบิลมอเตอร์ รวมถึงสายควบคุม ในบางกรณีอาจจะไม่สามารถเชื่อมต่อส่วนชีลที่ปลายทั้งสองด้านได้ หากเป็นเช่นนั้นให้เชื่อมต่อส่วนชีลกับตัวแปลงความถี่ ดูเพิ่มเติมที่ *การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมที่มีชีล/ปลอกโลหะแบบถัก*
- หลีกเลี่ยงการต่อชิล/ปลอกโลหะ แบบบิดเกลียวที่ปลาย (หางหมู) เนื่องจากจะเพิ่มอิมพีแดนซ์ความถี่สูงของชีล ซึ่งจะลดประสิทธิผลที่ความถี่สูง ใช้ ตัวรัดสายเคเบิล อิมพีแดนซ์ต่ำ หรือเคเบิลแกลนด์ EMC แทน
- หลีกเลี่ยงการใช้สายเคเบิลมอเตอร์หรือสายเคเบิลควบคุมที่ไม่มีส่วนชีล/ไม่มีปลอกโลหะ ภายในตู้ที่ตั้งชุดขับในทุกกรณีที่เลี่ยงได้

ปล่อยส่วนชีลให้ใกล้กับขั้วต่อมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ภาพประกอบแสดงตัวอย่างของการติดตั้งทางไฟฟ้าที่ถูกต้องตาม EMC ของตัวแปลงความถี่ IP 20 ตัวแปลงความถี่ตั้งอยู่ในตู้ติดตั้งที่มีคอนแท็คเตอร์เอาท์พุท และเชื่อมต่อกับ PLC ซึ่งติดตั้งในตู้แยกต่างหาก การติดตั้งด้วยวิธีอื่นอาจดีต่อการทำงานของ EMC ได้เช่นกัน หากสามารถปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติทางวิศวกรรมข้างต้น

หากไม่ติดตั้งตามแนวทางนี้และหากใช้สายเคเบิลและสายควบคุมที่ไม่มีชีล อาจจะไม่ตรงกับข้อกำหนดบางส่วนในการแพร่กระจาย แม้ว่าจะตรงตามข้อกำหนดด้านความคงทนก็ตาม โปรดดูที่ย่อหน้า*ผลลัพธ์การทดสอบ EMC*



ภาพประกอบ 6.14: การติดตั้งทางไฟฟ้าที่เหมาะสมตามมาตรฐาน EMC สำหรับตัวแปลงความถี่ในตู้

6.8.2. การใช้สายเคเบิลที่ถูกต้องตาม EMC

Danfoss แนะนำให้ใช้สายเคเบิลที่มีชีล/ปลอกโลหะแบบถัก เพื่อความปลอดภัยจาก EMC ที่เหมาะสมที่สุดของสายเคเบิลควบคุม และการแพร่กระจาย EMC จากสายเคเบิลมอเตอร์ที่น้อยที่สุด

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

อิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Z_T) ไม่ค่อยมีการระบุถึงจากผู้ผลิตสายเคเบิล แต่ทั่วไปจะสามารถประมาณค่าอิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Z_T) ได้โดยการประเมินจากรูปแบบทางกายภาพของสายเคเบิล

อิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Z_T) ประเมินได้จากปัจจัยต่อไปนี้:

- ความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุชีล
- ความต้านทานหน้าสัมผัสระหว่างตัวนำของชีลแต่ละชนิด
- พื้นที่ของการชีล เช่น พื้นที่ทางกายภาพของสายเคเบิลที่ส่วนชีลครอบคลุม ซึ่งมักจะระบุเป็นค่าเปอร์เซ็นต์
- ประเภทการชีล เช่น รูปแบบถักหรือบิดเกลียว

a. สายทองแดงหุ้มด้วยอลูมิเนียม

b. สายทองแดงบิดเกลียวหรือสายเคเบิลที่มีลวดเหล็กเป็นเกราะหุ้ม

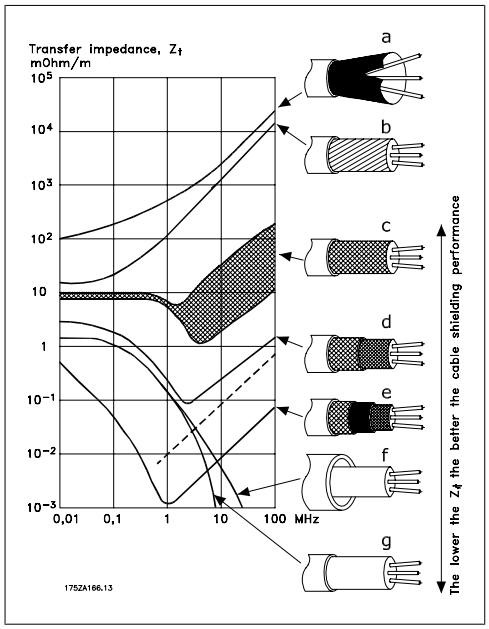
c. ลวดทองแดงถักชั้นเดียวที่มีพื้นที่ชีลครอบคลุมที่เปอร์เซ็นต์ต่างกัน สายเคเบิลนี้เป็นสายเคเบิลที่อ้างอิงโดยทั่วไปจาก Danfoss

d. ลวดทองแดงถักสองชั้น

e. ลวดทองแดงถักสองชั้นที่มีชั้นขั้นกลางมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก เป็นชั้นกลางของชิล/ปลอกโลหะ

f. สายเคเบิลที่ร้อยในท่อทองแดงหรือท่อเหล็ก

g. สายเคเบิลตะกั่วที่มีความหนา 1.1 มม.



6

6.8.3. การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล/ปลอกโลหะ

โดยทั่วไปแล้ว สายเคเบิลควบคุมจะต้องเป็นแบบมีชีลถัก/ปลอกโลหะ และส่วนชีลต้องเชื่อมต่อด้วยตัวรัดสายเคเบิลที่ปลายทั้งสองด้านเข้ากับตู้โลหะของเครื่อง

ภาพด้านล่างแสดงถึงวิธีการต่อลงดินที่ถูกต้องและสิ่งที่ต้องทำหากเกิดข้อสงสัย

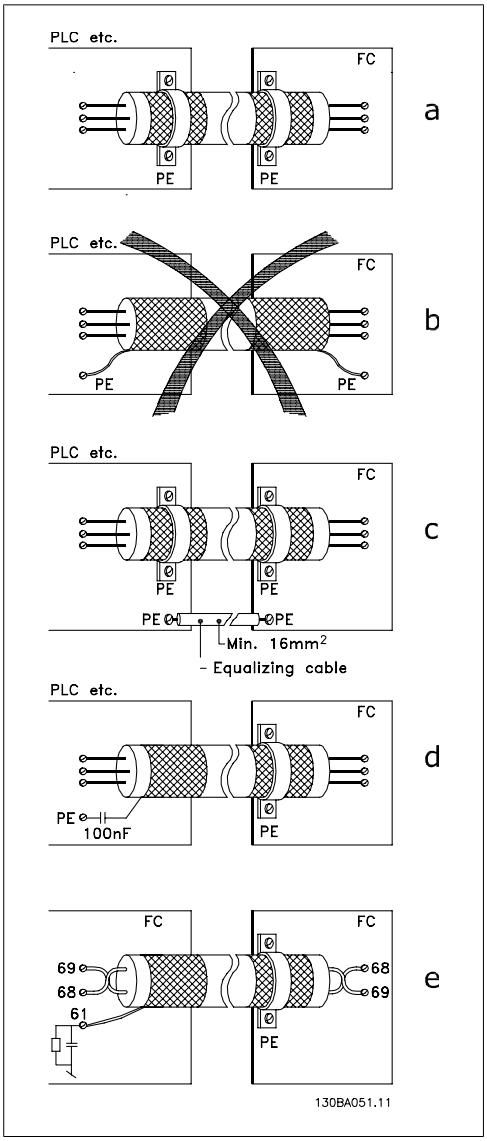
a. **การต่อลงดินที่ถูกต้อง**
สายเคเบิลควบคุมและสายเคเบิลสำหรับการสื่อสารอนุกรมจะต้องถูกรัดด้วยตัวรัดสายเคเบิลที่ปลายทั้งสองด้าน เพื่อให้มั่นใจได้ถึงการสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดีที่สุด

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

c. **การป้องกันในส่วนของความต่างศักย์เทียบกับดินระหว่าง PLC และ VLT**
หากความต่างศักย์เทียบกับดินระหว่างตัวแปลงความถี่และ PLC (ฯลฯ) มีความต่างกัน อาจเกิดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าที่จะรบกวนการทำงานทั้งระบบ แก้ปัญหานี้โดยติดตั้งสายเคเบิลปรับสมดุลถัดจากสายเคเบิลควบคุม พื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิลต่ำสุด: 16 mm^2

d. **สำหรับวงรอบดิน50/60 Hz**
หากใช้สายเคเบิลที่ยาวมากวงรอบดิน 50/60 Hz อาจเกิดขึ้น แก้ปัญหานี้โดยเชื่อมต่อปลายด้านหนึ่งของส่วนชีลลงดินผ่านตัวเก็บประจุ 100nF (พยายามให้สายช่วงนี้สั้นที่สุด)

e. **สายเคเบิลสำหรับการสื่อสารอนุกรม**
กำจัดกระแสรบกวนความถี่ต่ำระหว่างตัวแปลงความถี่สองเครื่องโดยเชื่อมต่อปลายของส่วนชีลด้านหนึ่งเข้ากับขั้วต่อ 61 ขั้วต่อนี้จะถูกเชื่อมต่อลงดินผ่านส่วนเชื่อมต่อ RC ภายใน ใช้สายเคเบิลบิดเกลียวคู่เพื่อลดการรบกวนโหมดผลต่างระหว่างตัวนำ

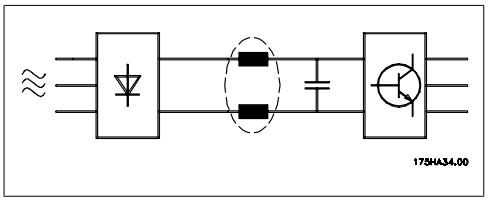


6.9.1. การรบกวนของแหล่งจ่ายไฟหลัก/ฮาร์โมนิค

ตัวแปลงความถี่จะได้รับกระแสที่ไม่ได้เป็นรูปคลื่นไซน์จากแหล่งจ่ายไฟหลัก ซึ่งจะเพิ่มลงในกระแสไฟเข้า I_{RMS} กระแสที่ไม่ได้เป็นรูปคลื่นไซน์นี้จะถูกแปลงโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ Fourier และแยกเป็นกระแสรูปคลื่นไซน์ที่มีความถี่แตกต่างกัน นั่นคือเป็นกระแสฮาร์โมนิคที่แตกต่างกัน I_N โดยมีความถี่มูลฐาน 50 Hz:

กระแสฮาร์โมนิค	I_1	I_5	I_7
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

ฮาร์โมนิคจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานโดยตรง แต่จะทำให้สูญเสียความร้อนเพิ่มขึ้นในอุปกรณ์ที่ติดตั้ง (หม้อแปลงไฟฟ้า สายเคเบิล) ดังนั้นในโรงงานที่มีการติดตั้งตัวแปลงไฟสลับเป็นไฟตรงเป็นโหลดในอัตราที่สูง ให้รักษากระแสฮาร์โมนิคไว้ที่ระดับต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงภาระเกินในหม้อแปลงและอุณหภูมิสูงในสายเคเบิล



โน้ตสำหรับผู้อ่าน
กระแสไฟฮาร์โมนิคบางส่วนอาจรบกวนอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมต่อกับหม้อแปลงตัวเดียวกันหรือก่อให้เกิดการรีโซแนนซ์ที่เกี่ยวเนื่องกับแบตเตอรีที่แก้ไขตัวประกอบกำลัง

กระแสฮาร์โมนิคเมื่อเทียบกับกระแสเข้า RMS:

	กระแสเข้า
I_{RMS}	1.0
I_1	0.9
I_5	0.4
I_7	0.2
I_{11-49}	< 0.1

เพื่อให้กระแสฮาร์โมนิคอยู่ในระดับต่ำ ตัวแปลงความถี่จะต้องมีขดลวดวงจรขั้นกลางเป็นส่วนประกอบมาตรฐาน โดยปกติแล้วจะช่วยลดกระแสเข้า I_{RMS} ได้ 40%

ความเพี้ยนของแรงดัน บนแหล่งจ่ายไฟหลักขึ้นอยู่กับขนาดของกระแสฮาร์โมนิคคูณด้วยอิมพีแดนซ์ของสายหลักตามความถี่ที่สัมพันธ์กัน ความเพี้ยนของแรงดันโดยรวม THD จะคำนวณจากฮาร์โมนิคแรงดันแต่ละค่า โดยใช้สมการต่อไปนี้:

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

(U_N% of U)

6.10.1. อุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCD)

คุณสามารถใช้รีเลย์ RCD สำหรับการต่อลงดินแบบป้องกันหลายทาง หรือการต่อลงดินแบบป้องกันพิเศษเพื่อให้เป็นไปตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยในท้องถิ่น

หากเกิดฟอลต์ลงดินอาจเกิดองค์ประกอบ DC ในกระแสฟอลต์

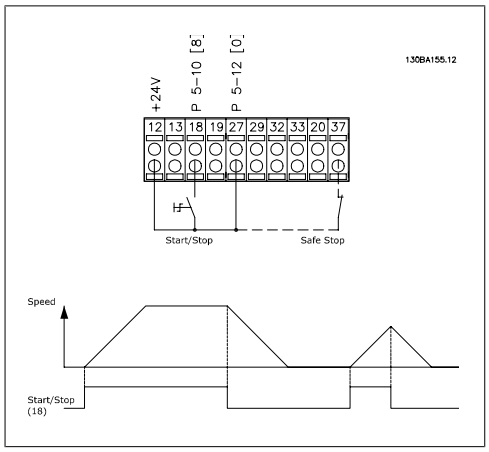
หากใช้รีเลย์ RCD คุณจะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบในท้องถิ่น รีเลย์ที่ใช้จะต้องเหมาะสำหรับการป้องกันอุปกรณ์ 3 เฟสที่มีตัวแปลงไฟสลับเป็นไฟตรงแบบบริดจ์ และมีการคายประจุแบบสั้นๆ เมื่อเปิดเครื่อง โปรดดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อ *กระแสรั่วไหลลงดิน*

7

7. ตัวอย่างการใช้งาน

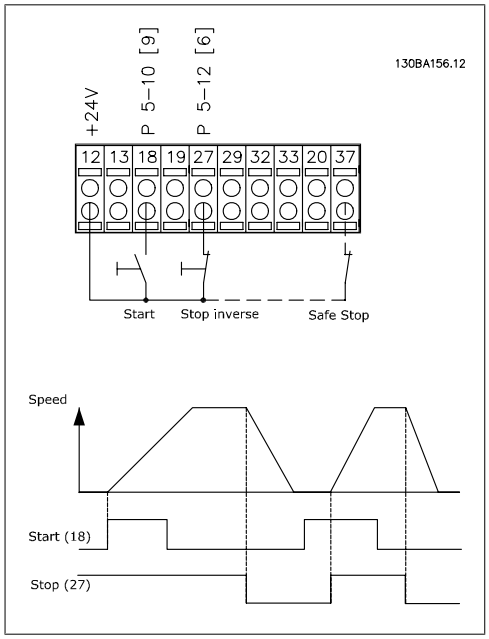
7.1.1. สตาร์ท/หยุด

ขั้วต่อ 18 = พารามิเตอร์ 5-10 [8] *เริ่มต้น*
ขั้วต่อ 27 = พารามิเตอร์ 5-12 [0] *ไม่มีการทำงาน* (ค่ามาตรฐาน*สิ้นไหล ผกผัน*)
ขั้วต่อ 37 = หยุดแบบปลอดภัย (ถ้ามี!)



7.1.2. สตาร์ท/หยุด พัลส์

ขั้วต่อ 18 = พารามิเตอร์ 5-10 [9] *สตาร์ทค้าง*
ขั้วต่อ 27 = พารามิเตอร์ 5-12 [6] *หยุดผกผัน*
ขั้วต่อ 37 = หยุดแบบปลอดภัย (ถ้ามี!)



7.1.3. ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์

ค่าอ้างอิงแรงดันไฟฟ้าผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์:

แหล่งอ้างอิง 1 = [1] *อินพุทอนาล็อก 53* (ค่ามาตรฐาน)

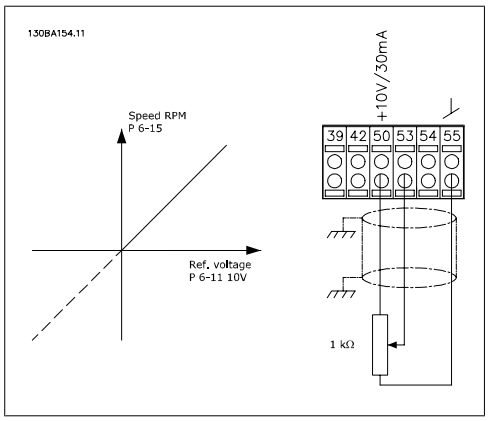
ขั้วต่อ 53, แรงดันต่ำ = 0 โวลต์

ขั้วต่อ 53, แรงดันสูง = 10 โวลต์

ขั้วต่อ 53, ค่าอ้างอิง/ค่าป้อนกับ ต่ำ = 0 RPM

ขั้วต่อ 53, ค่าอ้างอิง/ค่าป้อนกลับ สูง = 1500 RPM

สวิตช์ S201 = ปิด (U)

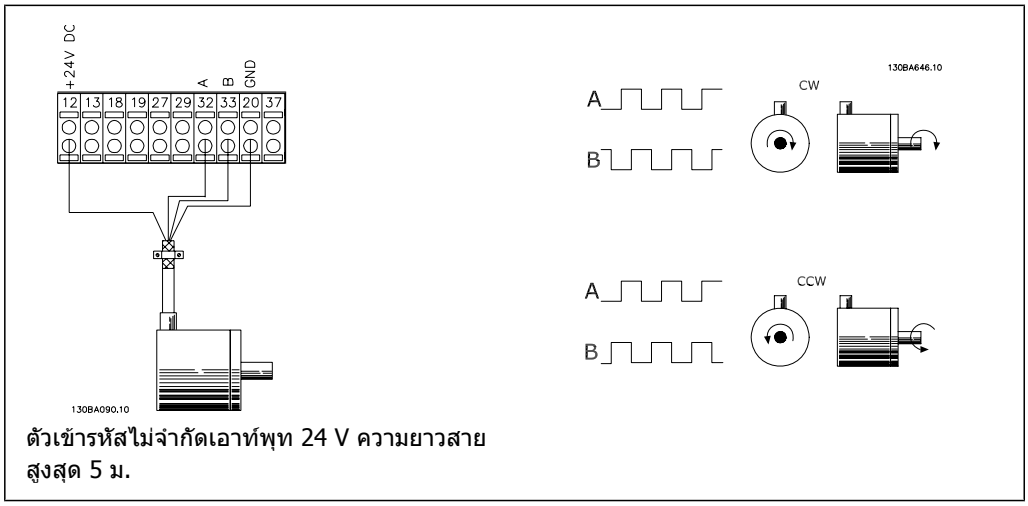


7

7.1.4. การเชื่อมต่อเอ็นโคดเดอร์

จุดประสงค์ของคำแนะนำนี้คือ เพื่อให้ความสะดวกในการตั้งค่าการเชื่อมต่อเอ็นโคดเดอร์กับ FC 300 การตั้งค่าพื้นฐานสำหรับระบบควบคุมความเร็ววงรอบปิดจะแสดงขึ้น ก่อนการตั้งค่าเอ็นโคดเดอร์

การเชื่อมต่อเอ็นโคดเดอร์กับ FC 300



ตัวเข้ารหัสไม่จำกัดเอาท์พุท 24 V ความยาวสายสูงสุด 5 ม.

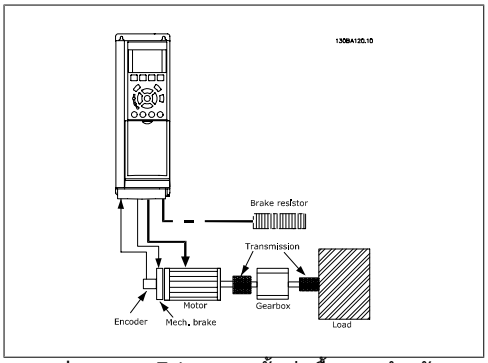
7.1.5. ทิศทางของเอ็นโคดเดอร์

ทิศทางของเอ็นโคดเดอร์จะถูกกำหนดโดยลำดับของพัลส์ที่เข้าสู่ชุดขับ
ทิศทางตามเข็มนาฬิกาหมายถึงช่อง A จะนำหน้าเท่ากับ 90 องศาไฟฟ้าเทียบกับช่อง B
ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาหมายถึงช่อง B จะนำหน้าเท่ากับ 90 องศาไฟฟ้าเทียบกับช่อง A
ทิศทางจะสามารถกำหนดจากการดูที่ปลายเพลา

7.1.6. ระบบชุดขับวงรอบปิด

โดยทั่วไประบบขับเคลื่อนจะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น

- มอเตอร์
- เพิ่ม
  (ชุดเฟืองขับ)
  (เบรคเชิงกล)
- FC 302 ชุดขับอัตโนมัติ
- เอ็นโคดเดอร์เป็นระบบป้อนกลับ
- ตัวต้านทานเบรคสำหรับการเบรคไดนามิค
- ชุดส่งกำลัง
- โหลด



ภาพประกอบ 7.1: **การตั้งค่าพื้นฐานสำหรับการควบคุมความเร็ววงรอบปิดของ FC 302**

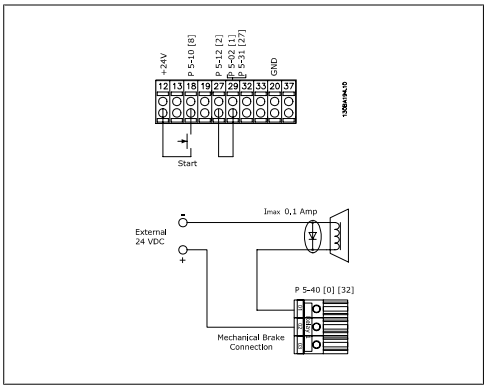
การประยุกต์ใช้งานที่ต้องใช้การควบคุมเบรคเชิงกลโดยปกติจะต้องใช้ตัวต้านทานเบรค

7.1.7. การตั้งโปรแกรมขีดจำกัดแรงบิดและการหยุด

ในการประยุกต์ใช้งานที่มีเบรคไฟฟ้าเชิงกลภายนอก เช่นอุปกรณ์ชักรอก จะหยุดตัวแปลงความถี่ผ่านทางคำสั่งหยุด 'มาตรฐาน' และการ_เปิดใช้เบรคไฟฟ้าเชิงกลภายนอกในเวลาเดียวกันจะสามารถดำเนินการได้
ตัวอย่างที่ให้ไว้ด้านล่างอธิบายการตั้งโปรแกรมของการเชื่อมต่อตัวแปลงความถี่
เบรคภายนอกสามารถเชื่อมต่อกับรีเลย์ 1 หรือ 2 ดูย่อหน้า *การควบคุมของเบรคเชิงกล* ตั้งโปรแกรมขั้วต่อ 27 ไปที่ ลื่นไหล ผกผัน [2] หรือ ลื่นไหลและรีเซ็ตผกผัน [3], และโปรแกรมขั้วต่อ 29 เป็น โหมดขั้วต่อ 29 เอาท์พุท [1] และขีดจำกัดแรงบิดและหยุด [27]

คำอธิบาย:
หากคำสั่งหยุดทำงานผ่านขั้วต่อ 18 และตัวแปลงความถี่ไม่ได้อยู่ที่ขีดจำกัดแรงบิด มอเตอร์จะปรับลดความเร็วเป็น 0 Hz
หากตัวแปลงความถี่อยู่ที่ขีดจำกัดแรงบิดและคำสั่งหยุดถูกใช้งาน ขั้วต่อเอาท์พุท 29 (ที่ตั้งโปรแกรมเป็นขีดจำกัดแรงบิดและหยุด [27]) จะถูกใช้งาน สัญญาณไปยังขั้ว 27 จะเปลี่ยนจาก 'ตรรกะ 1' เป็น 'ตรรกะ 0' และมอเตอร์จะเริ่มลื่นไหล เพื่อให้มั่นใจว่าการชักรอกจะหยุดแม้ว่าชุดขับจะไม่สามารถจัดการแรงบิดที่ต้องการได้ (เช่น เนื่องจากโหลดเกินมากไป)

- สตาร์ท/หยุดผ่านขั้วต่อ 18
  พารามิเตอร์ 5-10 สตาร์ท [8]
- หยุดแบบรวดเร็วผ่านขั้วต่อ 27
  พารามิเตอร์ 5-12 หยุดแบบลื่นไหลผกผัน [2]
- ขั้วต่อ 29 เอาท์พุท
  พารามิเตอร์ 5-02 ขั้วต่อ 29 โหมด เอาท์พุท [1]
  พารามิเตอร์ 5-31 ขีดจำกัดแรงบิดและหยุด [27]
- เอาท์พุทรีเลย์ [0] (รีเลย์ 1)
  พารามิเตอร์ 5-40 การควบคุมเบรคเชิงกล [32]



7.1.8. การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ(AMA)

AMA เป็นอัลกอริธึมที่จะวัดพารามิเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าในขณะที่มอเตอร์กำลังหยุดนิ่ง ซึ่งหมายความว่าด้วยตัว AMA เองจะไม่จ่ายแรงบิดใดๆ
AMA มีประโยชน์เมื่อทำการทดสอบเพื่อใช้งานระบบและทำการปรับตัวแปลงความถี่ให้เหมาะสมที่สุดกับมอเตอร์ที่ใช้ คุณสมบัตินี้จะถูกใช้โดยเฉพาะในกรณีที่การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงานไม่ได้นำมาปรับใช้กับมอเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่
พารามิเตอร์ 1-29 ใช้ในการเลือก AMA แบบสมบูรณ์ ซึ่งจะกำหนดพารามิเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมด หรือ AMA แบบย่อ ซึ่งจะกำหนดเฉพาะความต้านทานสเตเตอร์ Rs เท่านั้น
ระยะเวลาในการทำ AMA แบบสมบูรณ์จะผันแปรจากไม่กี่นาทีสำหรับมอเตอร์ขนาดเล็ก จนถึงมากกว่า 15 นาที สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่

ข้อจำกัดและเงื่อนไขขั้นต้น:

- เพื่อให้ AMA จะกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมอเตอร์ได้ ให้ป้อนข้อมูลบนป้ายชื่อของมอเตอร์ที่ถูกต้องลงในพารามิเตอร์ 1-20 ถึง 1-26
- เพื่อให้สามารถปรับตั้งค่าของตัวแปลงความถี่ได้ดีที่สุด ให้ใช้งาน AMA เมื่อมอเตอร์เย็น การใช้งาน AMA ซ้ำๆ อาจก่อให้เกิดความร้อนแก่มอเตอร์ ซึ่งส่งผลให้ความต้านทานสเตเตอร์ Rs มีค่าเพิ่มขึ้น แต่โดยทั่วไปไม่ใช่เรื่องร้ายแรง
- AMA จะสามารถดำเนินการได้ที่กระแสมอเตอร์ที่พิกัดต่ำสุด 35% ของกระแสเอาท์พุทที่พิกัดของตัวแปลงความถี่เท่านั้น AMA จะสามารถทำงานได้กับมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไปอีกขั้นหนึ่ง
- สามารถดำเนินการทดสอบ AMA แบบย่อโดยมีตัวกรองคลื่นไซน์ติดตั้งอยู่ได้ หลีกเลี่ยงการทำการทดสอบ AMA แบบสมบูรณ์พร้อมกับตัวกรองคลื่นไซน์ หากจำเป็นต้องตั้งค่าโดยรวม ให้ถอดตัว

กรองคลื่นไซน์ออกขณะที่ทำงานโดย AMA แบบสมบูรณ์ หลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินการของ AMA ให้ใส่ตัวกรองคลื่นไซน์กลับคืน

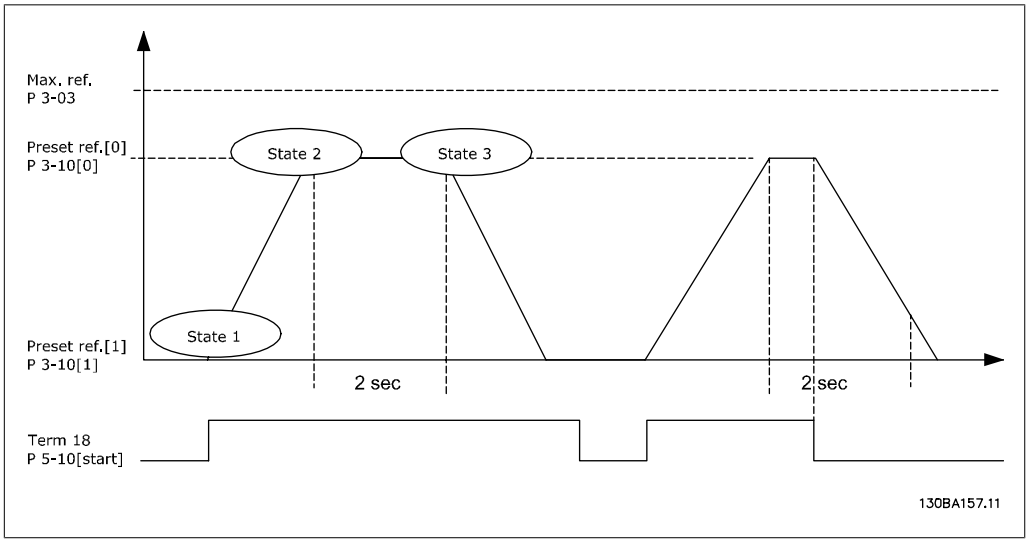
- หากมีการต่อมอเตอร์แบบขนานกัน ให้ใช้แต่ AMA แบบย่อเท่านั้น
- หลีกเลี่ยงการทำงาน AMA แบบสมบูรณ์เมื่อใช้มอเตอร์ซิงโครนัส ถ้าใช้มอเตอร์แบบซิงโครนัส ให้ใช้งาน AMA แบบย่อ และให้ตั้งค่าข้อมูลมอเตอร์ส่วนเพิ่มเติมด้วยตัวเอง ฟังก์ชัน AMA ไม่สามารถใช้กับมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรได้
- ตัวแปลงความถี่จะไม่สร้างแรงบิดมอเตอร์ระหว่างการทำ AMA ระหว่างการทำ AMA ระบบที่ใช้จะต้องไม่ส่งแรงไปที่เพลาของมอเตอร์ให้ทำงาน ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าจะเกิดขึ้นกับระบบระบายอากาศแบบกังหันลม เป็นต้น การทำงานในลักษณะดังกล่าวจะรบกวนการทำงานของ AMA

7.1.9. การตั้งโปรแกรม Smart Logic Control

ระบบการควบคุมใหม่ที่มีประโยชน์ใน FC 300 คือ Smart Logic Control (SLC)
ในการประยุกต์ใช้งานที่ PLC ทำหน้าที่กำหนดลำดับการทำงานแบบง่าย SLC อาจเข้าไปจัดการงานพื้นฐานแทนส่วนควบคุมหลัก
SLC ได้รับการออกแบบให้ทำงานจากเหตุการณ์ที่ส่งไปยังหรือสร้างขึ้นใน FC 300 จากนั้นตัวแปลงความถี่จะดำเนินการตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ล่วงหน้า

7.1.10. ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน SLC

ขั้นตอนเดียว 1:
สตาร์ท –เปลี่ยนความเร็วขึ้น – ทำงานที่ความเร็วอ้างอิง 2 วินาที – เปลี่ยนความเร็วลงและจับยึดเพลาไว้จนกระทั่งหยุดทำงาน



ตั้งเวลาเปลี่ยนความเร็วในพารามิเตอร์ 3-41 และ 3-42 ให้เป็นเวลาที่ต้องการ

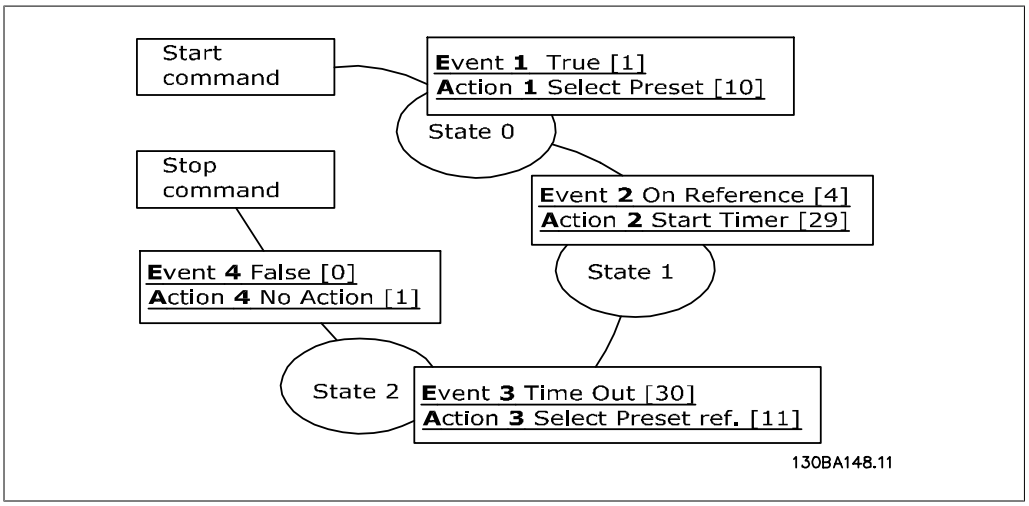
$$t_{ramp} = \frac{t_{acc} \times n_{norm}(\text{พารามิเตอร์ .1 – 25})}{\Delta ref[RPM]}$$

ตั้งขั้วต่อ 27 เป็น *ไม่ทำงาน* (พารามิเตอร์ 5-12)
ตั้งค่าอ้างอิงตั้งล่วงหน้า 0 ให้เป็นค่าความเร็วที่ตั้งล่วงหน้าค่าแรก (พารามิเตอร์ 3-10 [0]) เป็นเปอร์เซ็นต์ของความเร็วอ้างอิงสูงสุด (พารามิเตอร์ 3-03) เช่น 60%
ตั้งค่าอ้างอิงตั้งล่วงหน้า 1 เป็นค่าความเร็วตั้งล่วงหน้าเป็นค่าที่สอง (พารามิเตอร์ 3-10 [1] เช่น: 0 % (ศูนย์)
ตั้งตัวตั้งเวลา 0 สำหรับการทำงานด้วยความเร็วคงที่ในพารามิเตอร์ 13-20 [0] เช่น 2 วินาที

ตั้งเหตุการณ์ 1 ในพารามิเตอร์ 13-51 [1] เป็น *True (จริง)* [1]
ตั้งเหตุการณ์ 2 ในพารามิเตอร์ 13-51 [2] เป็น *ตามค่าอ้างอิง* [4]

ตั้งเหตุการณ์ 3 ในพารามิเตอร์ 13-51 [3] เป็น *หมดเวลา 0* [30]
ตั้งเหตุการณ์ 4 ในพารามิเตอร์ 13-51 [1] เป็น *False (เท็จ)* [0]

ตั้งการกระทำ 1 ในพารามิเตอร์ 13-52 [1] เป็น *เลือกค่าตั้งล่วงหน้า 0* [10]
ตั้งการกระทำ 2 ในพารามิเตอร์ 13-52 [2] เป็น *สตาร์ทตัวตั้งเวลา 0* [29]
ตั้งการกระทำ 3 ในพารามิเตอร์ 13-52 [3] เป็น *เลือกค่าตั้งล่วงหน้า 1* [11]
ตั้งการกระทำ 4 ในพารามิเตอร์ 13-52 [4] เป็น *ไม่มีการดำเนินการ* [1]



ตั้ง Smart Logic Control ในพารามิเตอร์ 13-00 เป็น เปิด

คำสั่งสตาร์ท/หยุดจะถูกป้อนให้กับขั้วต่อ 18 หากป้อนสัญญาณหยุดตัวแปลงความถี่จะเปลี่ยนเป็นความเร็วขาลงและทำงานในโหมดอิสระ

8. อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

8.1. อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

Danfoss มีอุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบสำหรับรุ่น VLT AutomationDrive FC 300 ให้เลือกมากมาย

8.1.1. การติดตั้งโมดูลอุปกรณ์เสริมในสล๊อต A

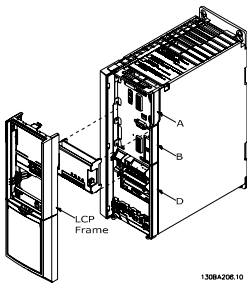
ตำแหน่งสล็อต A จัดไว้เฉพาะสำหรับ Fieldbus ดูข้อมูลเพิ่มเติมได้จากคำแนะนำในการใช้งานที่จัดไว้ให้แยก

8.1.2. การติดตั้งโมดูลอุปกรณ์เสริมในสล๊อต B

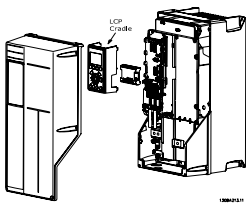
จะต้องตัดการจ่ายไฟฟ้าที่ต่อไปยังตัวแปลงความถี่

ขอแนะนำสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือการตรวจสอบให้แน่ใจว่าข้อมูลของพารามิเตอร์ได้ถูกบันทึกไว้แล้ว (เช่น โดยซอฟต์แวร์ MCT10) ก่อนที่โมดูลของอุปกรณ์เสริมจะถูกใส่เข้า/ถอดออกจากชุดขับ

- ถอด LCP (แผงควบคุมหน้าเครื่อง), ฝาครอบขั้วต่อ และแผ่นยึด LCP ออกจากตัวแปลงความถี่
- ใส่การ์ดอุปกรณ์เสริม MCB10x ในสล๊อต B
- เชื่อมต่อสายเคเบิลควบคุมและรัดสายเคเบิลให้แน่นด้วยสายรัดที่ให้มา
  * ถอดช่องที่เจาะไว้ในแผ่นยึด LCP แบบขยายที่เพิ่มขึ้นออก เพื่อให้อุปกรณ์เสริมสามารถใส่ได้พอดีใต้เฟรม LCP ที่ขยาย
- ประกอบแผ่นยึด LCP และฝาครอบขั้วต่อที่ขยายเพิ่มขึ้น
- ประกอบ LCP และฝาปิดทึบในแผนยึด LCP ที่ขยาย
- เชื่อมต่อไฟฟ้าเข้ากับตัวแปลงความถี่
- ตั้งค่าฟังก์ชันอินพุท/เอาท์พุทในพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ตามที่กล่าวถึงในหัวข้อ *ข้อมูลทางเทคนิคทั่วไป*



(ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3)



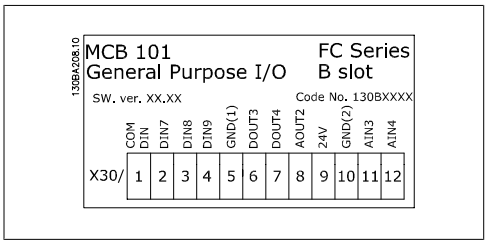
(ขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2)

8.1.3. อุปกรณ์เสริมโมดูลอินพุต เอาท์พุต สำหรับการใช้งานทั่วไป

MCB 101 ใช้สำหรับการขยายอินพุตและเอาท์พุตดิจิตอลและอนาล็อกของชุดขับเครื่องอัตโนมัติ FC 301 และ FC 302

เนื้อหา: MCB 101 ต้องได้รับการติดตั้งภายในสล็อต B ในชุดขับเคลื่อนอัตโนมัติ

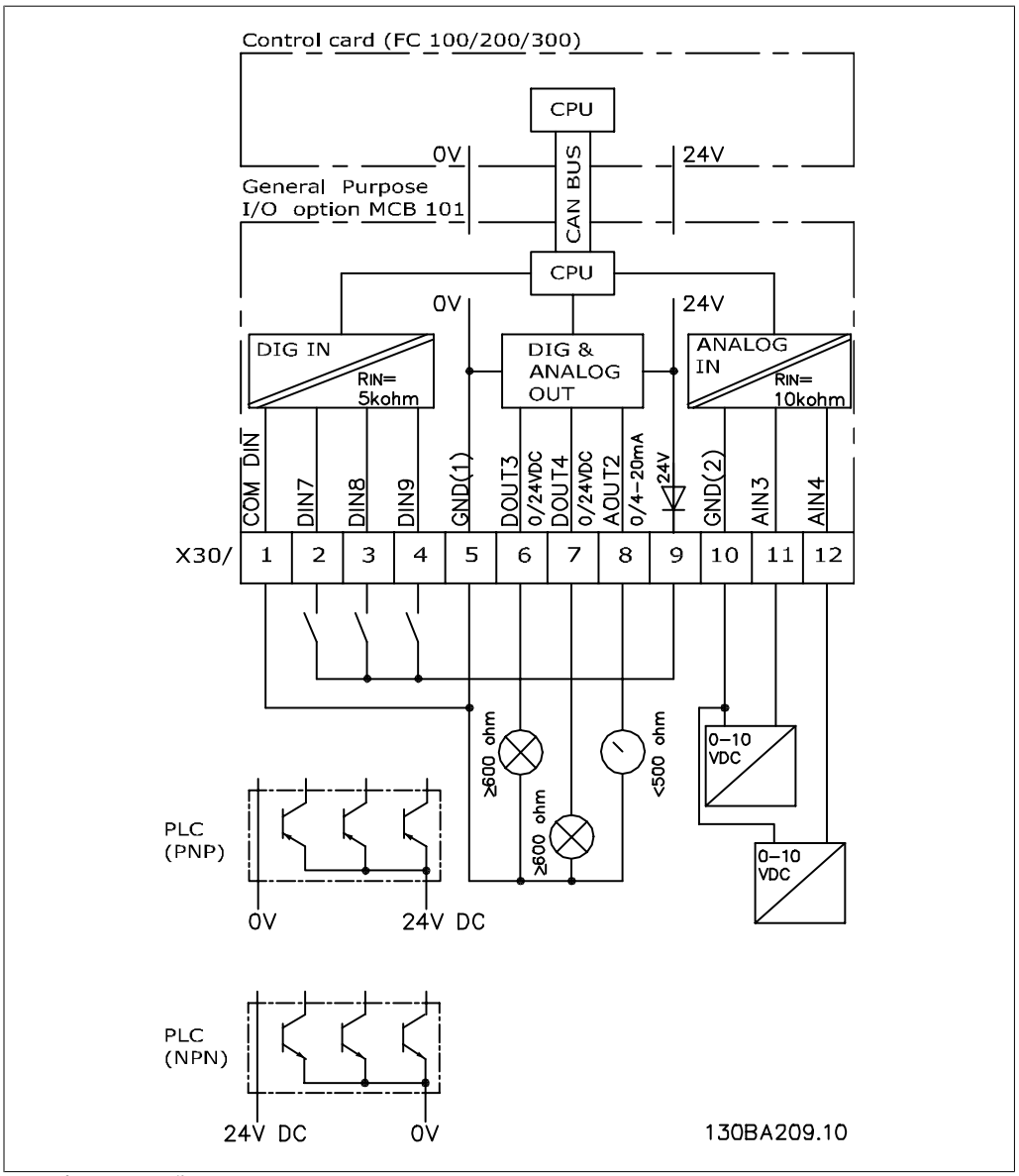
- โมดูลอุปกรณ์เสริม MCB 101
- ชุดยึดจับขยายสำหรับ LCP
- ฝาปิดขั้วต่อ



8.1.4. การแยกกันทางไฟฟ้าใน MCB 101

อินพุทดิจิตัล/อนาล็อกได้รับการแยกกันทางไฟฟ้าจากอินพุท/เอาท์พุทอื่นๆ บน MCB 101 และในการ์ดควบคุมของชุดขับเครื่อง เอาท์พุทดิจิตัล/อนาล็อกใน MCB 101 ได้รับการแยกกันทางไฟฟ้าจากอินพุท/เอาท์พุทอื่นๆ บน MCB 101 แต่ไม่ได้แยกจากการ์ดควบคุมของชุดขับเครื่อง

หากอินพุทดิจิตัล 7, 8 หรือ 9 จะถูกสลับโดยการใช้ของแหล่งจ่ายไฟภายใน 24 V (ขั้ว 9) การเชื่อมต่อระหว่างขั้ว 1 และ 5 จะต้องได้รับการสร้าง ซึ่งอธิบายไว้ในภาพร่าง



ภาพประกอบ 8.1: ไดอะแกรมหลักการ

8.1.5. อินพุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/1-4

อินพุทดิจิตัล	
หมายเลขของอินพุทดิจิตัล	3
หมายเลขขั้วต่อ	X30.2, X30.3, X30.4
ลอจิก	PNP หรือ NPN
ระดับแรงดันไฟฟ้า	0 - 24 V DC
ระดับแรงดัน PNP ลอจิก '0' (GND = 0 V)	< 5 V DC
ระดับแรงดัน PNP ลอจิก '1' (GND = 0 V)	> 10 V DC
ระดับแรงดัน NPN ลอจิก '0' (GND = 24V)	< 14 V DC
ระดับแรงดัน NPN ลอจิก '1' (GND = 24 V)	> 19 V DC
แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่อินพุท	28 V ต่อเนื่อง
ช่วงความถี่พัลส์	0 - 110 kHz
รอบการทำงาน ความกว้างพัลส์ต่ำสุด	4.5 ms
อิมพิแดนซ์ของอินพุท	> 2 kΩ

8.1.6. อินพุทอนาล็อก ขั้วต่อ X30/11,12:

อินพุทอนาล็อก:	
จำนวนอินพุทอนาล็อก	2
หมายเลขขั้วต่อ	X30.11, X30.12
โหมด	แรงดันไฟฟ้า
ระดับแรงดันไฟฟ้า	0 - 10 V
อิมพิแดนซ์ของอินพุท	> 10 kΩ
แรงดันสูงสุด	20 V
ความละเอียดของอินพุทอนาล็อก	10 บิต (เครื่องหมาย +)
ความแม่นยำของอินพุทอนาล็อก	ความผิดพลาดสูงสุด 0.5% ของค่าเต็มสเกล
แบนด์วิดธ์	FC 301: 20 Hz / FC 302: 100 Hz

8.1.7. เอาท์พุทดิจิตัล ขั้วต่อ X30/6,7:

เอาท์พุทดิจิตัล:	
จำนวนเอาท์พุทดิจิตัล	2
หมายเลขขั้วต่อ	X30.6, X30.7
ระดับแรงดันที่เอาท์พุทดิจิตัล/ความถี่	0 - 24 V
กระแสเอาท์พุทสูงสุด	40 mA
โหลดสูงสุด	≥ 600 Ω
โหลดคาปาซิทีฟสูงสุด	< 10 nF
ความถี่เอาท์พุทต่ำสุด	0 Hz
ความถี่เอาท์พุทสูงสุด	≤ 32 kHz
ความแม่นยำของเอาท์พุทความถี่	ความผิดพลาดสูงสุด: 0.1 % ของค่าเต็มสเกล

8.1.8. เอาท์พุทอนาล็อก ขั้วต่อ X30/8:

เอาท์พุทอนาล็อก:	
จำนวนเอาท์พุทอนาล็อก	1
หมายเลขขั้วต่อ	X30.8
ช่วงกระแสของเอาท์พุทอนาล็อก	0 - 20 mA
ลงดินสูงสุด - เอ้าท์พุทอนาล็อก	500 Ω
ความแม่นยำของเอาท์พุทอนาล็อก	ความผิดพลาดสูงสุด: 0.5 % ของค่าเต็มสเกล
ความละเอียดของเอาท์พุทอนาล็อก	12 บิต

8.1.9. อุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์ MCB 102

โมดูลเอ็นโคดเดอร์สามารถใช้เป็นแหล่งค่าป้อนกลับสำหรับการควบคุมฟลักซ์แบบวงรอบปิด (พารามิเตอร์ 1-02) เช่นเดียวกับการควบคุมความเร็ววงรอบปิด (พารามิเตอร์ 7-00) กำหนดรูปแบบอุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์ในกลุ่มพารามิเตอร์ 17-xx

ใช้กับ:
- VVC plusรอบปิด
- การควบคุมความเร็วด้วยเวกเตอร์ฟลักซ์
- การควบคุมแรงบิดด้วยเวกเตอร์ฟลักซ์
- มอเตอร์แม่เหล็กถาวร

ชนิดของเอ็นโคดเดอร์ที่รองรับ :
เอ็นโคดเดอร์ที่เพิ่มขึ้น: 5 V ชนิด TTL, RS422 ความถี่สูงสุด: 410 kHz
เอ็นโคดเดอร์ที่เพิ่มขึ้น: 1 Vpp ไซน์-โคไซน์
เอ็นโคดเดอร์ของ Hiperface®: แบบสัมบูรณ์และไซน์-โคไซน์ (Stegmann/SICK)
เอ็นโคดเดอร์ ENdat: แบบสัมบูรณ์และแบบไซน์-โคไซน์ (Heidenhain) รองรับเวอร์ชัน 2.1
เอ็นโคดเดอร์ SSI: แบบสัมบูรณ์
การตรวจสอบเอ็นโคดเดอร์:
เอ็นโคดเดอร์ทั้ง 4 ช่อง (A, B, Z, และ D) จะถูกตรวจสอบและสามารถตรวจจับการเปิดวงจรและลัดวงจรได้ ซึ่งมีไฟ LED สีเขียวสำหรับแต่ละช่องโดยจะติดเมื่อแต่ละช่องปกติ

8

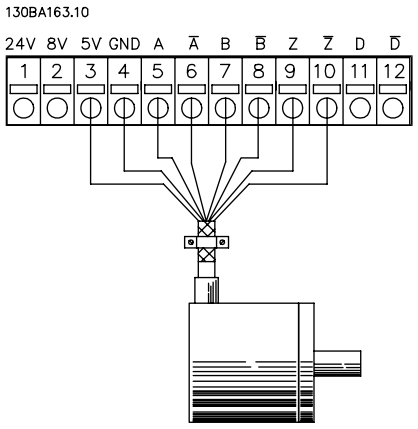
โน้ตสำหรับผู้อ่าน
LED จะสามารถมองเห็นได้เมื่อถอด LCP ออกเท่านั้น การตอบสนองในกรณีที่เอ็นโคดเดอร์มีข้อผิดพลาดสามารถเลือกได้ในพารามิเตอร์ 17-61 เป็น ไม่ตอบสนอง การเตือน หรือตัดการทำงาน

เมื่อสั่งชุดอุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์แบบแยกต่างหาก ชุดอุปกรณ์จะประกอบไปด้วย
- โมดูลเอ็นโคดเดอร์ MCB 102
- แผ่นยึด LCP ที่ขยายเพิ่มขึ้นและฝาปิดขั้วต่อที่ขยายเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์ไม่รองรับตัวแปลงความถี่ FC 302 ที่ผลิตก่อนสัปดาห์ที่ 50/2004
เวอร์ชันของซอฟต์แวร์ขั้นต่ำ 2.03 (พารามิเตอร์ 15-43)

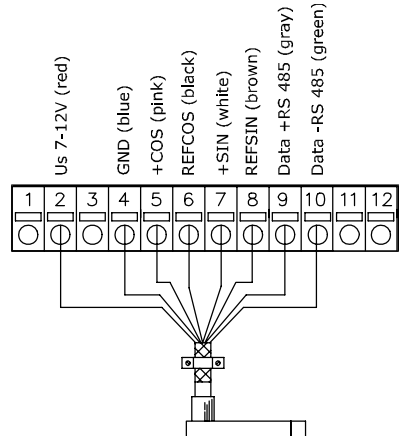
การกำหนดขั้วต่อ X31	เอ็นโคดเดอร์ที่เพิ่มขึ้น (โปรดดูที่กราฟิก A)	เอ็นโคดเดอร์ SinCos Hiperface® (โปรดดูที่กราฟิก B)	เอ็นโคดเดอร์ ENdat	เอ็นโคดเดอร์ SSI	คำอธิบาย
1	NC (ปกติปิด)			24 V	เอาท์พุท 24 V (21-25 V, I_{max}:125 mA)
2	NC (ปกติปิด)	8 Vcc			เอาท์พุท 8 V (7-12 V, I_{max}: 200 mA)
3	5 VCC		5 Vcc	5 V	เอาท์พุท 5 V (5 V ± 5%, I_{max}: 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	อินพุท A	+COS	+COS	อินพุท A	อินพุท A
6	อินพุทผกผัน A	REFCOS	REFCOS	อินพุทผกผัน A	อินพุทผกผัน A
7	อินพุท B	+SIN	+SIN	อินพุท B	อินพุท B
8	อินพุทผกผัน B	REFSIN	REFSIN	อินพุทผกผัน B	อินพุทผกผัน B
9	อินพุท Z	+ข้อมูล RS485	เอาท์พุทนาฬิกา	เอาท์พุทนาฬิกา	อินพุท Z หรือ +ข้อมูล RS485
10	อินพุทผกผัน Z	-ข้อมูล RS485	เอาท์พุทนาฬิกาผกผัน	เอาท์พุทนาฬิกาผกผัน	อินพุท Z หรือ –ข้อมูล RS485
11	NC (ปกติปิด)	NC (ปกติปิด)	อินพุทข้อมูล	อินพุทข้อมูล	ใช้ในอนาคต
12	NC (ปกติปิด)	NC (ปกติปิด)	อินพุทข้อมูลผกผัน	อินพุทข้อมูลผกผัน	ใช้ในอนาคต

สูงสุด. 5V บน X31.5-12

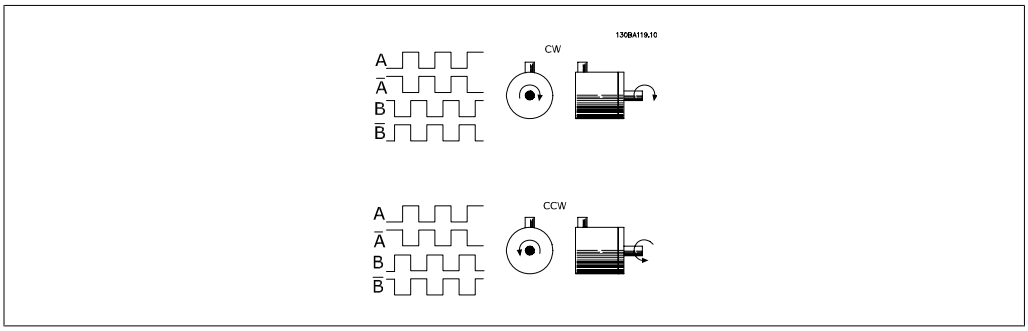


5V Incremental encoder

ความยาวสายสูงสุด 150 ม.



HIperface® encoder



8.1.10. MCB 103 อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์

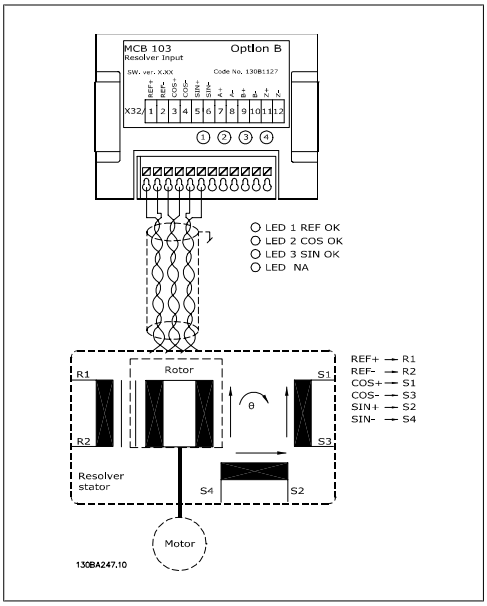
อุปกรณ์เสริม รีโซลเวอร์ MCB 103 ใช้ในการอินเตอร์เฟซค่าป้อนกลับมอเตอร์ของรีโซลเวอร์ไปให้ FC 300 ชุดขับอัตโนมัติ โดยพื้นฐานรีโซลเวอร์ถูกใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนกลับของมอเตอร์สำหรับมอเตอร์ซิงโครนัสแบบไม่มีแปรงถ่านชนิดแม่เหล็กถาวร

เมื่อสั่งชุดอุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์แยกต่างหาก ชุดอุปกรณ์จะประกอบด้วย

- อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์ MCB 103
- แผ่นยึด LCP ที่ขยายเพิ่มขึ้นและฝาปิดขั้วต่อที่ขยายเพิ่มขึ้น

การเลือกพารามิเตอร์: 17-5x อินเตอร์เฟซรีโซลเวอร์

อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์ MCB 103 รองรับรีโซลเวอร์ได้หลายประเภท



ข้อมูลจำเพาะของรีโซลเวอร์:	
ขั้วรีโซลเวอร์	Par 17-50: 2 *2
แรงดันอินพุทรีโซลเวอร์	Par 17-51: 2.0 – 8.0 Vrms *7.0Vrms
ความถี่อินพุทรีโซลเวอร์	Par 17-52: 2 - 15 kHz *10.0 kHz
อัตราส่วนการแปลง	Par 17-53: 0.1 – 1.1 *0.5
แรงดันอินพุทลำดับที่สอง	สูงสุด 4 Vrms
โหลดลำดับที่สอง	ประมาณ 10 kΩ

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์ MCB 103 สามารถใช้กับรีโซลเวอร์ชนิดที่มีโรเตอร์เท่านั้น รีโซลเวอร์ที่มีสเตเตอร์ไม่สามารถใช้ได้

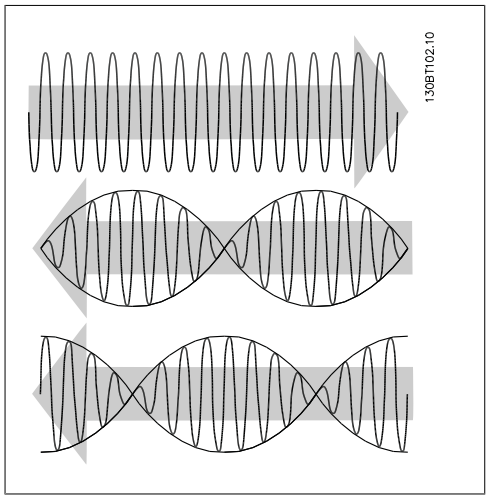
ไฟแสดงสถานะ LED

LED 1 จะติดเมื่อค่าสัญญาณอ้างอิงส่งเข้ามาถึงรีโซลเวอร์

LED 2 จะติดเมื่อสัญญาณโคไซนัส (Cosinus) ถูกส่งออกจากรีโซลเวอร์

LED 3 จะติดเมื่อสัญญาณไซนัส (Sinus) ถูกส่งออกจากรีโซลเวอร์

LED จะทำงานเมื่อพารามิเตอร์ 17-61 ถูกตั้งค่าเป็น*การเตือน*หรือ*สัญญาณเตือน*



ตัวอย่างชุดคำสั่ง:

ในตัวอย่างนี้ มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร (PM) ถูกใช้เป็นรีโซลเวอร์ตามค่าป้อนกลับความเร็ว ปกติมอเตอร์แม่เหล็กถาวรต้องทำงานในโหมดฟลักซ์

การต่อสาย:

เมื่อใช้สายคู่แบบบิดเกลียว สายเคเบิลจะยาวมากสุดได้ประมาณ 150 ม.

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
สายเคเบิลของรีโซลเวอร์ต้องเป็นสายมีชีลและแยกต่างหากออกจากสายเคเบิลมอเตอร์

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ชีลของสายเคเบิลมอเตอร์ต้องเชื่อมต่ออย่างถูกต้องกับแผ่นดีคัปปลิงและเชื่อมต่อเข้ากับโครง(ดิน) ที่มอเตอร์

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ใช้สายเคเบิลมอเตอร์และสายตัดเบรกแบบมีชีลเสมอ

ปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่อไปนี้:

พารามิเตอร์ 1-00	โหมดการกำหนดรูปแบบ	ความเร็วสำหรับวงรอบปิด [1]:
พารามิเตอร์ 1-01	หลักการควบคุมมอเตอร์	ฟลักซ์ด้วยค่าป้อนกลับ [3]
พารามิเตอร์ 1-10	โครงสร้างของมอเตอร์	PM, SPM ที่ไม่มีลักษณะเฉพาะ [1]
พารามิเตอร์ 1-24	กระแสของมอเตอร์	ป้ายชื่อ
พารามิเตอร์ 1-25	ความเร็วของมอเตอร์ที่พิกัด	ป้ายชื่อ
พารามิเตอร์ 1-26	แรงบิดของมอเตอร์ที่ค่าพิกัดแบบคงตัว	ป้ายชื่อ
AMA ไม่สามารถใช้กับมอเตอร์แม่เหล็กถาวร		
พารามิเตอร์ 1-30	ค่าความต้านทานของสเตเตอร์	เอกสารข้อมูลของมอเตอร์
พารามิเตอร์ 1-37	ความเหนี่ยวนำแกน-d (Ld)	เอกสารข้อมูลของมอเตอร์ (mH)
พารามิเตอร์ 1-39	ขั้วมอเตอร์	เอกสารข้อมูลของมอเตอร์
พารามิเตอร์ 1-40	EMFย้อนกลับที่ 1000 RPM	เอกสารข้อมูลของมอเตอร์
พารามิเตอร์ 1-41	ออฟเซ็ตของค่ามุมของมอเตอร์	เอกสารข้อมูลของมอเตอร์ (ปกติศูนย์)
พารามิเตอร์ 17-50	ขั้ว	เอกสารข้อมูลของรีโซลเวอร์
พารามิเตอร์ 17-51	แรงดันอินพุท	เอกสารข้อมูลของรีโซลเวอร์
พารามิเตอร์ 17-52	ความถี่อินพุท	เอกสารข้อมูลของรีโซลเวอร์
พารามิเตอร์ 17-53	อัตราส่วนการแปลง	เอกสารข้อมูลของรีโซลเวอร์
พารามิเตอร์ 17-59	อินเทอร์เฟซของรีโซลเวอร์	ใช้ [1]

8.1.11. อุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105

อุปกรณ์เสริม MCB 105 จะมีหน้าสัมผัสแบบ SPDT 3 ชิ้น และต้องใส่เข้าในอุปกรณ์เสริมสล๊อต B

ข้อมูลทางไฟฟ้า:

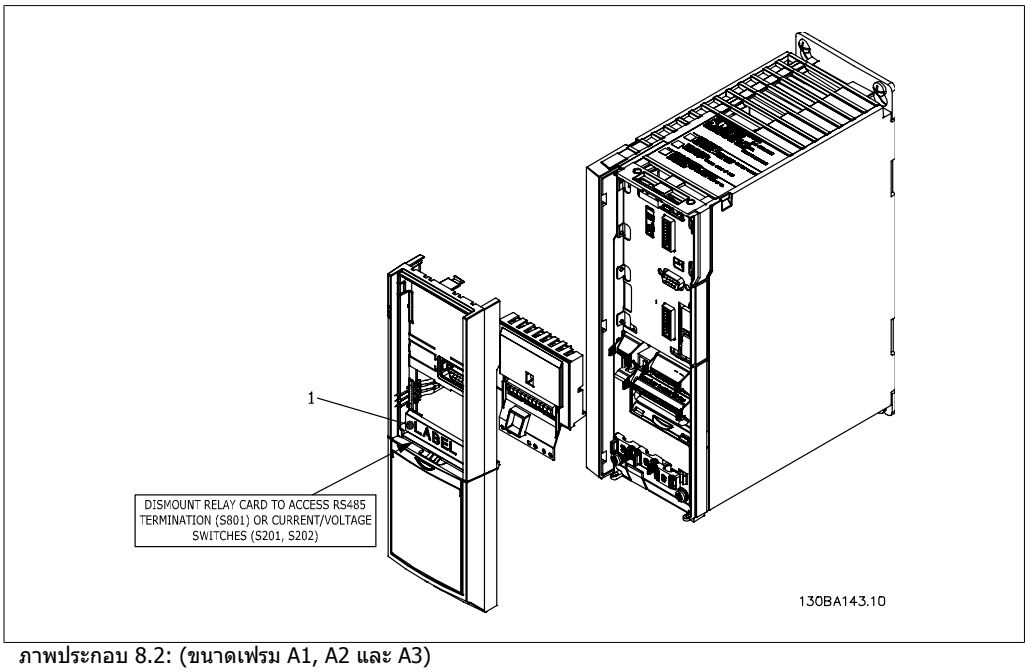
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-1)[1)] (โหลดต้านทาน)	240 V AC 2A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-15)[1)] (โหลดเหนี่ยวนำ @ cosφ 0.4)	240 V AC, 0.2 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-1)[1)] (โหลดต้านทาน)	24 V DC 1 A
โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-13)[1)] (โหลดเหนี่ยวนำ)	24 V DC 0.1 A
โหลดต่ำสุดที่ขั้วต่อ (DC)	5 V 10 mA
อัตราการสวิตช์สูงสุดที่ค่าโหลดพิกัด/โหลดต่ำสุด	6 min^{-1}/20 sec^{-1}

1) IEC 947 ส่วน 4 และ 5

เมื่อสั่งชุดอุปกรณ์เสริมรีเลย์แยกต่างหาก ชุดอุปกรณ์จะประกอบไปด้วย

- โมดูลรีเลย์ MCB 105
- แผ่นยึด LCP ที่ขยายเพิ่มขึ้นและฝาปิดขั้วต่อที่ขยายเพิ่มขึ้น
- ป้ายสำหรับปิดช่องสวิตช์ S201, S202 และ S801
- สายรัดเคเบิลสำหรับรัดสายเคเบิลกับโมดูลรีเลย์

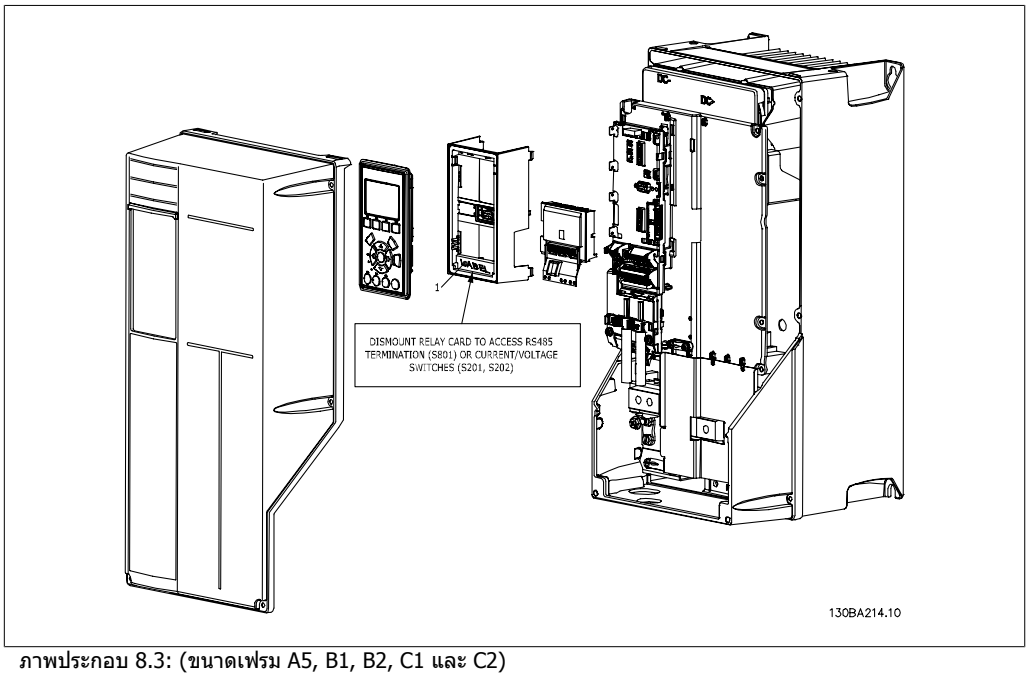
อุปกรณ์เสริมรีเลย์ไม่รองรับตัวแปลงความถี่ FC 302 ที่ผลิตก่อนสัปดาห์ 50/2004
เวอร์ชันของซอฟต์แวร์ขั้นต่ำ 2.03 (พารามิเตอร์ 15-43)



ภาพประกอบ 8.2: (ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3)

สิ่งสำคัญ

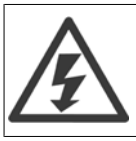
1. ฉลากจะต้องถูกปิดไว้บนเฟรมของ LCP ดังที่แสดง (รับรองโดย UL)



ภาพประกอบ 8.3: (ขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2)

สิ่งสำคัญ

1. ฉลากจะต้องถูกปิดไว้บนเฟรมของ LCP ดังที่แสดง (รับรองโดย UL)

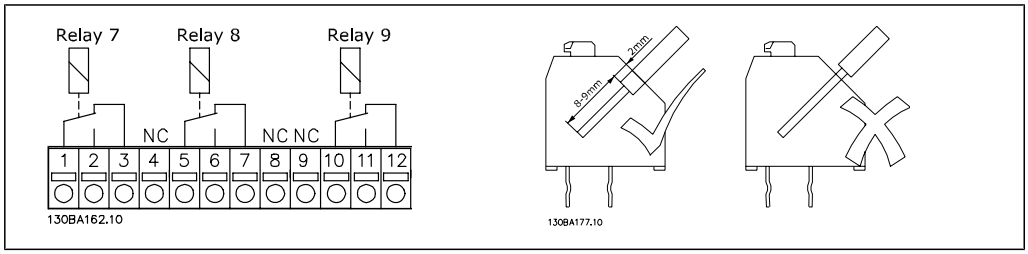


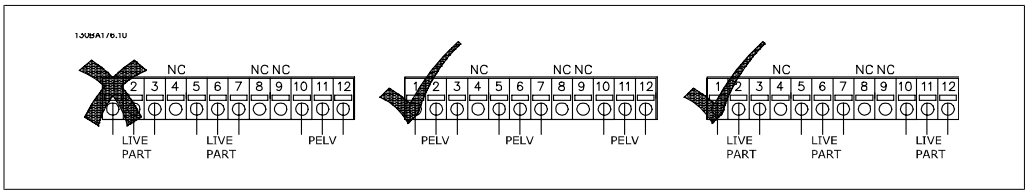
คำเตือนแหล่งจ่ายไฟคู่

วิธีการประกอบอุปกรณ์เสริม MCB 105:

- จะต้องตัดการจ่ายไฟฟ้าที่ต่อไปยังตัวแปลงความถี่
- จะต้องตัดการจ่ายไฟที่ต่อไปยังส่วนเชื่อมต่อที่มีไฟฟ้าบนขั้วต่อรีเลย์
- ถอด LCP, ฝาครอบขั้วต่อ และแผ่นยึด LCP ออกจาก FC 30x
- ใส่อุปกรณ์เสริม MCB 105 ในสล็อต B
- เชื่อมต่อสายเคเบิลควบคุมและรัดสายเคเบิลให้แน่นด้วยสายรัดที่ให้มา
- ดูให้แน่ใจว่าความยาวของสายที่รัดถูกต้อง (ดูภาพต่อไปนี้)
- อย่านำส่วนที่มีไฟฟ้า (ไฟฟ้าแรงสูง) มาอยู่ใกล้กันกับส่วนของสัญญาณควบคุม (PELV)
- ติดแผ่นยึด LCP ที่ขยายเพิ่มขึ้นและฝาปิดขั้วต่อที่ขยายเพิ่มขึ้น
- ใส่ LCP
- จ่ายไฟฟ้าไปยังตัวแปลงความถี่
- เลือกการทำงานของรีเลย์ในพารามิเตอร์ 5-40 [6-8], 5-41 [6-8] และ 5-42 [6-8]

หมายเหตุ (อาร์เรย์ [6] คือรีเลย์ 7, อาร์เรย์ [7] คือรีเลย์ 8, และอาร์เรย์ [8] คือรีเลย์ 9)





ห้ามนำระบบ 24/48 V ไปรวมกับระบบไฟฟ้าแรงสูง

8.1.12. อุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24 V MCB 107 (อุปกรณ์เสริม D)

แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC

แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC สามารถติดตั้งได้เพื่อจ่ายไฟแรงดันต่ำให้กับการ์ดควบคุมและการ์ดอุปกรณ์เสริมอื่นๆ ซึ่งจะช่วยให้การทำงานของ LCP ทำได้อย่างครบถ้วน (รวมถึงการตั้งค่าพารามิเตอร์) โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก

8

รายละเอียดแหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC	
ช่วงแรงดันอินพุท:	24 V DC 15 % (สูงสุด 37 V ใน 10 วินาที)
กระแสอินพุทสูงสุด	2.2 A
กระแสอินพุทเฉลี่ยสำหรับ FC 302	0.9 A
ความยาวเคเบิลสูงสุด	75 ม.
โหลดตัวเก็บประจุที่อินพุท:	< 10 uF
การหน่วงเมื่อเปิดเครื่อง:	< 0.6 s

อินพุทได้รับการป้องกัน

หมายเลขขั้วต่อ:

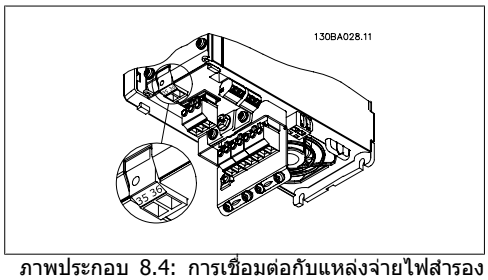
ขั้วต่อ 35: - แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC

ขั้วต่อ 36: + แหล่งจ่ายไฟ ภายนอก 24 V DC

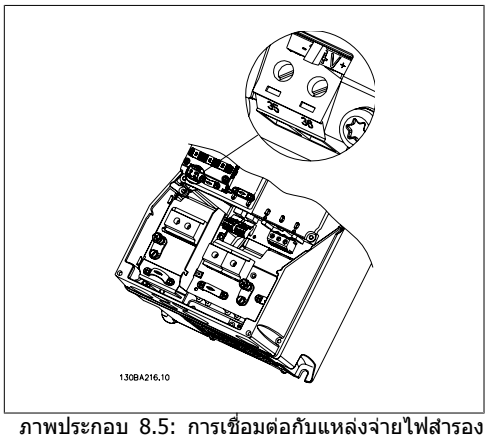
ปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านี้:

1. ถอดฝาครอบ LCP หรือฝาปิดทึบ
2. ถอดฝาปิดขั้วต่อ
3. ถอดแผ่นดีคัปปลิงสายเคเบิลและฝาปิดพลาสติกที่อยู่ข้างใต้
4. เสียบอุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟสำรองภายนอก 24 V DC ในสล๊อตอุปกรณ์เสริม
5. ติดแผ่นดีคัปปลิงสายเคเบิล
6. ติดฝาปิดขั้วต่อ และฝาครอบ LCP หรือฝาปิดทึบ

เมื่ออุปกรณ์สำรองข้อมูล MCB 107, 24 V จ่ายไฟให้กับวงจรควบคุม แหล่งจ่ายไฟ 24 V ภายใน จะถูกตัดการเชื่อมต่อโดยอัตโนมัติ



ภาพประกอบ 8.4: การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24V สำหรับขนาดเฟรม A2 และA3



ภาพประกอบ 8.5: การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24V สำหรับขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2

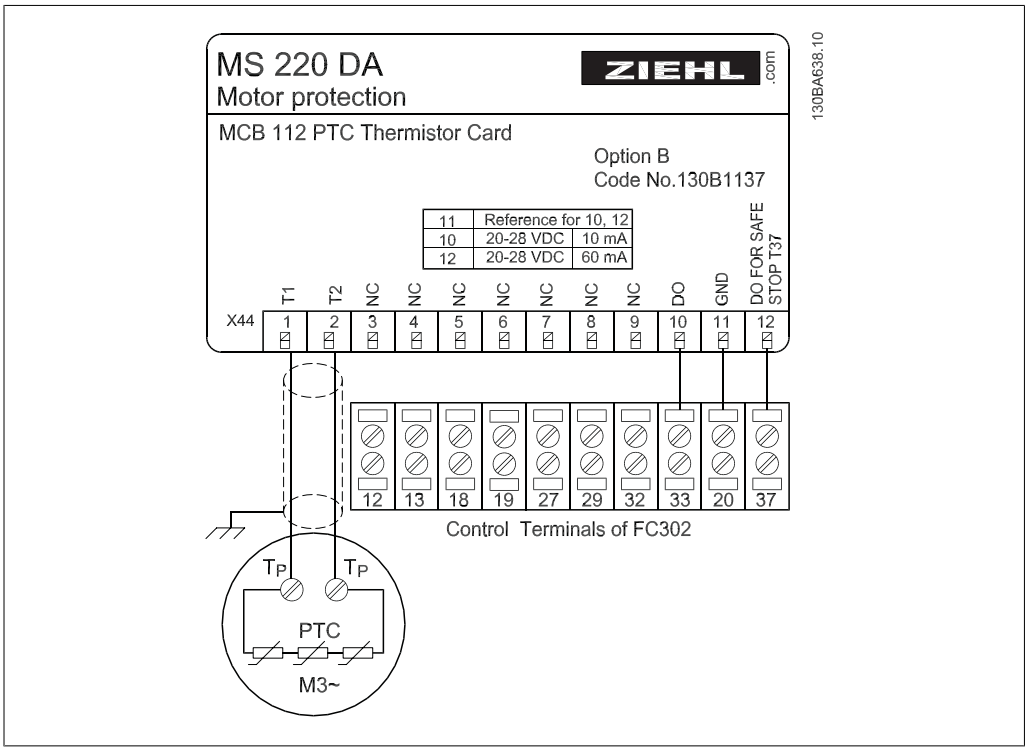
8.1.13. การ์ด เทอร์มิสเตอร์ PTC MCB 112 VLT®

MCB 112 ช่วยให้สามารถตรวจสอบอุณหภูมิของมอเตอร์ไฟฟ้าผ่านสัญญาณเทอร์มิสเตอร์ PTC ขาเข้าได้ เป็นตัวเลือก B สำหรับ VLT® AutomationDrive FC 302 พร้อมระบบหยุดแบบปลอดภัย

ดูข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการยึดและติดตั้งอุปกรณ์ได้จาก *โมดูลการยึดอุปกรณ์เสริมในสล็อต B* ซึ่งแจ้งไว้ก่อนหน้านี้

X44/ 1 และ X44/ 2 เป็นสัญญาณขาเข้าเทอร์มิสเตอร์ X44/ 12 จะเปิดระบบหยุดแบบปลอดภัยของ FC 302 (T-37) หากค่าของเทอร์มิสเตอร์กำหนดว่าจำเป็น X44/ 10 จะแจ้ง FC 302 ว่าค่าร้องระบบหยุดแบบปลอดภัยมาจาก MCB 112 เพื่อให้แน่ใจว่ามีการจัดการสัญญาณเตือนอย่างเหมาะสม

X44/ 1 และ X44/ 2 เป็นสัญญาณขาเข้าเทอร์มิสเตอร์ X44/ 12 จะเปิดระบบหยุดแบบปลอดภัยของ FC 302 (T-37) หากค่าของเทอร์มิสเตอร์กำหนดว่าจำเป็น X44/ 10 จะแจ้ง FC 302 ว่าค่าร้องระบบหยุดแบบปลอดภัยมาจาก MCB 112 เพื่อให้แน่ใจว่ามีการจัดการสัญญาณเตือนอย่างเหมาะสม สัญญาณดิจิตอลขาเข้าชุดหนึ่งของ FC302 (หรือ DI ของอุปกรณ์เสริมที่ยึด) จะต้องตั้งไว้กับการ์ด PCT Card 1 [80] เพื่อใช้ข้อมูลจาก X44/ 10. พารามิเตอร์ 5-19 ขั้ว 37 ระบบหยุดแบบปลอดภัยจะต้องกำหนดค่าสำหรับการหยุดแบบปลอดภัยที่ต้องการ (ค่ามาตรฐานตั้งไว้เป็นสัญญาณเตือนการหยุดแบบปลอดภัย)



การรับรอง ATEX กับ VLT®
AutomationDrive FC 302

MCB 112 ได้รับการรับรองสำหรับ ATEX ซึ่งหมายความว่า VLT® AutomationDrive FC 302 และ MCB 112 สามารถใช้ร่วมกับมอเตอร์ในพื้นที่ที่อาจเกิดการระเบิดได้ ดูข้อมูลเพิ่มเติมจากคำแนะนำการใช้งานสำหรับ MCB 112

ATmosphère EXplosive (ATEX)

ข้อมูลทางไฟฟ้า

การเชื่อมต่อตัวต้านทาน:	
PTC เป็นไปตาม DIN 44081 และ DIN 44082	
หมายเลขตัวต้านทาน	1..6 เรียงตามลำดับ
ค่าการปิดระบบ	3.3 kW .... 3.65 kW ... 3.85 kW
ค่ารีเซ็ต	1.7 kW .... 1.8 kW ... 1.95 kW
ช่วงการเปิดใช้	± 6°C
ความต้านทานรวมของรอบเซ็นเซอร์	< 1.65 kW
แรงดันไฟขั้วต่อ	≤ 2.5 V สำหรับ R ≤ 3.65 kW, ≤ 9 V สำหรับ R = ∞
กระแสเซ็นเซอร์	≤ 1 mA
ลัดวงจร	20 W ≤ R ≤ 40 W
อัตราสิ้นเปลืองกำลังไฟ	60 mA

เงื่อนไขการทดสอบ:	
EN 60 947-8	
ความต้านทานกระแสแรงดันไฟตรวจวัด	6000 V
กลุ่มแรงดันไฟเกิน	III
ระดับมลพิษ	2
Vbis แรงดันไฟแยกการตรวจวัด	690 V

การแยกด้วยสังกะสีชุบที่เชื่อถือได้จนถึง Vi	500 V
อุณหภูมิโดยรอบถาวร	-20°C ... +60°C
	EN 60068-2-1 ร้อนแบบแห้ง
ชื้น	5 --- 95% ห้ามเกิดการควบแน่น
ความต้านทาน EMC	EN61000-6-2
ไอเสีย EMC	EN61000-6-4
ความต้านทานแรงสั่นสะเทือน	10 ... 1000 Hz 1.14g
ความต้านทานแรงกระแทก	50 g

ค่าระบบความปลอดภัย:	
EN 61508, ISO 13849 สำหรับ Tu = 75°C ต่อเนื่อง	
กลุ่ม	2
SIL	2 สำหรับรอบการบำรุงรักษาที่ 2 ปี
	1 สำหรับรอบการบำรุงรักษาที่ 3 ปี
HFT	0
PFD (สำหรับการทดสอบฟังก์ชั่นประจำปี)	$4.10 *10^{-3}$
SFF	90%
$\lambda_S + \lambda_{DD}$	8515 FIT
λ_{DU}	932 FIT
เลขการสั่ง 130B1137	

8.1.14. ตัวต้านทานเบรค

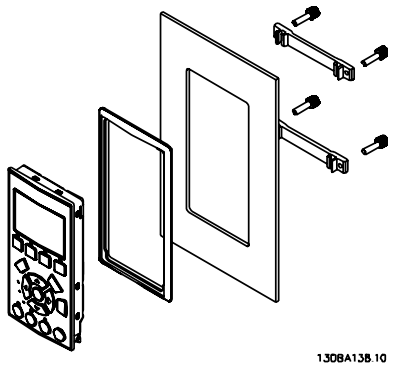
ในการใช้งานที่มอเตอร์ถูกใช้เป็นเบรค มอเตอร์จะสร้างพลังงานขึ้นและส่งกลับไปยังตัวแปลงความถี่ ถ้าพลังงานไม่สามารถส่งกลับไปที่มอเตอร์ จะส่งผลให้มีแรงดันเพิ่มขึ้นในสายไฟกระแสตรงของตัวแปลง ในการใช้งานที่ต้องมีการเบรคบ่อยๆและ/หรือเป็นโหลดที่มีความเฉื่อยสูง ตัวต้านทานเบรค จะถูกใช้เพื่อปล่อยพลังงานส่วนเกินที่เป็นผลมาจากการเบรคที่สร้างขึ้น ตัวต้านทานจะถูกเลือกโดยสัมพันธ์กับค่าโอห์ม อัตราการปล่อยกำลัง และขนาดทางกายภาพของตัวต้านทานเอง Danfoss มีความต้านทานที่แตกต่างกันและครอบคลุมหลากหลายประเภทที่มีการออกแบบให้กับชุดขับโดยเฉพาะ หมายเลขรหัสจะมีอยู่ในหัวข้อ *วิธีสั่งซื้อ*

8.1.15. ชุดติดตั้งระยะไกลสำหรับ LCP

แผงควบคุมหน้าเครื่องสามารถถูกย้ายไปไว้ที่ด้านหน้าของตู้ได้ โดยใช้ชุดอุปกรณ์ติดตั้งระยะไกล เคสเป็น IP65 สกรูสำหรับยึดจะต้องถูกขันให้แน่นด้วยค่าแรงบิดสูงสุด 1 Nm

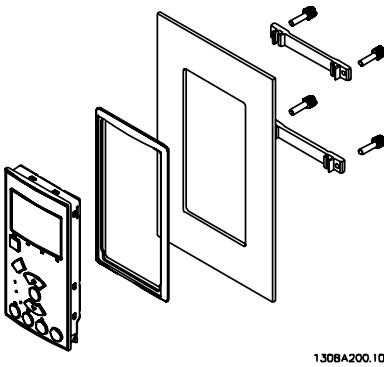
ข้อมูลทางเทคนิค	
เคส:	IP 65 ด้านหน้า
ความยาวสายเคเบิลสูงสุดระหว่าง VLT และตัวเครื่อง:	3 m
มาตรฐานการสื่อสาร:	RS 485

หมายเลขการสั่งซื้อ 130B1113



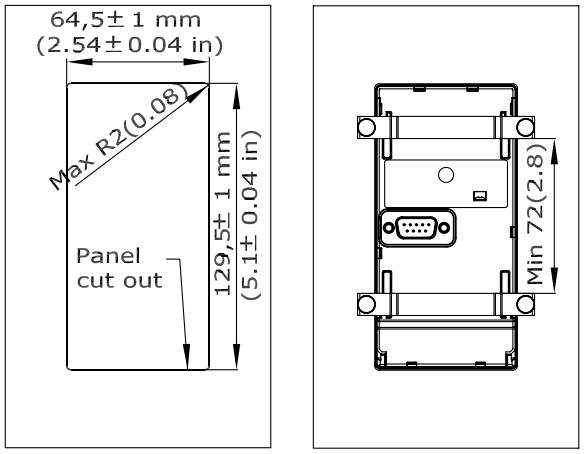
ภาพประกอบ 8.6: ชุดอุปกรณ์ติดตั้งระยะไกล LCP ประกอบด้วย LCP แบบกราฟิก สลักภัณฑ์ สายเคเบิล ยาว 3 ม. และปะเก็น

หมายเลขการสั่งซื้อ 130B1114



ภาพประกอบ 8.7: ชุดอุปกรณ์ติดตั้งระยะไกล LCP ประกอบด้วย LCP แบบตัวเลข สลักภัณฑ์ ปะเก็น_

มีชุดอุปกรณ์ติดตั้งระยะไกล LCP ที่ไม่มี LCP จำหน่ายด้วยเช่นกัน หมายเลขการสั่งซื้อ: 130B1117



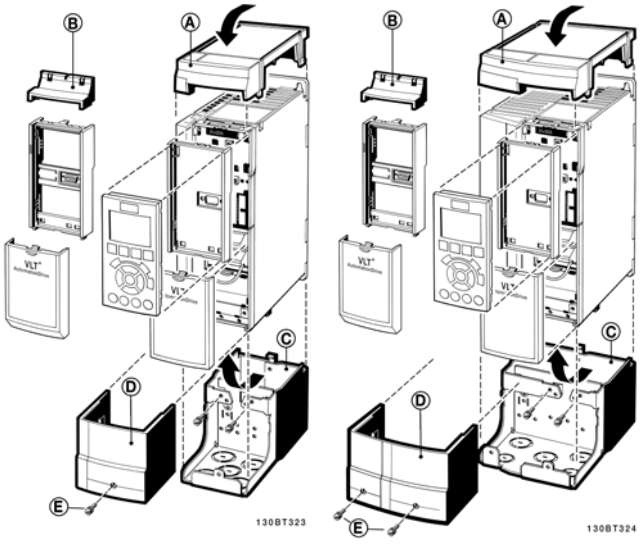
8.1.16. ชุดกรอบหุ้ม IP 21/IP 4X/ TYPE 1

IP 20/IP 4X top/ TYPE 1 เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์เสริมของชุดกรอบหุ้ม ที่ใช้กับชุดคอมแพค IP 20 หากใช้ชุดกรอบหุ้มชุด IP 20 จะได้รับการปรับปรุงคุณสมบัติให้สอดคล้องกับกรอบหุ้ม IP 21/ 4X top/TYPE 1

รุ่น IP 4X สามารถนำไปใช้กับรุ่นมาตรฐานของ IP 20 FC 30X แบบต่างๆ ได้ทุกรุ่น

8.1.17. กรอบหุ้ม IP 21/Type 1

A – ฝาครอบด้านบน
B – ขอบปีก
C – ส่วนฐาน
D – ฝาปิดส่วนฐาน
E – สกรู
ปิดฝาครอบด้านบนตามที่แสดงในภาพ หากใช้อุปกรณ์เสริม A หรือ B จะต้องติดตั้งส่วนขอบปีกไว้เพื่อปิดช่องที่ด้านบน ติดตั้งส่วนฐาน C ไว้ที่ด้านล่างของชุดขับ และใช้ตัวยึดจากกระเป๋าอุปกรณ์เสริมเพื่อยึดสายเคเบิลให้เหมาะสม รูสำหรับเคเบิลแกลนด์มีดังนี้
ขนาด A2: 2x M25 และ 3xM32
ขนาด A3: 3xM25 และ 3xM32



8.1.18. ตัวกรองคลื่นไซน์

เมื่อมอเตอร์ถูกควบคุมโดยตัวแปลงความถี่ จะได้ยินเสียงรบกวนรีโซแนนซ์จากมอเตอร์ เสียงรบกวนนี้เป็นผลจากการออกแบบของมอเตอร์ ซึ่งจะดังขึ้นทุกครั้งเมื่อสวิตช์อินเวอร์เตอร์ในตัวแปลงความถี่ทำงาน ดังนั้นความถี่ของเสียงรบกวนรีโซแนนซ์จะสัมพันธ์กับความถี่สวิตชิ่งของตัวแปลงความถี่

สำหรับเครื่องรุ่น FC 300 นั้น Danfoss มีตัวกรองคลื่นไซน์เพื่อใช้ในการลดเสียงรบกวนของมอเตอร์จำหน่าย

ตัวกรองนี้จะลดเวลาการเพิ่มของแรงดันไฟฟ้า, ค่ายอดของแรงดันโหลด U_{PEAK} และกระแสริปเปิ้ล (ระลอก) ΔI ที่ส่งไปยังมอเตอร์ ซึ่งหมายความว่ารูปคลื่นของกระแสและแรงดันจะเกือบเป็นคลื่นรูปไซน์ ดังนั้นเสียงรบกวนของมอเตอร์ก็จะลดลงต่ำสุด

กระแสริปเปิ้ลในตัวกรองคลื่นไซน์อาจสร้างเสียงรบกวนบ้าง แก้ปัญหาได้โดยการติดตั้งตัวกรองรวมไว้ในตู้หรือสิ่งห่อหุ้มที่คล้ายกัน

8

9

9. การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485

9.1. การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485

9.1.1. ภาพรวม

RS-485เป็นการอินเตอร์เฟซบัสแบบใช้สายสองเส้นซึ่งเข้ากันได้กับโครงสร้างเครือข่ายแบบส่งข่าวสารหลายจุด เช่น เชื่อมต่อโหนดเป็นบัส หรือผ่านทางสายส่งสัญญาณจากชุมสายร่วม โหนดจำนวน 32 โหนดสามารถเชื่อมต่อกันเป็นหนึ่งกลุ่มเครือข่าย
กลุ่มเครือข่ายจะถูกแบ่งตามจำนวนตัวทวนสัญญาณ โปรดจำไว้ว่าแต่ละตัวทวนสัญญาณจะทำงานเป็นโหนดภายในกลุ่มที่ติดตั้งอยู่ แต่ละโหนดที่เชื่อมต่อภายในเครือข่ายที่กำหนดให้จะต้องมีที่อยู่ของโหนดโดยเฉพาะทั่วทุกกลุ่ม
เชื่อมต่อทั้งสองปลายของแต่ละกลุ่ม โดยใช้สวิตช์เชื่อมต่อ (S801) ของตัวแปลงความถี่หรือการเชื่อมต่อที่ส่งผลต่อความต้านทานเครือข่าย ควรใช้สายเคเบิลคู่บิดเกลียวแบบมีชีลเสมอสำหรับการเดินสายให้กับบัสและควรปฏิบัติตามวิธีการติดตั้งที่ดีอยู่เสมอ
การเชื่อมต่อลงดินด้วยอิมพิแดนซ์ต่ำของชีลทุกๆโหนดเป็นสิ่งสำคัญรวมถึงที่ความถี่สูง ซึ่งสามารถทำได้โดยการต่อหน้าสัมผัสที่กว้างของสายชีลเข้ากับดิน เช่นด้วยการใช้ตัวยึดจับสายหรือใช้เคเบิลแกลนด์ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำ อาจจำเป็นต้องใช้สายปรับความต่างศักย์เพื่อรักษาความต่างศักย์ของดินให้เท่ากันทั่วทั้งเครือข่าย โดยเฉพาะในการติดตั้งที่มีความยาวสายมากๆ
เพื่อป้องกันอิมพิแดนซ์ที่ไม่ตรงกันให้ใช้สายชนิดเดียวกันตลอดทั่วทั้งเครือข่ายเสมอ เมื่อต่อมอเตอร์เข้ากับตัวแปลงความถี่ ให้ใช้สายเคเบิลมอเตอร์ที่มีชีลเสมอ

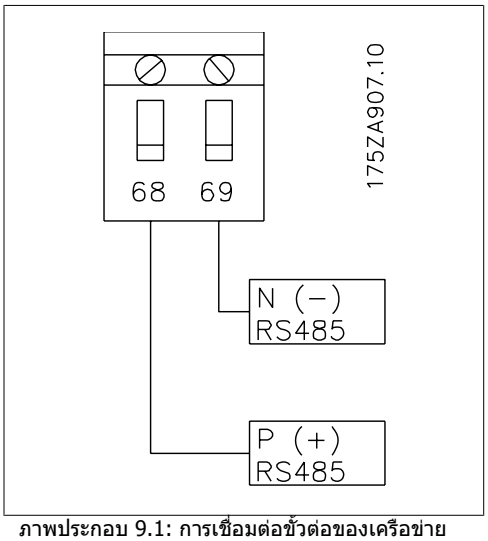
สายเคเบิล: ชนิดคู่บิดเกลียวมีชีล (STP)
อิมพิแดนซ์ : 120 โอห์ม
ความยาวสายเคเบิล: สูงสุด 1200 ม. (รวมถึงสายที่ต่อแยก)
สูงสุด 500 ม. จากสถานีถึงสถานี

9.1.2. การเชื่อมต่อเครือข่าย

เชื่อมต่อตัวแปลงความถี่เข้ากับเครือข่าย RS-485 ดังต่อไปนี้ (ดูรายละเอียดตามแผนภาพ)

1. เชื่อมสายสัญญาณเข้ากับขั้วต่อ 68 (P+) และขั้วต่อ 69 (N-) บนบอร์ดควบคุมหลักของตัวแปลงความถี่
2. เชื่อมต่ชีลของสายเคเบิลเข้ากับตัวจับยึดสาย

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
แนะนำให้ใช้สายคู่บิดเกลียวมีชีลเพื่อช่วยลดการรบกวนระหว่างตัวนำ

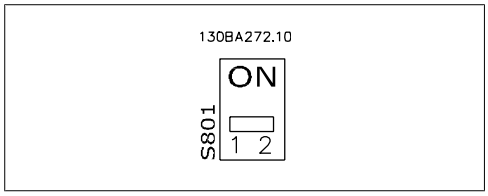


ภาพประกอบ 9.1: การเชื่อมต่อขั้วต่อของเครือข่าย

9.1.3. ขั้วต่อบัส RS 485

ใช้สวิตช์ปุ่มบนบอร์ดควบคุมหลักของตัวแปลงความถี่เพื่อต่อบัส RS-485

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
การตั้งค่าจากโรงงานของสวิตช์ปุ่มคือ OFF

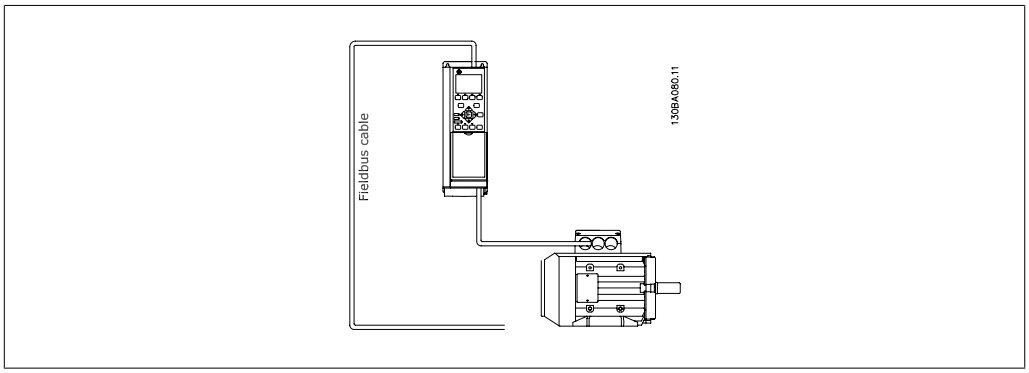


การตั้งค่าจากโรงงานของสวิตช์ของชุดต่อสาย

9.1.4. คำเตือนเกี่ยวกับ EMC

คำเตือนเกี่ยวกับ EMC ได้ให้คำแนะนำเพื่อที่จะทำให้การทำงานของเครือข่าย RS-485 ไม่มีการรบกวน

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ต้องปฏิบัติตามกฎข้อบังคับของแต่ละภูมิภาคและระดับประเทศที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ที่เกี่ยวข้องกับการต่อเชื่อมการต่อสายดิน สายเคเบิลสื่อสารของ RS-485 จะต้องมีระยะห่างจากสายเคเบิลของมอเตอร์และตัวต้านทานเบรคเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการรบกวนความถี่สูงจากสายหนึ่งไปอีกสายหนึ่ง ระยะห่างที่เพียงพอโดยปกติเท่ากับ 200 มม.(8 นิ้ว) แต่แนะนำให้มีระยะห่างให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยเฉพาะที่สายเคเบิลมีการลากขนานเป็นระยะทางไกลๆ หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงการทับข้ามกันได้ สายเคเบิล RS-485 จะต้องเดินสายข้ามในมุม 90 องศากับสายเคเบิลมอเตอร์และสายตัวต้านทานเบรค



โปรโตคอลของ FC ซึ่งอาจเรียกว่าบัสของ FC หรือบัสมาตรฐาน เป็นฟิลด์บัสมาตรฐานของชุดขับของ Danfoss ซึ่งกำหนดเทคนิคการเข้าถึงตามหลักการของระบบหลัก-ระบบรองสำหรับการสื่อสารผ่านทางบัสอนุกรม
ระบบหลัก 1 ระบบและระบบรองสูงสุด 126 ระบบสามารถต่อเข้ากับบัส แต่ละระบบรองจะถูกเลือกโดยระบบหลักผ่านทางที่คุณลักษณะที่อยู่ในการส่งข้อความ โดยระบบรองเองจะไม่สามารถส่งโดยไม่มีการร้องขอให้ส่งมาก่อนไม่ได้ และการโอนข้อความโดยตรงระหว่างระบบรองแต่ละระบบไม่สามารถทำได้ การสื่อสารจะเกิดในรูปแบบ half-duplex
ฟังก์ชันของระบบหลักไม่สามารถถูกส่งไปยังโหนดอื่น (ระบบหลักเดียว)

ชั้นกายภาพได้แก่ RS-485 ดังนั้นให้ต่อพอร์ต RS-485 เข้ากับตัวแปลงความถี่ โปรโตคอลของ FC รองรับรูปแบบการส่งข้อความที่แตกต่างกัน รูปแบบสั้นขนาด 8 ไบต์สำหรับข้อมูลของกระบวนการ และรูปแบบยาวขนาด 16 ไบต์ที่รวมเข้าไว้ในช่องของพารามิเตอร์ การส่งข้อความรูปแบบที่สามคือการใช้สำหรับข้อความตัวอักษร

9

9.3. การกำหนดรูปแบบเครือข่าย

9.3.1. ชุดคำสั่งของตัวแปลงความถี่ FC 300

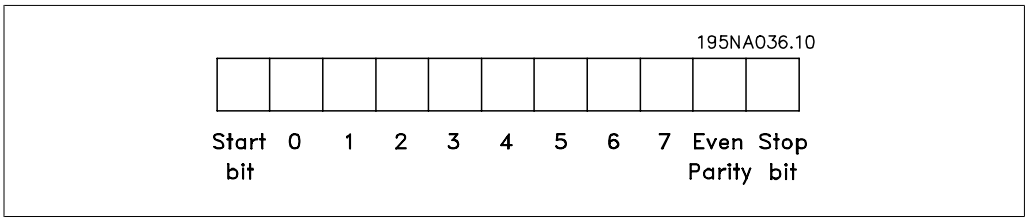
ตั้งพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้เพื่อเปิดใช้งานโปรโตคอล FC สำหรับ FC 300

หมายเลขพารามิเตอร์	ชื่อพารามิเตอร์	การตั้งค่า
8-30	โปรโตคอล	FC
8-31	แอดเดรส	1 - 126
8-32	อัตราบอด	2400 - 115200
8-33	พาริตี้ / บิตหยุด	ภาวะคู่ 1 บิตหยุด (ค่าตั้งจากโรงงาน)

9.4. โครงสร้างกรอบข้อความของโปรโตคอล FC – FC 300

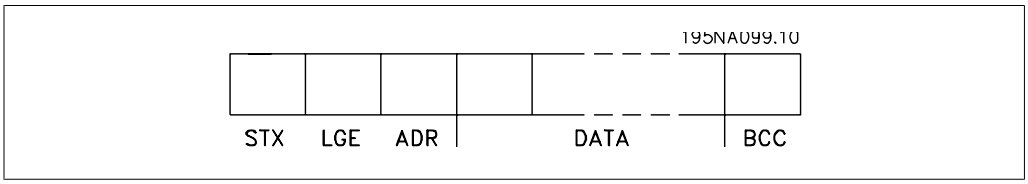
9.4.1. องค์ประกอบของอักขระ (ไบต์)

แต่ละอักขระที่ถ่ายโอนจะเริ่มต้นด้วยบิตเริ่มต้น จากนั้นจะถ่ายโอนบิตข้อมูล 8 บิต ที่เกี่ยวข้องกับไบต์นั้น แต่ละอักขระจะมีการป้องกันความผิดพลาดด้วยบิตภาวะคู่หรือคี่ ซึ่งจะตั้งไว้ที่ “1” เมื่อตรงภาวะ (เช่น เมื่อมีจำนวนที่เท่ากันโดยรวมของ 1 ในบิตข้อมูลทั้ง 8 บิตและบิตภาวะคู่หรือคี่) อักขระจะสิ้นสุดด้วยบิตหยุด ดังนั้นจึงรวมเป็นทั้งหมด 11 บิต



9.4.2. โครงสร้างการส่งข้อความ

แต่ละข้อความจะเริ่มต้นด้วยอักขระเริ่มต้น (STX) = 02 ฐานสิบหก ตามด้วยไบต์ระบุความยาวของข้อความ (LGE) และไบต์ระบุที่อยู่ (ADR) ของตัวแปลงความถี่ ตามด้วยจำนวนของไบต์ข้อมูล (ตัวแปร ขึ้นอยู่กับประเภทของข้อความที่ส่ง) ข้อความที่ส่งจะจบด้วยไบต์ควบคุมข้อมูล (BCC)



9.4.3. ความยาวการส่งข้อความ (LGE)

ความยาวการส่งข้อความคือ จำนวนไบต์ข้อมูล บวกไบต์ที่อยู่ ADR และไบต์ควบคุมข้อมูล BCC

ความยาวการส่งข้อความ 4 ไบต์ข้อมูล คือ:	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 ไบต์
ความยาวการส่งข้อความ 12 ไบต์ข้อมูล คือ:	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 ไบต์
ความยาวการส่งข้อความที่บรรจุตัวอักษรคือ	$10^{1)}$+n ไบต์

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

9.4.4. 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

ระบบรองจะส่งกลับไบต์ที่อยู่ที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปยังระบบหลักในข้อความตอบรับ

9.4.5. ไบต์ควบคุมข้อมูล (BCC)

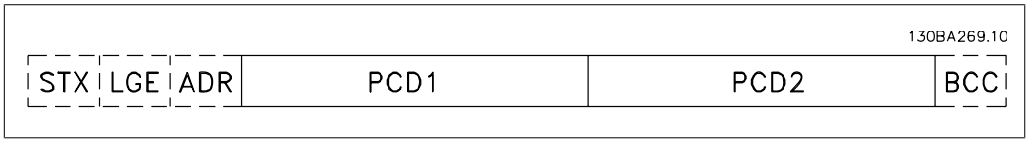
ผลรวมที่ตรวจสอบจะคำนวณเป็นฟังก์ชัน XOR ก่อนจะได้รับไบต์แรกในการส่งข้อความ ผลรวมที่ตรวจสอบจากการคำนวณจะเป็น 0

9.4.6. เขตข้อมูล

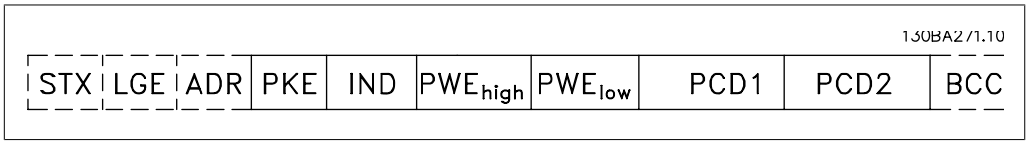
โครงสร้างของกลุ่มข้อมูลจะขึ้นอยู่กับประเภทของการส่งข้อความ ประเภทการส่งข้อความมีอยู่ 3 รูปแบบ และรูปแบบที่ใช้สำหรับกับการส่งข้อความควบคุม (ระบบหลัก=>ระบบรอง) และการส่งข้อความตอบรับ (ระบบรอง=>ระบบหลัก)

การส่งข้อความมีอยู่ 3 รูปแบบคือ:

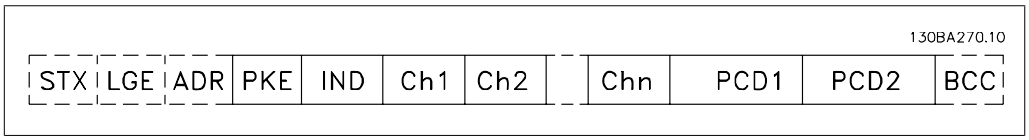
กลุ่มประมวลผล (PCD):
PCD ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูล 4 ไบต์ (2 ข้อความ) และบรรจุ:
- ค่าสั่งควบคุมและค่าอ้างอิง (จากระบบหลักไปยังระบบรอง)
- ข้อความแสดงสถานะและความถี่เอาท์พุทปัจจุบัน (จากระบบรองไปยังระบบหลัก)



กลุ่มพารามิเตอร์:
กลุ่มพารามิเตอร์ใช้ในการถ่ายโอนพารามิเตอร์ระหว่างระบบหลักและระบบรอง กลุ่มข้อมูลประกอบด้วย 12 ไบต์ (6 ข้อความ) และยังมีกลุ่มประมวลผลด้วย

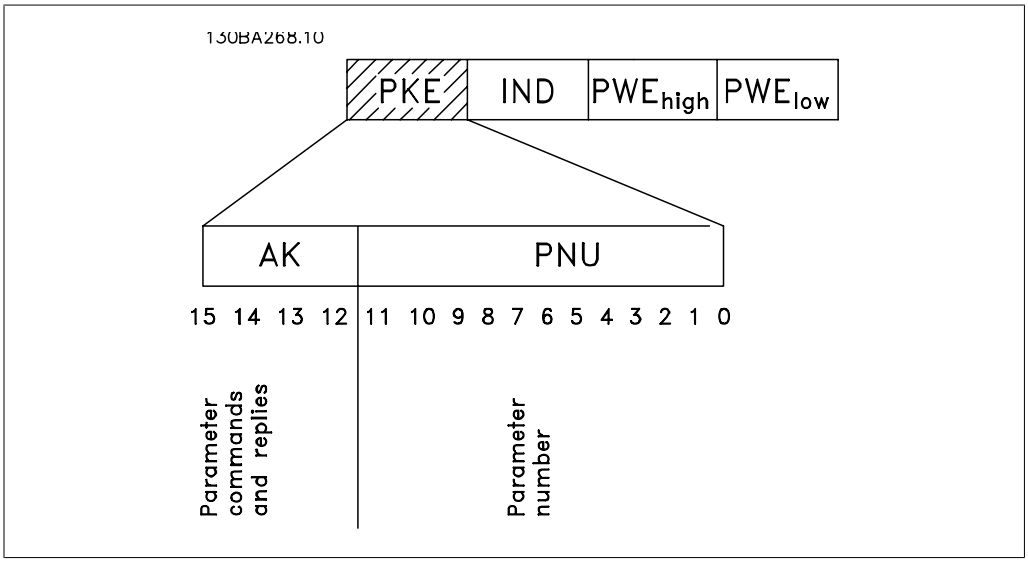


กลุ่มตัวอักษร:
กลุ่มตัวอักษรใช้ในการอ่านหรือเขียนตัวอักษรผ่านทางกลุ่มข้อมูล



9.4.7. เขตข้อมูล PKE

เขตข้อมูล PKE ประกอบด้วย 2 เขตย่อย: คำสั่งพารามิเตอร์และคำสั่งที่ตอบรับ และหมายเลขพารามิเตอร์ PNU:



บิตหมายเลข 12-15 ถ่ายโอนคำสั่งพารามิเตอร์จากระบบหลักไปยังระบบรองและส่งกลับการตอบรับจากระบบรองที่ประมวลผลแล้วมายังระบบหลัก

พารามิเตอร์ที่สั่งจากระบบหลัก ⇒ ระบบรอง

หมายเลขบิต				คำสั่งพารามิเตอร์
15	14	13	12	
0	0	0	0	ไม่มีคำสั่ง
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

การตอบสนองจากระบบรอง ⇒ระบบหลัก

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	ตัวอักษรที่ถ่ายโอน

หากคำสั่งไม่สามารถดำเนินการ ระบบรองจะส่งการตอบรับนี้:
0111 ไม่สามารถดำเนินการคำสั่ง
- และออกรายงานฟอลต์ดังต่อไปนี้ในค่าพารามิเตอร์ (PWE):

PWE ต่ำ (Hex)	รายงานความผิดพลาด
0	เลขพารามิเตอร์ที่ใช้ไม่มีอยู่
1	ไม่มีสิทธิ์เขียนไปยังพารามิเตอร์ที่ระบุ
2	ค่าข้อมูลเกินขีดจำกัดของพารามิเตอร์
3	ดัชนีย่อยที่ใช้ไม่มีอยู่
4	พารามิเตอร์ไม่ใช่แบบอาร์เรย์
5	ประเภทข้อมูลไม่ตรงกับพารามิเตอร์ที่ระบุ
11	การเปลี่ยนข้อมูลในพารามิเตอร์ไม่อาจทำได้ในโหมดปัจจุบันของตัวแปลงความถี่ พารามิเตอร์ที่มีจะเปลี่ยนแปลงได้เมื่อปิดมอเตอร์
82	ไม่มีสิทธิเข้าใช้บัสไปยังพารามิเตอร์ที่ระบุ
83	การเปลี่ยนข้อมูลไม่อาจทำได้เนื่องจากการตั้งค่าจากโรงงานถูกเลือกอยู่

9.4.8. หมายเลขพารามิเตอร์ (PNU)

บิตเลขที่ 0-11 ถ่ายโอนหมายเลขพารามิเตอร์ ฟังก์ชันของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องจะระบุในคำอธิบายพารามิเตอร์จากคู่มือตั้งโปรแกรม

9.4.9. ดัชนี (IND)

ดัชนีจะถูกใช้ร่วมกับหมายเลขพารามิเตอร์เพื่อเข้าถึงการอ่าน/เขียนพารามิเตอร์ที่มีดัชนี เช่น พารามิเตอร์ 15-30 *รหัสข้อผิดพลาด* ดัชนีประกอบด้วย 2 ไบต์ ได้แก่ไบต์ต่ำและไบต์สูง

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
เฉพาะไบต์ต่ำเท่านั้นที่จะใช้เป็นดัชนี

9.4.10. ค่าพารามิเตอร์ (PWE)

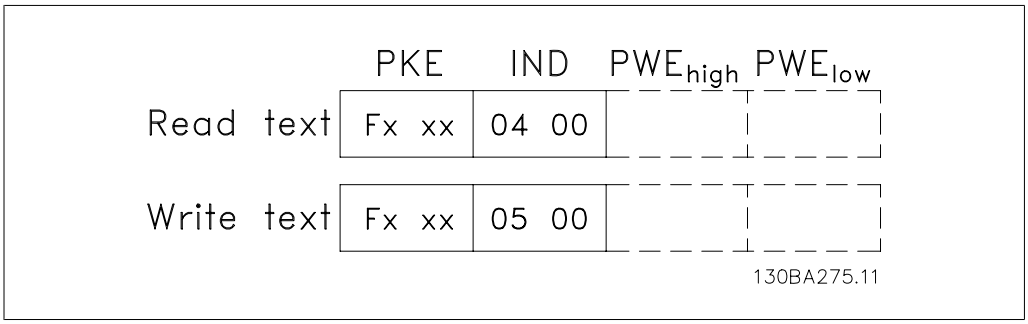
กลุ่มค่าพารามิเตอร์ประกอบด้วย 2 คำ (4 ไบต์) และค่าจะขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ระบุ (AK) ระบบหลักจะพร้อมสำหรับพารามิเตอร์เมื่อกลุ่ม PWE ไม่มีค่าอยู่ภายใน เมื่อต้องการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ (เขียน) ให้เขียนค่าใหม่ในกลุ่ม PWE และส่งจากระบบหลักไประบบรอง

เมื่อระบบรองตอบรับคำขอพารามิเตอร์ (คำสั่งอ่าน) ค่าพารามิเตอร์ปัจจุบันในบล็อก PWE จะถูกโอนและส่งกลับไปให้ระบบหลัก หากพารามิเตอร์ไม่มีค่าตัวเลขบรรจุอยู่ แต่มีตัวเลือกข้อมูลหลายอย่าง เช่น พารามิเตอร์ 0-01 ภาษา โดยที่ [0] หมายถึง อังกฤษ และ [4] หมายถึง เดนมาร์ก ให้เลือกค่าข้อมูลโดยป้อนค่าในกลุ่ม PWE โปรดดูตัวอย่าง - การเลือกค่าข้อมูล การสื่อสารอนุกรมใช้เฉพาะกับการอ่านค่าพารามิเตอร์ที่มีข้อมูลประเภท 9 (สตริงข้อความ) เท่านั้น

พารามิเตอร์ 15-40 ถึง 15-53 มีข้อมูลประเภท 9
ยกตัวอย่าง อ่านค่าขนาดของหน่วยและช่วงของแรงดันไฟฟ้าหลักในพารามิเตอร์ 15-40 *ประเภทของ FC* เมื่อมีการถ่ายโอนสตริงข้อความ (อ่าน) ความยาวของการส่งข้อความจะผันแปร และตัวอักษรจะมีความยาวต่างกัน ความยาวของการส่งข้อความจะถูกกำหนดในไบต์ที่ 2 ของข้อความที่ส่ง LGE เมื่อใช้ข้อความถ่ายโอนคุณลักษณะของดัชนีไม่ว่าจะอ่านหรือเขียนคำสั่ง

ในการอ่านข้อความผ่านกลุ่ม PWE ให้ตั้งค่าสั่งพารามิเตอร์ (AK) เป็น 'F' ในเลขฐานสิบหก ไบต์สูงของคุณลักษณะดัชนีต้องเท่ากับ "4"

บางพารามิเตอร์จะมีข้อความที่ถูกเขียนผ่านบัสอนุกรม เมื่อต้องการเขียนข้อความผ่านกลุ่ม PWE ให้ตั้งค่าสั่งพารามิเตอร์ (AK) เป็น 'F' ในเลขฐานสิบหก ไบต์สูงของคุณลักษณะดัชนีต้องเท่ากับ "5"



9.4.11. ชนิดของข้อมูลที่รองรับโดย FC 300

Unsigned หมายถึงไม่มีการกำหนดว่าเป็นค่าบวกหรือลบในข้อมูลหรือข้อความ

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

9.4.12. การแปลงค่า

คุณลักษณะย่อยที่แตกต่างของแต่ละพารามิเตอร์แสดงอยู่ในหัวข้อการตั้งค่าจากโรงงาน ค่าพารามิเตอร์จะถูกถ่ายโอนเป็นหมายเลขเท่านั้น ดังนั้นจะใช้ตัวประกอบการแปลงเพื่อถ่ายโอนเป็นเลขฐานสิบ

พารามิเตอร์ 4-12 *ความเร็วมอเตอร์, ขีดจำกัดต่ำ* มีตัวประกอบการแปลงที่ 0.1
เพื่อแสดงความถี่ต่ำสุดเป็น 10 Hz ให้โอนค่าเท่ากับ 100 ตัวประกอบการแปลงค่าที่ 0.1 หมายถึงค่าที่จะถูกโอนจะคูณด้วย 0.1 ดังนั้น ค่า 100 ก็จะถูกอ่านเป็น 10.0

ตารางการแปลงค่า

ดัชนีการแปลงค่า	ตัวประกอบการแปลงค่า
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

9.4.13. คำสั่งประมวลผล (PCD)

บล็อกของเวิร์ดที่ใช้ประมวลผลจะถูกแบ่งเป็นสองบล็อกๆ ละ 16 บิต ซึ่งจะเกิดขึ้นในลำดับที่ระบุเสมอ

PCD 1	PCD 2
การส่งข้อความควบคุม (คำสั่งควบคุม ระบบหลัก⇒ระบบรอง)	ค่าอ้างอิง
การส่งข้อความควบคุม (ระบบรอง ⇒ระบบหลัก) ข้อความแสดงสถานะ	ความถี่เอาท์พุทในปัจจุบัน

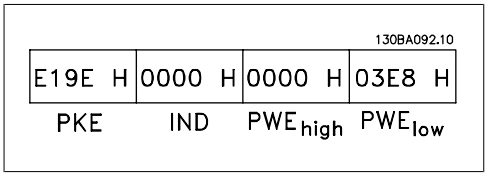
9.5. ตัวอย่าง

9.5.1. การเขียนค่าพารามิเตอร์

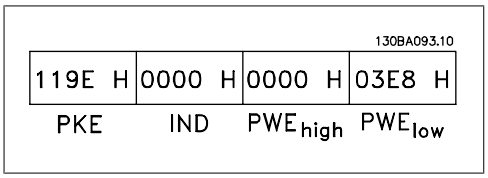
เปลี่ยนพารามิเตอร์ 4-14 *กำหนดความเร็วสูงสุดมอเตอร์*เป็น 100 Hz
เขียนข้อมูลลงใน EEPROM

PKE = E19E Hex - เขียนข้อความเดี่ยวในพารามิเตอร์ 4-14 *กำหนดความเร็วสูงสุดมอเตอร์ [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - ค่าข้อมูล 1000 จะตรงกับ 100 Hz โปรดดูการแปลงค่า

ข้อความที่ส่งจะเป็นดังนี้:



หมายเหตุ: พารามิเตอร์ 4-14 เป็นข้อความเดี่ยวและค่าสั่งสำหรับการเขียนพารามิเตอร์ใน EEPROM เป็น "E" หมายเลขพารามิเตอร์ 414 เท่ากับ 19E ในเลขฐานสิบหก

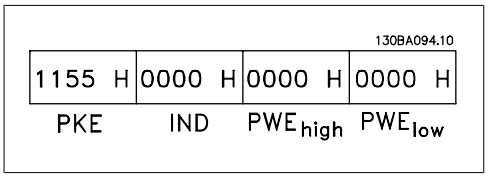


การตอบรับจากระบบรองไปให้ระบบหลัก จะเป็น:

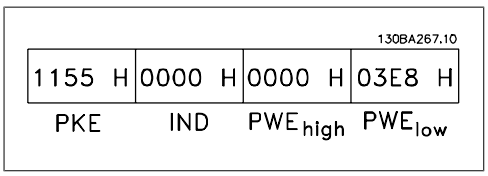
9.5.2. การอ่านค่าพารามิเตอร์

อ่านค่าในพารามิเตอร์ 3-41 *กำหนดเวลาเปลี่ยนความเร็วขาขึ้นชุด 1*

PKE = 1155 Hex - อ่านค่าในพารามิเตอร์ 3-41 *กำหนดเวลาเปลี่ยนความเร็วขาขึ้นชุด 1*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 0000 Hex



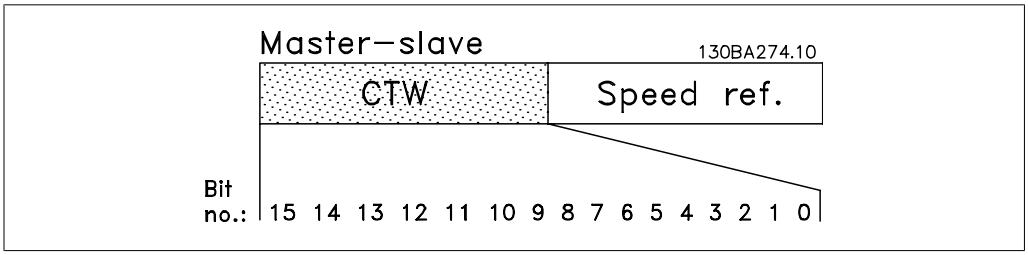
หากค่าในพารามิเตอร์ 3-41 *กำหนดเวลาเปลี่ยนความเร็วขาขึ้นชุด 1*เป็น 10 วินาที การตอบรับจากระบบรองไปยังระบบหลักคือ:



โน้ตสำหรับผู้อ่าน
3E8 ในเลขฐานสิบหกซึ่งเท่ากับ 1000 ในเลขฐานสิบ ดัชนีการแปลงสำหรับพารามิเตอร์ 3-41 เป็น -2 เช่น 0.01

9.6. โปรไฟล์ควบคุม FC ของ Danfoss

9.6.1. ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ของ FC (พารามิเตอร์ 8-10 = โปรไฟล์ของ FC)



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

คำอธิบายบิตควบคุม

<u>บิต 00/01</u>

ใช้บิต 00 และ 01 เพื่อเลือกระหว่างค่าอ้างอิงสี่ค่า ซึ่งตั้งโปรแกรมล่วงหน้าในพารามิเตอร์ 3-10 *ค่าอ้างอิงที่ตั้งไว้ล่วงหน้า* ตามตารางที่แสดง:

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

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ทำการเลือกในพารามิเตอร์ 8-56 *เลือกค่าอ้างอิงที่ตั้งไว้ล่วงหน้า* เพื่อระบุวิธีที่บิต 00/01 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

<u>บิต 02 เบรคกระแสตรง:</u>

บิต 02 = '0' จะทำให้เกิดการเบรคกระแสตรงและหยุด ตั้งกระแสเบรคและระยะเวลาเบรคในพารามิเตอร์ 2-01 *กระแสในการเบรคด้วยกระแสตรง* และ 2-02*เวลาในการเบรคด้วยกระแสตรง* บิต 02 = '1' จะนำไปสู่การเปลี่ยนความเร็ว

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

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ทำการเลือกในพารามิเตอร์ 8-50 *เลือกแบบลื่นไหล* เพื่อระบุวิธีที่บิต 03 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 04 การหยุดด่วน:
บิต 04 = '0': จะทำการเปลี่ยนความเร็วขาลงของมอเตอร์จนมอเตอร์หยุด (ตั้งในพารามิเตอร์ 3-81 *เวลาเปลี่ยนความเร็วขาลงการหยุดด่วน*

บิต 05 ค้างความถี่เอาท์พุท
บิต 05 = '0': ค้างความถี่เอาท์พุทปัจจุบัน (เป็น Hz) เปลี่ยนความถี่เอาท์พุทที่ล็อกค้างโดยใช้อินพุทดิจิตัล (พารามิเตอร์ 5-10 ถึง 5-15) ที่ตั้งโปรแกรมเป็น*ความเร็วเพิ่ม* และ*ความเร็วลด*เท่านั้น

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
หากเอาท์พุทที่ล็อกค้างทำงาน ตัวแปลงความถี่จะถูกหยุดได้ด้วยวิธีต่อไปนี้เท่านั้น:

- บิต 03 หยุดแบบลื่นไหล
- บิต 02 เบรคด้วยกระแสตรง
- อินพุทดิจิตัล (พารามิเตอร์ 5-10 ถึง 5-15) ที่ตั้งโปรแกรมเป็น*เบรคด้วยกระแสตรง*, *หยุดแบบลื่นไหล* หรือ*รีเซ็ต* และ*หยุดแบบลื่นไหล*

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

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ทำการเลือกในพารามิเตอร์ 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': ความถี่เอาท์พุทจะถูกกำหนดโดยพารามิเตอร์ 3-19 *ความเร็ว Jog*

บิต 09 การเลือกการเปลี่ยนความเร็ว 1/2:
บิต 09 = "0": การเปลี่ยนความเร็ว 1 ทำงาน (พารามิเตอร์ 3-40 ถึง 3-47) บิต 09 = "1": การเปลี่ยนความเร็ว 2 ทำงาน (พารามิเตอร์ 3-50 ถึง 3-57)

บิต 10 ข้อมูลไม่ถูกต้อง/ข้อมูลถูกต้อง:
บอกตัวแปลงความถี่ว่าให้ใช้หรือละเลยคำสั่งควบคุม บิต 10 = '0': ละเลยคำสั่งควบคุม บิต 10 = '1': ใช้คำสั่งควบคุม ฟังก์ชันนี้มีความสำคัญ เนื่องจากการส่งข้อความมักประกอบด้วยคำสั่งควบคุมเสมอ โดยไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของข้อความ ดังนั้นคุณสามารถปิดคำสั่งควบคุมหากไม่ต้องการใช้เมื่อทำการอัพเดตหรืออ่านพารามิเตอร์

บิต 11 รีเลย์ 01:
บิต 11 = "0": ไม่ใช้งานรีเลย์ บิต 11 = "1": รีเลย์ 01 ที่ทำงานจะมี*คำสั่งควบคุม 11* ที่ถูกเลือกใน พารามิเตอร์ 5-40*รีเลย์ฟังก์ชัน*

บิต 12 รีเลย์ 04:
บิต 12 = "0": รีเลย์ 04 ไม่ทำงาน บิต 12 = "1": รีเลย์ 04 ที่ทำงานจะมี*คำสั่งควบคุม 12* ที่ถูกเลือกใน พารามิเตอร์ 5-40*รีเลย์ฟังก์ชัน*

บิต 13/14 การเลือกชุดคำสั่ง:
ใช้บิต 13 และ 14 เพื่อเลือกชุดคำสั่งทั้งสี่แบบ ตาม ตารางที่แสดง .

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

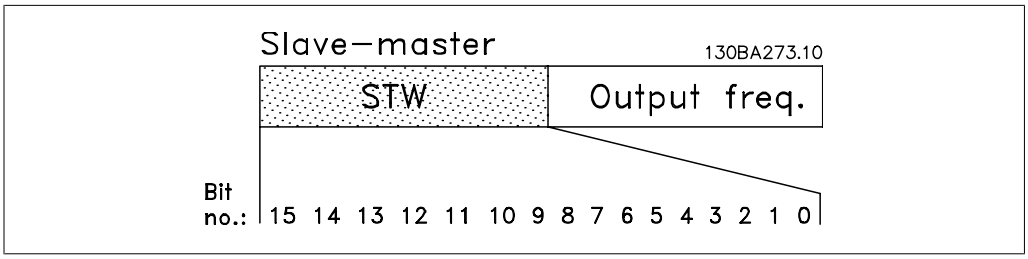
ฟังก์ชันส่วนนี้จะใช้ได้เมื่อเลือก*ชุดคำสั่งหลายชุด* ในพารามิเตอร์ 0-10 *ชุดคำสั่งใช้งาน*

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ทำการเลือกในพารามิเตอร์ 8-55 *เลือกชุดคำสั่ง* เพื่อระบุวิธีที่บิต 13/14 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 15 กลับทิศทาง:
บิต 15 = '0': ไม่กลับทิศทาง บิต 15 = '1': กลับทิศทาง ในการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน การกลับทิศทางจะถูกตั้งเป็นดิจิตัลในพารามิเตอร์ 8-54 *เลือกกลับทิศทาง* บิต 15 จะทำให้มีการกลับทิศทางเฉพาะเมื่อเลือกการสื่อสารอนุกรม, ตรรกะ or หรือ ตรรกะ and เท่านั้น

9

9.6.2. ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ของ FC (STW) (พารามิเตอร์ 8-10 = โปรไฟล์ของ FC)



บิต	บิต = 0	บิต = 1
00	การควบคุมไม่พร้อม	การควบคุมพร้อม
01	ชุดขับไม่พร้อม	ชุดขับพร้อม
02	ลื่นไหล	ใช้งาน
03	ไม่มีข้อผิดพลาด	ตัดการทำงาน
04	ไม่มีข้อผิดพลาด	ข้อผิดพลาด (ไม่ตัดการทำงาน)
05	สำรองไว้	-
06	ไม่มีข้อผิดพลาด	ตัดล็อกการทำงาน
07	ไม่มีคำเตือน	การเตือน
08	ความเร็ว ≠ ค่าอ้างอิง	ความเร็ว = ค่าอ้างอิง
09	การใช้งานหน้าเครื่อง	การควบคุมบัส
10	ออกนอกขีดกำจัดความถี่	ขีดจำกัดความถี่ปกติ
11	ไม่ทำงาน	ระหว่างการทำงาน
12	ชุดขับปกติ	หยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ
13	แรงดันปกติ	แรงดันเกิน
14	แรงบิดปกติ	แรงบิดเกิน
15	ตัวตั้งเวลาปกติ	ตัวตั้งเวลาเกิน

คำอธิบายบิตแสดงสถานะ

บิต 00 การควบคุมพร้อม/ไม่พร้อม:
บิต 00 = '0': ตัวแปลงความถี่ตัดการทำงาน บิต 00 = '1': การควบคุมตัวแปลงความถี่พร้อม แต่ส่วนประกอบกำลังไม่ได้รับการจ่ายไฟที่จำเป็น (ในกรณีของการจ่ายไฟ 24 V ภายนอกมายังส่วนควบคุม).

บิต 01 ชุดขับพร้อม:
บิต 01 = '1': ตัวแปลงความถี่พร้อมทำงาน แต่คำสั่งแบบลื่นไหล ถูกใช้งานผ่านอินพุทดิจิตัล หรือการสื่อสารอนุกรม

บิต 02 การหยุดแบบลื่นไหล:
บิต 02 = '0': ตัวแปลงความถี่จะปล่อยมอเตอร์ บิต 02 = '1': ตัวแปลงความถี่เริ่มการทำงานของมอเตอร์ด้วยคำสั่งสตาร์ท

บิต 03 ไม่มีข้อผิดพลาด/ตัดการทำงาน:
บิต 03 = '0': ตัวแปลงความถี่ไม่อยู่ในโหมดฟอลต์ บิต 03 = '1': ตัวแปลงความถี่ตัดการทำงาน ในการต่อการทำงานอีกครั้ง กด [Reset]

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

บิต 05 ไม่ใช้:
บิต 05 ไม่ได้ใช้ในข้อความแสดงสถานะ

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

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

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

บิต 09 การใช้งานหน้าเครื่อง/การควบคุมบัส:
บิต 09 = '0': [STOP/RESET] เปิดการทำงานบนชุดควบคุมหรือ*การควบคุมหน้าเครื่อง* ในพารามิเตอร์ 3-13 *ตำแหน่งอ้างอิง* ถูกเลือก คุณไม่สามารถควบคุมตัวแปลงความถี่ทางการสื่อสารอนุกรม บิต 09 = '1' สามารถควบคุมตัวแปลงความถี่ผ่าน ฟิลด์บัส/การสื่อสารอนุกรม

บิต 10 ออกนอกขีดจำกัดความถี่:
บิต 10 = '0': ความถี่เอาท์พุทมีค่าถึงจุดที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 4-11 *กำหนดความเร็วต่ำสุดมอเตอร์* หรือพารามิเตอร์ 4-13 *กำหนดความเร็วสูงสุดมอเตอร์* บิต 10 = "1": ความถี่เอาท์พุทอยู่ภายในขีดจำกัดที่ระบุ

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

บิต 12 ชุดขับปกติ/หยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ:
บิต 12 = '0': ไม่มีอุณหภูมิสูงเกินชั่วคราวในอินเวอร์เตอร์ บิต 12 = '1': อินเวอร์เตอร์หยุด เนื่องจากอุณหภูมิสูงเกิน แต่เครื่องไม่ตัดการทำงาน และจะเริ่มการทำงานต่อทันทีที่หยุดอุณหภูมิสูงเกิน

บิต 13 แรงดันปกติ/เกินขีดจำกัด:
บิต 13 = '0': ไม่มีคำเตือนเกี่ยวกับแรงดัน บิต 13 = '1': แรงดัน DC ในวงจรขั้นกลางของตัวแปลงความถี่มีระดับต่ำหรือสูงเกินไป

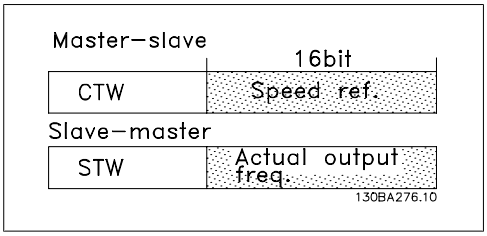
บิต 14 แรงบิดปกติ/เกินขีดจำกัด:
บิต 14 = '0': กระแสมอเตอร์ต่ำกว่าขีดจำกัดแรงบิดที่เลือกในพารามิเตอร์ 4-18 *ขีดจำกัดกระแส* บิต 14 = '1': ขีดจำกัดแรงบิดในพารามิเตอร์ 4-18 *ขีดจำกัดกระแส* เกินขีดจำกัด

บิต 15 ตัวตั้งเวลาปกติ/เกินขีดจำกัด:
บิต 15 = '0': ตัวตั้งเวลาสำหรับการป้องกันความร้อนมอเตอร์และการป้องกันความร้อน VLT ไม่เกิน 100%
บิต 15 = '1': ตัวตั้งเวลาตัวใดตัวหนึ่งเกิน 100%

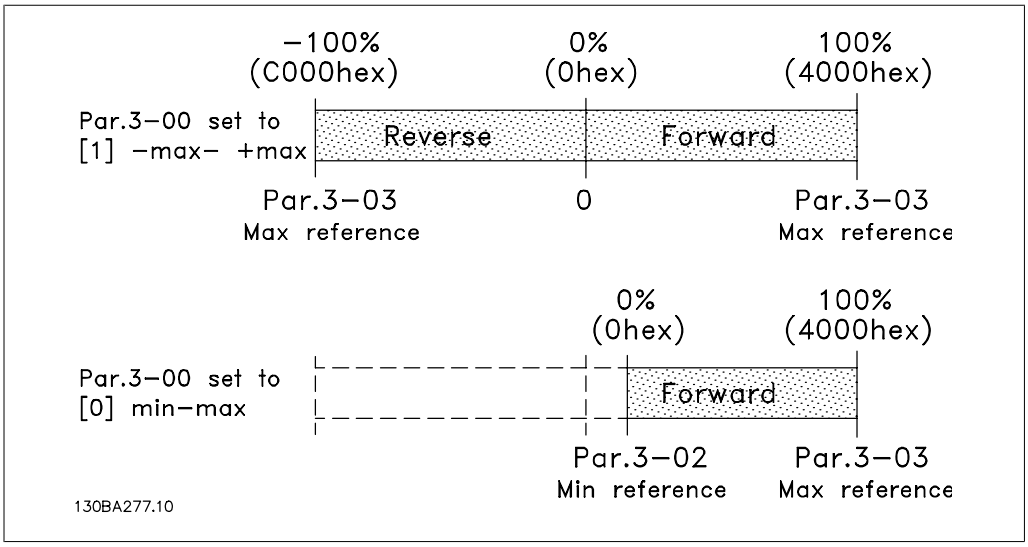
โน้ตสำหรับผู้อ่าน
ทุกบิตใน STW จะถูกตั้งเป็น '0' เมื่อสูญเสียการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เสริมอินเทอร์บัส (Interbus) และตัวแปลงความถี่ หรือเกิดปัญหาจากการสื่อสารภายใน

9.6.3. ค่าอ้างอิงความเร็วของบัส

ค่าอ้างอิงความเร็วที่ถูกส่งออกไปจากตัวแปลงความถี่ในค่าที่สัมพัทธ์เป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าจะถูกส่งออกไปในรูปแบบของข้อความจำนวนเต็ม 16 บิต (0-32767) และ ค่า 16384 (4000 Hex) จะเท่ากับ 100% ตัวเลขลบจะถูกกำหนดรูปแบบด้วยวิธีส่วนประกอบของ 2 ความถี่เอาท์พุทที่แท้จริง (MAV) จะตั้งสเกลในรูปแบบเดียวกันกับค่าอ้างอิงของบัส



ค่าอ้างอิงและ MAV มีสเกลดังต่อไปนี้:



9.6.4. โปรไฟล์ควบคุม ProfiDrive

หัวข้อนี้อธิบายเกี่ยวกับการทำงานของคำสั่งควบคุมและข้อความแสดงสถานะในโปรไฟล์ Profidrive เลือกโปรไฟล์นี้โดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ 8-10 *โปรไฟล์คำสั่งควบคุมให้กับ Profidrive*

9.6.5. คำสั่งควบคุมตามโปรไฟล์ PROFIdrive (CTW)

คำสั่งควบคุมใช้เพื่อส่งคำสั่งจากระบบหลัก (เช่น พีซี) ไปยังระบบรอง

บิต	บิต = 0	บิต = 1
00	ปิด 1	เปิด 1
01	ปิด 2	เปิด 2
02	ปิด 3	เปิด 3
03	ลื่นไหล	ไม่ลื่นไหล
04	การหยุดแบบด่วน	การเปลี่ยนความเร็ว
05	ค้างเอาท์พุทความถี่	ใช้การเปลี่ยนความเร็ว
06	หยุดโดยการเปลี่ยนความเร็ว	สตาร์ท
07	ไม่ทำงาน	รีเซ็ต
08	Jog1 ปิด	Jog 1 เปิด
09	Jog2 ปิด	Jog 2 เปิด
10	ข้อมูลไม่ถูกต้อง	ข้อมูลถูกต้อง
11	ไม่ทำงาน	ชะลอความเร็ว
12	ไม่ทำงาน	เพิ่มความเร็ว
13	การตั้งค่าพารามิเตอร์	การเลือก lsb
14	การตั้งค่าพารามิเตอร์	การเลือก msb
15	ไม่ทำงาน	กลับทิศทาง

คำอธิบายบิตควบคุม

<u>บิต 00 ปิด 1/เปิด 1</u>
การหยุดโดยการเปลี่ยนความเร็วปกติจะใช้เวลาเปลี่ยนความเร็วของการเปลี่ยนความเร็วที่เลือกจริง
บิต 00 = "0" จะทำให้เกิดการหยุดและการใช้งานรีเลย์เอาท์พุท 1 หรือ 2 เมื่อความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 0 Hz และเมื่อ [รีเลย์ 123] ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 5-40 *รีเลย์ฟังก์ชัน*
เมื่อบิต 00 = "1" ตัวแปลงความถี่จะอยู่ในสถานะ 1: "ถูกห้ามสวิตชิ่ง"
โปรดดูแผนภาพการเปลี่ยนสถานะของ Profidrive ในตอนท้ายของหัวข้อนี้

<u>บิต 01 ปิด 2/เปิด 2</u>
หยุดแบบลื่นไหล
บิต 01 = "0" จะทำให้เกิดการหยุดแบบลื่นไหลและการใช้งานของรีเลย์เอาท์พุท 1 หรือ 2 เมื่อความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 0 Hz และเมื่อ [รีเลย์ 123] ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 5-40 *รีเลย์ฟังก์ชัน*
เมื่อบิต 01 ="1" ตัวแปลงความถี่จะอยู่ในสถานะ 1: "ถูกห้ามสวิตชิ่ง" โปรดดูแผนภาพการเปลี่ยนสถานะของ Profidrive ในตอนท้ายของหัวข้อนี้

<u>บิต 02 ปิด 3/เปิด 3</u>
การหยุดด่วนโดยใช้เวลาเปลี่ยนความเร็วของพารามิเตอร์ 3-81 *เวลาเปลี่ยนความเร็วของการหยุดด่วน* เมื่อบิต 02 = "0" จะทำให้เกิดการหยุดด่วนและใช้งานรีเลย์เอาท์พุท 1 หรือ 2 เมื่อความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 0 Hz และเมื่อ [รีเลย์ 123] ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 5-40 *รีเลย์ฟังก์ชัน*
เมื่อบิต 02 ="1" ตัวแปลงความถี่จะอยู่ในสถานะ 1: "ถูกห้ามสวิตชิ่ง"
โปรดดูแผนภาพการเปลี่ยนสถานะของ Profidrive ในตอนท้ายของหัวข้อนี้

<u>บิต 03 ลื่นไหล/ไม่ลื่นไหล</u>
การหยุดแบบลื่นไหล บิต 03 = "0" จะทำให้เกิดการหยุด เมื่อบิต 03 ="1" ตัวแปลงความถี่จะสามารถสตาร์ทได้หากเงื่อนไขการสตาร์ทอื่นๆ ครบถ้วน

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
การเลือกในพารามิเตอร์ 8-50 เลือกแบบลื่นไหล จะกำหนดวิธีที่บิต 03 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องของอินพุทดิจิตัล

บิต 04 การหยุดด่วน/การเปลี่ยนความเร็ว
การหยุดด่วนโดยใช้เวลาเปลี่ยนความเร็วของพารามิเตอร์ 3-81 *เวลาเปลี่ยนความเร็วของการหยุดด่วน*
เมื่อบิต 04 ="0" จะเกิดการหยุดด่วน
เมื่อบิต 04 = "1" ตัวแปลงความถี่จะสามารถสตาร์ทได้หากเงื่อนไขการสตาร์ทอื่นๆ ครบถ้วน

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
การเลือกในพารามิเตอร์ 8-51 *การเลือกหยุดแบบด่วน* จะกำหนดวิธีที่บิต 04 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องของอินพุทดิจิตัล

บิต 05 ค้างเอาท์พุทความถี่/ใช้การเปลี่ยนความเร็ว
เมื่อบิต 05 = "0" ความถี่เอาท์พุทในขณะนั้นจะถูกค้างไว้ถึงแม้ว่าค่าอ้างอิงจะเปลี่ยนแปลง
เมื่อบิต 05 = "1" ตัวแปลงความถี่จะสามารถดำเนินการตามฟังก์ชันที่ควบคุมด้วยตัวเองอีกครั้ง การทำงานจะเกิดขึ้นตามค่าอ้างอิงโดยตามลำดับ

บิต 06 หยุดโดยการเปลี่ยนความเร็ว/สตาร์ท
การหยุดโดยการเปลี่ยนความเร็วปกติจะใช้เวลาเปลี่ยนความเร็วของการเปลี่ยนความเร็วจริงตามที่เลือก นอกจากนี้รีเลย์เอาท์พุท 01 หรือ 04 จะทำงานเมื่อความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 0 Hz หากรีเลย์ 123 ถูกเลือก ในพารามิเตอร์ 5-40*รีเลย์ฟังก์ชัน* บิต 06= "0" ทำให้เกิดการหยุด เมื่อบิต 06 ="1" ตัวแปลงความถี่จะสามารถสตาร์ทได้หากเงื่อนไขการสตาร์ทอื่นๆ ครบถ้วน

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
การเลือกในพารามิเตอร์ 8-53 *การเลือกการสตาร์ท* จะกำหนดวิธีที่บิต 06 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องของอินพุทดิจิตัล

บิต 07 ไม่ทำงาน/รีเซ็ต
รีเซ็ตหลังจากการปิดสวิตช์
รับทราบเหตุการณ์ในบัฟเฟอร์ของฟอลต์
เมื่อบิต 07 = "0" จะไม่เกิดการรีเซ็ต
การรีเซ็ตจะเกิดขึ้นหลังจากการปิดสวิตช์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความชันของบิต 07 เป็น "1"

บิต 08 Jog 1 ปิด/เปิด
การทำงานของความเร็วที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้าในพารามิเตอร์ 8-90 *ความเร็ว Jog 1 บัส* JOG 1 จะใช้ได้เมื่อ บิต 04 = "0" และบิต 00 - 03 = "1"

บิต 09 Jog 2 ปิด/เปิด
การทำงานของความเร็วที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้าในพารามิเตอร์ 8-91 *ความเร็ว Jog 2 บัส* JOG 2 จะใช้ได้เมื่อ บิต 04 = "0" และบิต 00 - 03 = "1"

บิต 10 ข้อมูลไม่ถูกต้อง/ถูกต้อง
ใช้เพื่อแจ้งให้ตัวแปลงความถี่ว่าคำสั่งควบคุมถูกใช้หรือถูกละเว้นหรือไม่ บิต 10 ="0" จะทำให้คำสั่งควบคุมถูกละเว้น บิต 10 ="1" จะทำให้คำสั่งควบคุมถูกใช้ ฟังก์ชันนี้มีความสำคัญ เนื่องจากคำสั่งควบคุมจะมีอยู่ในข้อความส่งเสมอ โดยไม่ขึ้นกับประเภทของการส่งข้อความที่ถูกใช้ หมายความว่าจะสามารถปิดคำสั่งควบคุมได้ถ้าคุณไม่ต้องการใช้คำสั่งควบคุมเพื่อเชื่อมต่อในการปรับปรุงหรือการอ่านพารามิเตอร์

บิต 11 ไม่ทำงาน/ชะลอความเร็ว
ใช้เพื่อลดค่าอ้างอิงความเร็ว ตามจำนวนที่ให้ไว้ในพารามิเตอร์ 3-12 ค่า *กวดจับ/ชะลอ* เมื่อบิต 11 = "0" ไม่มีการแก้ไขของค่าอ้างอิงเกิดขึ้น เมื่อบิต 11 = "1" ค่าอ้างอิงถูกปรับลดลง

บิต 12 ไม่ทำงาน/เพิ่มความเร็ว

ใช้เพื่อเพิ่มค่าอ้างอิงความเร็ว ตามจำนวนที่ให้ไว้ในพารามิเตอร์ 3-12 *ค่ากวดจับ/ชะลอ*

เมื่อบิต 12 = "0" ไม่มีการแก้ไขของค่าอ้างอิงเกิดขึ้น

เมื่อบิต 12 = "1" ค่าอ้างอิงถูกปรับเพิ่มขึ้น

ถ้าทั้งการลดลงและการเร่งถูกใช้งาน (บิต11และบิต 12 = "1") การลดความเร็วจะมีความสำคัญก่อนหมายถึงค่าอ้างอิงความเร็วจะถูกปรับลดลง

บิต 13/14 การเลือกชุดคำสั่ง

บิต 13 และ 14 ถูกใช้เพื่อเลือกระหว่าง 4 ชุดคำสั่งพารามิเตอร์ตามตารางถัดไป

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

ฟังก์ชันจะสามารถใช้ได้หาก*ชุดคำสั่งหลายชุด*ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 0-10 ชุดคำสั่งใช้งาน การเลือกในพารามิเตอร์ 8-55 *การเลือกชุดคำสั่ง* จะกำหนดวิธีที่บิต 13 และ 14 จะเชื่อมโยงกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องของอินพุทดิจิตัล การเปลี่ยนชุดคำสั่งในขณะทำงานสามารถทำได้เมื่อชุดคำสั่งนั้นถูกเชื่อมโยงในพารามิเตอร์ 0-12*ชุดคำสั่งนี้เชื่อมโยงไปยัง*เท่านั้น

บิต 15 ไม่ทำงาน/กลับทิศทาง

บิต 15 ="0" จะทำให้ไม่กลับทิศทาง

บิต 15 ="1" จะทำให้กลับทิศทาง

หมายเหตุ: ในการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน การกลับทิศทางจะถูกตั้งเป็น*ดิจิตัล*ในพารามิเตอร์ 8-54 *เลือกกลับทิศทาง*

โน้ตสำหรับผู้อ่าน

บิต 15 จะทำให้มีการกลับทิศทางเฉพาะเมื่อเลือก*การสื่อสารอนุกรม, ตรรกะ or*หรือ *ตรรกะ and*เท่านั้น

9

9.6.6. ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ PROFIdrive (STW)

ข้อความแสดงสถานะจะใช้เพื่อแจ้งระบบหลัก (เช่น พีซี) เกี่ยวกับสถานะของระบบรอง

บิต	บิต = 0	บิต = 1
00	การควบคุมไม่พร้อม	การควบคุมพร้อม
01	ชุดขับไม่พร้อม	ชุดขับพร้อม
02	ลื่นไหล	ใช้งาน
03	ไม่มีข้อผิดพลาด	ตัดการทำงาน
04	ปิด 2	เปิด 2
05	ปิด 3	เปิด 3
06	สตาร์ทได้	สตาร์ทไม่ได้
07	ไม่มีคำเตือน	การเตือน
08	ความเร็ว ≠ ค่าอ้างอิง	ความเร็ว = ค่าอ้างอิง
09	การใช้งานหน้าเครื่อง	การควบคุมบัส
10	ออกนอกขีดกำจัดความถี่	ขีดจำกัดความถี่ปกติ
11	ไม่ทำงาน	ระหว่างการทำงาน
12	ชุดขับปกติ	ถูกหยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ
13	แรงดันปกติ	แรงดันเกิน
14	แรงบิดปกติ	แรงบิดเกิน
15	ตัวตั้งเวลาปกติ	ตัวตั้งเวลาเกิน

คำอธิบายบิตแสดงสถานะ

<u>บิต 00 การควบคุมพร้อม/ไม่พร้อม</u>
เมื่อบิต 00 = "0" บิต 00, 01 หรือ 02 ของคำสั่งควบคุมจะเป็น "0" (ปิด 1, ปิด 2 หรือ ปิด 3) หรือตัวแปลงความถี่ถูกปิด (ตัดการทำงาน)
เมื่อบิต 00 = "1" ส่วนควบคุมตัวแปลงความถี่จะพร้อม แต่ยังไม่มีแหล่งจ่ายไฟที่จำเป็นจ่ายให้กับเครื่องในขณะนี้ (ในกรณีของแหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V ของระบบควบคุม)

<u>บิต 01 VLT ไม่พร้อม/พร้อม</u>
มีความสำคัญเช่นเดียวกับบิต 00 อย่างไรก็ตามมีการจ่ายไฟของชุดแหล่งจ่ายไฟอยู่ ตัวแปลงความถี่พร้อมเมื่อได้รับสัญญาณสตาร์ทที่จำเป็น

<u>บิต 02 ลื่นไหล /ใช้งาน</u>
เมื่อบิต 02 = "0" บิต 00, 01 หรือ 02 ของคำสั่งควบคุมจะเป็น "0" (ปิด 1, ปิด 2 หรือ ปิด 3 หรือ ลื่นไหล) หรือตัวแปลงความถี่ถูกปิด (ตัดการทำงาน)
เมื่อบิต 02 = "1" บิต 00, 01 หรือ 02 ของคำสั่งควบคุมจะเป็น "1" ตัวแปลงความถี่จะไม่ถูกตัดการทำงาน

<u>บิต 03 ไม่มีข้อผิดพลาด/ตัดการทำงาน</u>
เมื่อบิต 03 = "0" ไม่มีสภาวะที่ผิดพลาดของตัวแปลงความถี่เหลืออยู่
เมื่อบิต 03 = "1" ตัวแปลงความถี่ถูกตัดการทำงานและต้องรีเซ็ตสัญญาณก่อนที่จะสตาร์ท

<u>บิต 04 เปิด 2/ปิด 2</u>
เมื่อบิต 01 ของคำสั่งควบคุมเป็น "0" แล้วบิต 04 = "0"
เมื่อบิต 01 ของคำสั่งควบคุมเป็น "1" แล้วบิต 04 = "1"

<u>บิต 05 เปิด 3/ปิด 3</u>
เมื่อบิต 02 ของคำสั่งควบคุมเป็น "0" แล้วบิต 05= "0"

เมื่อบิต 02 ของคำสั่งควบคุมเป็น "1" แล้วบิต 05 = "1"

บิต 06 สตาร์ทได้/สตาร์ทไม่ได้
ถ้า PROFidrive ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 8-10 *โปรไฟล์คำสั่งควบคุม* บิต 06 จะมีค่า "1" หลังจากปิดการยอมรับ หลังจากการใช้งาน ปิด2 หรือ ปิด 3 และหลังจากการเปิดสวิตช์แหล่งจ่ายแรงดันหลัก การสตาร์ทไม่ได้จะถูกรีเซ็ตด้วยบิต 00 ของคำสั่งควบคุมที่ตั้งเป็น "0" และบิต 01 02 และ 10 ตั้งเป็น "1"

บิต 07 ไม่มีการเตือน/การเตือน
บิต 07 = "0" หมายถึงไม่มีการเตือน
บิต 07 = "1" หมายถึงมีการเตือนเกิดขึ้น

บิต 08 ความเร็ว≠ ค่าอ้างอิง/ความเร็ว = ค่าอ้างอิง
เมื่อบิต 08 = "0" ความเร็วปัจจุบันของมอเตอร์จะแตกต่างจากค่าอ้างอิงความเร็วที่ตั้ง กรณีนี้เกิดขึ้น เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วระหว่างการสตาร์ท/หยุดผ่านทางการเปลี่ยนความเร็วขาขึ้น/ขาลง
เมื่อบิต 08 = "1" ความเร็วปัจจุบันของมอเตอร์จะตรงกับค่าอ้างอิงความเร็วที่ตั้ง

บิต 09 การใช้งานหน้าเครื่อง/การควบคุมบัส
บิต 09 = "0" แสดงว่าตัวแปลงความถี่ถูกหยุดโดยการกดปุ่มที่แผงควบคุม หรือ [เชื่อมโยงด้วยมือ] หรือ [หน้าเครื่อง] ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 3-13 *ตำแหน่งอ้างอิง*
เมื่อบิต 09 = "1" ตัวแปลงความถี่จะถูกควบคุมผ่านอินเทอร์เฟสอนุกรมได้

บิต 10 ออกนอกขีดจำกัดความถี่/ขีดจำกัดความถี่ปกติ
เมื่อบิต 10 = "0" ความถี่เอาท์พุทจะอยู่นอกขีดจำกัดที่ตั้งในพารามิเตอร์ 4-11 *ขีดจำกัดต่ำของความเร็วมอเตอร์ (rpm)* และพารามิเตอร์ 4-13 *ขีดจำกัดสูงของความเร็วมอเตอร์ (rpm)* เมื่อบิต 10 = "1" ความถี่เอาท์พุทอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนด

บิต 11 ไม่ทำงาน/ทำงาน
เมื่อ บิต 11 = "0" มอเตอร์ไม่หมุน
เมื่อบิต 11 = "1" ตัวแปลงความถี่มีสัญญาณสตาร์ท หรือความถี่เอาท์พุทสูงกว่า 0 Hz

บิต 12 ชุดขับปกติ/ถูกหยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ
เมื่อบิต 12 = "0" ไม่มีโหลดเกินแบบชั่วคราวของอินเวอร์เตอร์
เมื่อบิต 12 = "1" อินเวอร์เตอร์หยุดเนื่องจากโหลดเกิน อย่างไรก็ตามตัวแปลงความถี่จะไม่ถูกปิด (ตัดการทำงาน) และจะสตาร์ทอีกครั้งหลังจากการภาวะโหลดเกินสิ้นสุดลง

บิต 13 แรงดันปกติ/แรงดันเกิน
เมื่อบิต 13 = "0" แรงดันไม่เกินขีดจำกัดแรงดันของตัวแปลงความถี่
เมื่อบิต 13 = "1" แรงดันในวงจรขั้นกลางของตัวแปลงความถี่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป

บิต 14 แรงบิดปกติ/แรงบิดเกิน
เมื่อบิต 14 = "0" แรงบิดของมอเตอร์จะอยู่ต่ำกว่าขีดจำกัดในพารามิเตอร์ 4-16 *ขีดจำกัดแรงบิดในโหมดมอเตอร์* และพารามิเตอร์ 4-17 *ขีดจำกัดแรงบิดในโหมดเจนเนอเรเตอร์* เมื่อบิต 14 = "1" จะเกิดแรงบิดเกินขีดจำกัดที่เลือกในพารามิเตอร์ 4-16 *ขีดจำกัดแรงบิดในโหมดมอเตอร์* หรือพารามิเตอร์ 4-17 *ขีดจำกัดแรงบิดในโหมดเจนเนอเรเตอร์*

บิต 15 ตัวตั้งเวลาปกติ/ตัวตั้งเวลาเกิน
เมื่อบิต 15 = "0" ตัวตั้งเวลาสำหรับการป้องกันความร้อนเกินของมอเตอร์และการป้องกันความร้อนของตัวแปลงความถี่มีค่าไม่เกิน 100%
เมื่อบิต 15 = "1" มีตัวตั้งเวลาอย่างน้อยหนึ่งตัวมีค่าเกิน 100%

10

10. การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

10.1.1. คำเตือน/ข้อความสัญญาณเตือน

การเตือนหรือสัญญาณเตือนจะมีสัญลักษณ์แสดงด้วยไฟสถานะที่เกี่ยวข้องอยู่ที่ด้านหน้าของตัวแปลงความถี่และระบุด้วยรหัสที่หน้าจอแสดงผล

การเตือนจะยังทำงานอยู่จนกว่าจะไม่มีสาเหตุปรากฏแล้ว ในบางสถานการณ์การทำงานของมอเตอร์จะยังเกิดขึ้นต่อไป ข้อความการเตือนอาจจะรุนแรงแต่อาจจะไม่เป็นไปตามนั้น

ในกรณีของสัญญาณเตือน ตัวแปลงความถี่จะถูกตัดการทำงาน สัญญาณเตือนจะต้องได้รับการรีเซ็ตเพื่อเริ่มต้นการทำงานอีกครั้งหลังจากแก้ไขสาเหตุแล้ว

โดยสามารถทำได้ 3 ทางคือ:

1. ด้วยการใช้ปุ่มควบคุม [RESET] บนแผงควบคุมของ LCP
2. ผ่านทางอินพุทดิจิตัลด้วยฟังก์ชัน "รีเซ็ต"
3. ผ่านทางการสื่อสารแบบอนุกรม/ฟิลด์บัสที่เป็นอุปกรณ์เสริม

โน้ตสำหรับผู้อ่าน
หลังจากการรีเซ็ตด้วยมือกด โดยใช้ปุ่ม [RESET] บน LCP แล้ว ต้องกดปุ่ม [AUTO ON] เพื่อรีสตาร์ทมอเตอร์

หากไม่สามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะยังไม่ได้แก้ไขสาเหตุ หรือสัญญาณเตือนเป็นแบบตัดล็อกการทำงาน (ดูที่ตารางในหน้าต่อไป)

สัญญาณเตือนที่เป็นการตัดล็อกการทำงานเป็นการป้องกันเพิ่มเติม ซึ่งหมายความว่าแหล่งจ่ายไฟหลักต้องถูกปิดก่อนจึงจะสามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนได้ หลังจากเปิดการทำงานอีกครั้ง ตัวแปลงความถี่จะไม่ถูกบล็อกอีกต่อไป และจะสามารถรีเซ็ตได้ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ข้างต้นเมื่อแก้ไขสาเหตุแล้ว

สัญญาณเตือนที่ไม่ใช่แบบตัดล็อกการทำงาน สามารถจะรีเซ็ตได้เช่นกัน โดยใช้ฟังก์ชันรีเซ็ตอัตโนมัติในพารามิเตอร์ 14-20 (คำเตือน: สามารถปลุกการทำงานอัตโนมัติได้!)

หากคำเตือนและสัญญาณเตือนมีรหัสกำกับไว้ที่ตรงตามตารางในหน้าต่อไปนี้ อาจเป็นไปได้ว่าคำเตือนหรือสัญญาณเตือนอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้นก่อน หรือคุณสามารถกำหนดได้ว่าจะให้แสดงคำเตือนหรือสัญญาณเตือนหากเกิดข้อบกพร่องที่ระบุขึ้น

ตัวอย่างเช่น อาจเป็นไปได้ที่พารามิเตอร์ 1-90 *การป้องกันความร้อนของมอเตอร์* หลังจากสัญญาณเตือนหรือตัดการทำงาน มอเตอร์จะลื่นไถลและสัญญาณเตือนและการเตือนจะกะพริบอยู่ เมื่อปัญหาถูกแก้ไขแล้ว เฉพาะสัญญาณเตือนจะยังคงกะพริบต่อไปจนกว่าตัวแปลงความถี่จะถูกรีเซ็ต

หมายเลข	คำอธิบาย	การเตือน	สัญญาณเตือน/ตัดการทำงาน	สัญญาณเตือน/ตัดล็อกการทำงาน	ค่าอ้างอิงพารามิเตอร์
1	10 โวลต์ ต่ำ	X			
2	แรงดันต่ำ	(X)	(X)		6-01
3	ไม่มีมอเตอร์	(X)			1-80
4	เฟสของแหล่งจ่ายไฟหลักหายไป	(X)	(X)	(X)	14-12
5	แรงดันดีซีลิงค์สูง	X			
6	แรงดันดีซีลิงค์ต่ำ	X			
7	แรงดัน DC เกิน	X	X		
8	แรงดันกระแสตรงมีค่าต่ำเกินไป	X	X		
9	อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลดเกิน	X	X		
10	มอเตอร์อุณหภูมิสูงเกินโดย ETR	(X)	(X)		1-90
11	มอเตอร์อุณหภูมิสูงเกินโดยเทอร์มิสเตอร์	(X)	(X)		1-90
12	ขีดจำกัดของแรงบิด	X	X		
13	กระแสเกิน	X	X	X	
14	ฟอลต์ลงดิน	X	X	X	
15	ฮาร์ดแวร์ไม่ตรงกัน		X	X	
16	ลัดวงจร		X	X	
17	รหัสควบคุมเกินเวลาที่กำหนด	(X)	(X)		8-04
23	ฟอลต์กับพัดลมภายใน	X			
24	ฟอลต์กับพัดลมภายนอก	X			14-53
25	ตัวต้านทานเบรกลัดวงจร	X			
26	ขีดจำกัดกำลังของตัวต้านทานเบรก	(X)	(X)		2-13
27	ตัวสับเบรกลัดวงจร	X	X		
28	การตรวจสอบเบรก	(X)	(X)		2-15
29	บอร์ดกำลังอุณหภูมิสูงเกิน	X	X	X	
30	เฟส U ของมอเตอร์หายไป	(X)	(X)	(X)	4-58
31	เฟส V ของมอเตอร์หายไป	(X)	(X)	(X)	4-58
32	เฟส W ของมอเตอร์หายไป	(X)	(X)	(X)	4-58
33	ฟอลต์แบบกระชาก		X	X	
34	ฟอลต์การสื่อสารของฟิลด์บัส	X	X		
36	แหล่งจ่ายไฟหลักล้มเหลว	X	X		
38	ฟอลต์ภายใน		X	X	
40	โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตอล ขั้วต่อ 27	(X)			5-00, 5-01
41	โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตอล ขั้วต่อ 29	(X)			5-00, 5-02
42	โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตอลบน X30/6	(X)			5-32
42	โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตอลบน X30/7	(X)			5-33
47	แหล่งจ่ายไฟ 24 V มีค่าต่ำ	X	X	X	
48	แหล่งจ่ายไฟ 1.8 V มีค่าต่ำ		X	X	
49	ขีดจำกัดความเร็ว	X			
50	การปรับเทียบ AMA ล้มเหลว		X		
51	AMA ตรวจสอบ U_{nom} และ I_{nom}		X		
52	AMA I_{nom} ต่ำ		X		
53	AMA มอเตอร์ใหญ่เกินไป		X		
54	AMA มอเตอร์เล็กเกินไป		X		
55	AMA พารามิเตอร์อยู่นอกช่วง		X		
56	AMA ขัดจังหวะการทำงานโดยผู้ใช้		X		
57	AMA เกินกำหนดเวลา		X		
58	AMA ฟอลต์ภายใน	X	X		
59	ขีดจำกัดกระแส	X			

ตาราง 10.1: รายการรหัสสัญญาณเตือน/การเตือน

10

หมายเลข	ค่าอธิบาย	การเตือน	สัญญาณเตือน/ตัดการทำงาน	สัญญาณเตือน/ตัดล็อกการทำงาน	ค่าอ้างอิงพารามิเตอร์
61	ข้อผิดพลาดการติดตาม	(X)	(X)		4-30
62	ความถี่เอาท์พุทที่ขีดจำกัดสูงสุด	X			
63	เบรกเชิงกลมีค่าต่ำ		(X)		2-20
64	ขีดจำกัดแรงดัน	X			
65	บอร์ดควบคุมอุณหภูมิสูงเกิน	X	X	X	
66	อุณหภูมิแผ่นระบายความร้อนต่ำ	X			
67	การกำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เสริมถูกเปลี่ยน		X		
68	การหยุดแบบปลอดภัย	(X)	(X)[1)]		5-19
70	การกำหนดรูปแบบที่ไม่ถูกต้องตาม FC			X	
71	PTC 1 หยุดแบบปลอดภัย	X	X[1)]		5-19
72	ความล้มเหลวที่เป็นอันตราย			X[1)]	5-19
80	ชุดขับใช้ค่าเริ่มต้นตามค่ามาตรฐาน		X		
90	เอ็นโคดเดอร์ไม่ทำงาน	(X)	(X)		17-61
91	อินพุทอนาล็อก 54 ตั้งค่าผิด			X	S202
100-199	ดูคำแนะนำการใช้งานสำหรับ MCO 305				
250	ชิ้นส่วนใหม่			X	14-23
251	รหัสชนิดใหม่		X	X	

ตาราง 10.2: รายการรหัสสัญญาณเตือน/การเตือน

(X) ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์

1) ไม่สามารถรีเซ็ตอัตโนมัติด้วยพารามิเตอร์ 14-20

การตัดการทำงานเป็นการดำเนินการเมื่อมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้น การตัดการทำงานจะทำให้มอเตอร์ลื่นไหลและสามารถรีเซ็ตได้โดยการกดปุ่ม RESET หรือรีเซ็ตโดยอินพุทดิจิตอล (พารามิเตอร์ 5-1* [1]) เหตุการณ์เริ่มต้นที่เป็นสาเหตุให้เกิดสัญญาณเตือนจะไม่สามารถสร้างความเสียหายให้กับชุดขับหรือสร้างสภาวะที่เป็นอันตรายได้ การตัดล็อกการทำงานเป็นการดำเนินการเมื่อมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้น ซึ่งอาจสร้างความเสียหายให้กับชุดขับหรือชิ้นส่วนที่เชื่อมต่อ การตัดล็อกการทำงานสามารถรีเซ็ตได้โดยการปิดแล้วเปิดเครื่องใหม่เท่านั้น

ไฟแสดงสถานะ LED

การเตือน	สีเหลือง
สัญญาณเตือน	สีแดงกะพริบ
ตัดล็อกการทำงาน	สีเหลืองและแดง

10

ข้อความสัญญาณเตือน ข้อความสถานะส่วนขยาย

บิต	เลขฐานสิบหก	เลขฐานสิบ	ข้อความสัญญาณเตือน	ข้อความสัญญาณเตือน 2	คำเตือน	คำเตือน 2	เพิ่มเติม ข้อความแสดงสถานะ
0	00000001	1	การตรวจสอบเบรก	รอบบริการ, อ่าน/เขียน	การตรวจสอบเบรก		การเปลี่ยนความเร็ว
1	00000002	2	อุณหภูมิของการ์ดกำลัง	รอบบริการ (สงวนไว้)	อุณหภูมิของการ์ดกำลัง		AMA ทำงาน
2	00000004	4	ฟอลต์ลงดิน	รอบบริการ รหัสประเภท/ชิ้นส่วนอะไหล่	ฟอลต์ลงดิน		สตาร์ทตามเข็ม/ทวนเข็มนาฬิกา
3	00000008	8	อุณหภูมิของการ์ดควบคุม	รอบบริการ (สงวนไว้)	อุณหภูมิของการ์ดควบคุม		ชะลอความเร็ว
4	00000010	16	ค่าสั่งควบคุม TO	รอบบริการ (สงวนไว้)	ค่าสั่งควบคุม TO		กวดตาม
5	00000020	32	กระแสเกิน		กระแสเกิน		ค่าป้อนกลับสูง
6	00000040	64	ขีดจำกัดแรงบิด		ขีดจำกัดแรงบิด		ค่าป้อนกลับต่ำ
7	00000080	128	มอเตอร์ความร้อนเกินโดยเทอร์มิสเตอร์		มอเตอร์ความร้อนเกินโดยเทอร์มิสเตอร์		กระแสเอาท์พุทสูง
8	00000100	256	มอเตอร์ความร้อนเกินโดย ETR		มอเตอร์ความร้อนเกินโดย ETR		กระแสเอาท์พุทต่ำ
9	00000200	512	อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลดเกิน		อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลดเกิน		ความถี่เอาท์พุทสูง
10	00000400	1024	แรงดันกระแสตรงต่ำเกินไป		แรงดันกระแสตรงต่ำเกินไป		ความถี่เอาท์พุทต่ำ
11	00000800	2048	แรงดันกระแสตรงสูงเกินไป		แรงดันกระแสตรงสูงเกินไป		ตรวจสอบเบรก ผ่าน
12	00001000	4096	ลัดวงจร		แรงดันกระแสตรงต่ำ		การเบรกสูงสุด
13	00002000	8192	ฟอลต์แบบกระชาก		แรงดันกระแสตรงสูง		การเบรก
14	00004000	16384	เฟสแหล่งจ่ายไปหลัก หายไป		เฟสแหล่งจ่ายไปหลักหายไป		นอกช่วงความเร็ว
15	00008000	32768	AMA ไม่ผ่าน		ไม่มีมอเตอร์		OVC ทำงาน
16	00010000	65536	ข้อผิดพลาดแรงดันต่ำเกินไป		ข้อผิดพลาดแรงดันต่ำเกินไป		เบรกกระแสสลับ
17	00020000	131072	ฟอลต์ภายใน	ข้อผิดพลาด KTY	10V ต่ำ	เตือน KTY	ล็อคเวลารหัสผ่าน
18	00040000	262144	เบรกมีโหลดเกิน	ข้อผิดพลาดชุดพัดลม	เบรกมีโหลดเกิน	เตือนพัดลม	ป้องกันรหัสผ่าน
19	00080000	524288	เฟส U หายไป	ข้อผิดพลาด ECB	ตัวต้านทานเบรก	เตือน ECB	
20	00100000	1048576	เฟส V หายไป		เบรก IGBT		
21	00200000	2097152	เฟส W หายไป		ขีดจำกัดความเร็ว		
22	00400000	4194304	ฟอลต์ที่ฟิลด์บัส		ฟอลต์ที่ฟิลด์บัส		ไม่ใช้
23	00800000	8388608	แหล่งจ่าย 24 V ต่ำ		แหล่งจ่าย 24 V ต่ำ		ไม่ใช้
24	01000000	16777216	แหล่งจ่ายไฟหลักล้มเหลว		แหล่งจ่ายไฟหลักล้มเหลว		ไม่ใช้
25	02000000	33554432	แหล่งจ่าย 1.8 V ต่ำ		ขีดจำกัดกระแส		ไม่ใช้
26	04000000	67108864	ตัวต้านทานเบรก		อุณหภูมิต่ำ		ไม่ใช้
27	08000000	134217728	เบรก IGBT		ขีดจำกัดแรงดัน		ไม่ใช้
28	10000000	268435456	เปลี่ยนอุปกรณ์เสริม		เอ็นโคดเดอร์ไม่ทำงาน		ไม่ใช้
29	20000000	536870912	เริ่มระบบชุดขับ		ขีดจำกัดความถี่เอาท์พุต		ไม่ใช้
30	40000000	1073741824	หยุดแบบปลอดภัย (A68)	PTC 1 หยุดแบบปลอดภัย (A71)	หยุดแบบปลอดภัย (W68)	PTC 1 หยุดแบบปลอดภัย (W71)	ไม่ใช้
31	80000000	2147483648	เบรกเชิงกลมีค่าต่ำ	ความล้มเหลวร้ายแรง (A72)	ข้อความแสดงสถานะส่วนขยาย		ไม่ใช้

ตาราง 10.3: คำอธิบายของข้อความสัญญาณเตือน ข้อความคำเตือน และข้อความสถานะส่วนขยาย

ข้อความสัญญาณเตือน คำเตือน และข้อความสถานะส่วนขยายสามารถอ่านได้จากบัสอนุกรมหรือฟิลด์บัสเสริม เพื่อการวินิจฉัย ดูเพิ่มเติมในพารามิเตอร์ 16-90 - 16-94

คำเตือน 1, แรงดันไฟ 10 V ต่ำ:
แรงดัน 10 V จากขั้วต่อ 50 บนการ์ดควบคุมมีค่าต่ำกว่า 10 V
ปลดโหลดบางส่วนออกจากขั้วต่อ 50 เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟ 10 V กำลังจ่ายโหลดเกิน ค่าสูงสุด 15 mA หรือ ค่าต่ำสุด 590 Ω

คำเตือน/สัญญาณเตือน 2, แรงดันต่ำ:
สัญญาณที่ขั้วต่อ 53 หรือ 54 มีค่าต่ำกว่า 50% ของค่าที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 6-10, 6-12, 6-20 หรือ 6-22 ตามลำดับ

คำเตือน/สัญญาณเตือน 3, ไม่มีมอเตอร์:
ไม่มีมอเตอร์ต่ออยู่ที่เอาท์พุทของตัวแปลงความถี่

คำเตือน/สัญญาณเตือน 4, เฟสไฟหลักหายไป:
เกิดการหายไปของไฟฟ้าเฟสหนึ่งทางด้านแหล่งจ่ายไฟหลัก หรือแรงดันของแหล่งจ่ายไฟหลักมีความไม่สมดุลสูงมากเกินไป
ข้อความนี้จะปรากฏเช่นกันเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นที่วงจรเรียงกระแสด้านอินพุทของตัวแปลงความถี่ ตรวจสอบแรงดันแหล่งจ่ายไฟและกระแสแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายมายังตัวแปลงความถี่

คำเตือน 5, แรงดัน DCสูง:
แรงดันวงจรขั้นกลาง (แรงดันดีซีลิงค์) มีค่าสูงกว่าค่าขีดจำกัดแรงดันเกินของระบบควบคุม ตัวแปลงความถี่ยังคงทำงาน

คำเตือน 6, แรงดันลิงค์ DC ต่ำ
แรงดันวงจรขั้นกลาง (แรงดันดีซีลิงค์) มีค่าต่ำกว่าค่าขีดจำกัดแรงดันต่ำเกินของระบบควบคุม ตัวแปลงความถี่ยังคงทำงาน

คำเตือน/สัญญาณเตือน 7, แรงดันไฟ DC เกิน:
ถ้าแรงดันวงจรขั้นกลาง (แรงดันดีซีลิงค์) มีค่าสูงเกินกว่าขีดจำกัด ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานหลังจากเวลาหนึ่ง

การแก้ไขที่ทำได้:

เชื่อมต่อตัวต้านทานเบรก

ขยายช่วงเวลาในการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

ใช้งานฟังก์ชันในพารามิเตอร์ 2-10

เพิ่มพารามิเตอร์ 14-26

ขีดจำกัดสัญญาณเตือน/คำเตือน:

FC 300 Series	3 x 200 - 240 V [VDC]	3 x 380 - 500 V [VDC]	3 x 525 - 600 V [VDC]
แรงดันต่ำเกินไป	185	373	532
คำเตือนแรงดันต่ำ	205	410	585
คำเตือนแรงดันสูง (มีเบรก – ไม่มีเบรก)	390/405	810/840	943/965
แรงดันเกิน	410	855	975

แรงดันที่ระบุเป็นแรงดันวงจรขั้นกลางของ FC 300 โดยมีค่าที่ยอมรับได้เป็น 5 % แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟหลักที่เกี่ยวข้องจะมีค่าเท่ากับแรงดันวงจรขั้นกลาง (ดีซีลิงค์) หารด้วย 1.35

คำเตือน/สัญญาณเตือน 8, แรงดันไฟ DC ต่ำกว่าเกณฑ์:
หากแรงดันไฟฟ้าวงจรขั้นกลาง (ดีซี) ลดลงต่ำกว่าขีดจำกัด "คำเตือนแรงดันไฟฟ้าต่ำ" (ดูตารางด้านบน) ตัวแปลงความถี่จะตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24 V เชื่อมต่ออยู่หรือไม่
ถ้าไม่มีแหล่งจ่ายสำรอง 24 V ต่ออยู่ ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานหลังจากเวลาค่าหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละเครื่อง
ในการตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟเหมาะสมกับตัวแปลงความถี่หรือไม่ ให้ดู *ข้อมูลจำเพาะทั่วไป*

คำเตือน/สัญญาณเตือน 9, ตัวแปลงกระแสไฟเกินกำลัง:
ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานเนื่องจากจ่ายโหลดเกิน (กระแสสูงเป็นเวลานานเกินไป) ตัวนับสำหรับการป้องกันความร้อนสะสมของอินเวอร์เตอร์ด้วยการคำนวณแบบอิเล็กทรอนิกจะแจ้งคำเตือนที่ 98% และตัดการทำงานที่ 100% ในขณะที่แจ้งสัญญาณเตือน คุณ ไม่สามารถ รีเซ็ตตัวแปลงความถี่จนกว่าตัวนับจะกลับมามีค่าต่ำกว่า 90%
ฟอลต์นี้เกิดจากตัวแปลงความถี่จ่ายโหลดเกินกว่า 100% เป็นระยะเวลานานเกินไป

คำเตือน/สัญญาณเตือน 10, มอเตอร์ ETR ร้อนเกิน:
เมื่อการทำงานของรีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิก (ETR) พบว่ามอเตอร์มีความร้อนเกินไป คุณสามารถเลือกได้ว่าจะให้ตัวแปลงความถี่แจ้งคำเตือนหรือสัญญาณเตือนเมื่อตัวนับมีค่าถึง 100% หรือไม่ ในพารามิเตอร์ 1-90 ฟอลต์นี้เกิดจากมอเตอร์จ่ายโหลดเกิน 100 % เป็นระยะเวลานานเกินไป ตรวจสอบว่ามอเตอร์พารามิเตอร์ 1-24 ถูกตั้งค่าอย่างถูกต้องหรือไม่

คำเตือน/สัญญาณเตือน 11, เทอร์มิสเตอร์มอเตอร์ความร้อนเกิน:
เทอร์มิสเตอร์หรือการต่อเทอร์มิสเตอร์ถูกตัด คุณสามารถเลือกได้ว่าจะให้ตัวแปลงความถี่แจ้งคำเตือนหรือสัญญาณเตือนเมื่อตัวนับมีค่าถึง 100% ในพารามิเตอร์ 1-90 หรือไม่ ให้ตรวจสอบว่าเทอร์มิสเตอร์ต่ออยู่อย่างถูกต้องระหว่างขั้วต่อ 53 หรือ 54 (อินพุทแรงดันแบบอนาล็อก) กับขั้วต่อ 50 (แหล่งจ่าย + 10 V) หรือ ระหว่างขั้วต่อ 18 หรือ 19 (PNP อินพุทดิจิตอลเท่านั้น) กับขั้วต่อ 50 ถ้ามีการใช้ เซ็นเซอร์ KTY ให้ตรวจสอบความถูกต้องในการต่อระหว่างขั้วต่อ 54 และ 55

คำเตือน/สัญญาณเตือน 12, จำกัดแรงบิด:
แรงบิดมีค่ามากกว่าค่าในพารามิเตอร์ 4-16 (ในการทำงานแบบมอเตอร์) หรือแรงบิดมีค่ามากกว่าค่าในพารามิเตอร์ 4-17 (ในการทำงานแบบคืนพลังงานกลับ)

คำเตือน/สัญญาณเตือน 13, กระแสเกิน:
กระแสมีค่าเกินขีดจำกัดของกระแสค่ายอดของอินเวอร์เตอร์ (ประมาณ 200% ของกระแสพิกัด) คำเตือนจะแสดงค้างไว้ประมาณ 8-12 วินาที หลังจากนั้นตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานและแสดงการเตือน ให้ปิดตัวแปลงความถี่และตรวจสอบว่าเพลาของมอเตอร์สามารถหมุนได้หรือไม่ และขนาดของมอเตอร์เหมาะสมกับตัวแปลงความถี่หรือไม่
ถ้ามีการเลือก การควบคุมเบรก เชิงกลส่วนขยาย การตัดการทำงานจะสามารถรีเซ็ตจากภายนอกได้

สัญญาณเตือน 14, ไฟพร่องลงดิน:
มีการปล่อยประจุจากเฟสเอาท์พุทลงดิน อาจมาจากในเคเบิลระหว่างตัวแปลงความถี่และมอเตอร์หรือภายในตัวมอเตอร์เอง
ปิดตัวแปลงความถี่และแก้ไขฟอลต์ลงดิน

สัญญาณเตือน 15, ฮาร์ดแวร์ไม่สมบูรณ์:

อุปกรณ์เสริมที่ติดตั้งไม่ได้ถูกควบคุมจากบอร์ดควบคุมปัจจุบัน (ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์)

สัญญาณเตือน 16, ลัดวงจร
มีการลัดวงจรในมอเตอร์หรือที่ขั้วต่อมอเตอร์
ปิดตัวแปลงความถี่และแก้ไขการลัดวงจร

คำเตือน/สัญญาณเตือน 17, รหัสควบคุมเกินกำหนดเวลา:
ไม่มีการสื่อสารไปยังตัวแปลงความถี่
คำเตือนจะแสดงเฉพาะเมื่อพารามิเตอร์ 8-04 ไม่ได้ตั้งค่าเป็น *ปิด* (OFF)
ถ้าพารามิเตอร์ 8-04 ถูกตั้งค่าเป็น *หยุด* (Stop) และ *ตัดการทำงาน* (Trip) คำเตือนจะแสดงขึ้นและตัวแปลงความถี่จะลดความเร็วลง จนกระทั่งตัดการทำงาน และแสดงสัญญาณเตือน
สามารถเพิ่มค่าในพารามิเตอร์ 8-03 *เวลาที่คำสั่งควบคุมหมดเวลา* ได้

สัญญาณเตือน 23, ข้อผิดพลาดพัดลมภายใน:
ฟังก์ชันการเตือนของพัดลมเป็นฟังก์ชันการป้องกันเพิ่มเติมที่ตรวจสอบว่าพัดลมกำลังทำงานหรือว่าถูกติดตั้งอยู่หรือไม่ การเตือนของพัดลมสามารถยกเลิกการใช้งานใน *ตรวจสอบพัดลม* พารามิเตอร์ 14-53 (ตั้งค่า [0] เพื่อยกเลิก)

สัญญาณเตือน 24, ข้อผิดพลาดพัดลมตัวนอก:
ฟังก์ชันการเตือนของพัดลมเป็นฟังก์ชันการป้องกันเพิ่มเติมที่ตรวจสอบว่าพัดลมกำลังทำงานหรือว่าถูกติดตั้งอยู่หรือไม่ การเตือนของพัดลมสามารถยกเลิกการใช้งานใน *ตรวจสอบพัดลม* พารามิเตอร์ 14-53 (ตั้งค่า [0] เพื่อยกเลิก)

คำเตือน 25, ตัวต้านทานเบรกลัดวงจร:
ตัวต้านทานเบรกได้รับการตรวจระหว่างการทำงาน ถ้าเกิดลัดวงจรขึ้น ฟังก์ชันเบรกจะถูกตัดออก และมีการแสดงคำเตือน ตัวแปลงความถี่จะยังคงทำงานอยู่ แต่ไม่มีฟังก์ชันเบรก ปิดตัวแปลงความถี่และเปลี่ยนตัวต้านทานเบรก (ดูที่พารามิเตอร์ 2-15 *ตรวจสอบเบรก*)

คำเตือน/สัญญาณเตือน 26, จำกัดกำลังตัวต้านทานเบรก:
กำลังที่ส่งไปยังตัวต้านทานเบรกจะถูกคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเป็นค่าเฉลี่ยในช่วง 120 วินาทีล่าสุด โดยคำนวณจากค่าความต้านทานของตัวต้านทานเบรก (พารามิเตอร์ 2-11) และแรงดันวงจรขั้นกลาง คำเตือนจะแสดงเมื่อกำลังเบรกที่ตัวต้านทานต้องดูดซับเข้าไปมีค่าสูงกว่า 90% ถ้าเลือก *ตัดการทำงาน* [2] ไว้ในพารามิเตอร์ 2-13 ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานออก และแสดงสัญญาณเตือน เมื่อกำลังเบรกที่ตัวต้านทานต้องดูดซับเข้าไปมีค่าสูงกว่า 100%

สัญญาณเตือน/คำเตือน 27, ข้อผิดพลาดตัวสับเบรก:
ตัวต้านทานเบรกจะได้รับการตรวจสอบระหว่างการทำงาน ถ้าเกิดลัดวงจรขึ้น ฟังก์ชันเบรกจะถูกตัดออกและจะมีการแสดงคำเตือน ตัวแปลงความถี่ยังสามารถทำงานได้แต่เนื่องจากตัวต้านทานเบรกได้เกิดการลัดวงจรไปแล้ว กำลังจำนวนมากก็จะยังคงถูกส่งไปยังตัวต้านทานเบรกถึงแม้ว่าตัวต้านทานจะไม่ทำงานแล้วก็ตาม
ปิดตัวแปลงความถี่ และนำตัวต้านทานเบรกออก
สัญญาณเตือน/การเตือนนี้อาจจะเกิดขึ้นหากตัวต้านทานเบรกมีความร้อนเกิน ขั้วต่อ 104 ถึง 106 มีไว้สำหรับตัวต้านทานเบรก อินพุท KliXon โปรดดูหัวข้อสวิตช์อุณหภูมิของตัวต้านทานเบรก

> คำเตือน: มีความเสี่ยงที่กำลังจำนวนมากจะถูกถ่ายโอนไปยังตัวต้านทานเบรกถ้าทรานซิสเตอร์เบรกเกิดการลัดวงจร

สัญญาณเตือน/คำเตือน 28, ตรวจสอบเบรกล้มเหลว:
ฟอลต์ที่ตัวต้านทานเบรก: ตัวต้านทานเบรกไม่ได้ถูกต่อเอาไว้/ไม่ทำงาน

สัญญาณเตือน 29, ชุดขับอุณหภูมิเกิน:
ถ้าเคสที่ใช้เป็นแบบ IP 20 หรือ IP 21/TYPE 1 อุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อนที่จะตัดการทำงานคือ 95 ºC ±5 º C ฟอลต์ที่เกิดจากอุณหภูมิจะไม่สามารถรีเซ็ตได้ จนกว่าอุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อนจะลดลงต่ำกว่า 70 ºC ±5 ºC

ฟอลต์อาจเกิดจาก:
- อุณหภูมิแวดล้อมมีค่าสูงเกินไป
- สายเคเบิลมอเตอร์ยาวเกินไป

สัญญาณเตือน 30, มอเตอร์เฟส U สูญหาย:
เฟส U ของมอเตอร์ระหว่างตัวแปลงความถี่และมอเตอร์หายไป
ปิดตัวแปลงความถี่ ตรวจสอบเฟส U ของมอเตอร์

สัญญาณเตือน 31, มอเตอร์เฟส V สูญหาย:
เฟส V ของมอเตอร์ระหว่างตัวแปลงความถี่และมอเตอร์หายไป
ปิดตัวแปลงความถี่ ตรวจสอบเฟส V ของมอเตอร์

สัญญาณเตือน 32, มอเตอร์เฟส W สูญหาย:
เฟส W ของมอเตอร์ระหว่างตัวแปลงความถี่และมอเตอร์หายไป
ปิดตัวแปลงความถี่ ตรวจสอบเฟส W ของมอเตอร์

สัญญาณเตือน 33, กระแสไหลพุ่ง:
มีการเปิดเครื่องเกิดขึ้นหลายครั้งเกินไปภายในช่วงระยะเวลาสั้น ดูที่บท*ข้อมูลจำเพาะทั่วไป*สำหรับจำนวนครั้งในการเปิดเครื่องที่สามารถกระทำได้ภายในช่วงระยะเวลา 1 นาที

คำเตือน/สัญญาณเตือน 34, ข้อผิดพลาดการสื่อสาร Fieldbus:
ฟิลด์บัสที่การ์ดเสริมสำหรับการสื่อสารไม่ทำงาน

คำเตือน/สัญญาณเตือน 36, ข้อผิดพลาดระบบไฟหลัก:
การเตือนและสัญญาณเตือนนี้จะทำงานเมื่อแรงดันที่จ่ายให้กับตัวแปลงความถี่หายไปและ

พารามิเตอร์ 14-10 ไม่ได้ตั้งค่าไว้ที่ปิด การแก้ไขที่ทำได้: ตรวจสอบฟิวส์ที่ต่อกับตัวแปลงความถี่

สัญญาณเตือน 38, ข้อผิดพลาดภายใน: เมื่อเกิดสัญญาณเตือนนี้ อาจจำเป็นต้องติดต่อกับผู้จัดจำหน่าย Danfoss ของคุณ ข้อความสัญญาณเตือนทั่วไปบางรายการ:

0	พอร์ตอนุกรมไม่สามารถเริ่มใช้งานได้ เกิดความล้มเหลวที่รุนแรงกับฮาร์ดแวร์
256	ข้อมูล EEPROM ของแหล่งจ่ายไฟมีข้อบกพร่องหรือเก่าเกินไป
512	ข้อมูล EEPROM ของบอร์ดควบคุมมีข้อบกพร่องหรือเก่าเกินไป
513	การอ่านข้อมูล EEPROM ได้หมดเวลาในการสื่อสาร
514	การอ่านข้อมูล EEPROM ได้หมดเวลาในการสื่อสาร
515	การควบคุมการปรับใช้งานไม่สามารถจำแนกข้อมูล EEPROM
516	ไม่สามารถเขียนลง EEPROM ได้เนื่องจากคำสั่งเขียนกำลังดำเนินการอยู่
517	คำสั่งเขียนได้หมดเวลาลง
518	เกิดความล้มเหลวใน EEPROM
519	ข้อมูลบาร์โค้ดใน EEPROM 1024 สูญหายหรือไม่สมบูรณ์ ทำให้ไม่สามารถส่งข้อความ 1279 CAN ได้ (1027 แสดงว่าฮาร์ดแวร์อาจล้มเหลว)
1281	ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DSP) กะพริบหมดเวลา
1282	เวอร์ชันซอฟต์แวร์ของชุดควบคุมตัวประมวลผลไม่ตรงกัน
1283	เวอร์ชันข้อมูล EEPROM ของแหล่งจ่ายไฟไม่ตรงกัน
1284	ไม่สามารถอ่านเวอร์ชันของตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DSP)
1299	ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริมในสล็อต A เก่าเกินไป
1300	ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริมในสล็อต B เก่าเกินไป
1301	ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริมในสล็อต C0 เก่าเกินไป
1302	ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริมในสล็อต C1 เก่าเกินไป
1315	ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริมในสล็อต A ไม่ได้รับการรองรับ (ไม่อนุญาต)
1316	ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริมในสล็อต B ไม่ได้รับการรองรับ (ไม่อนุญาต)
1317	ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริมในสล็อต C0 ไม่ได้รับการรองรับ (ไม่อนุญาต)
1318	ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริมในสล็อต C1 ไม่ได้รับการรองรับ (ไม่อนุญาต)
1536	ข้อยกเว้นในการควบคุมที่ปรับตามการใช้งาน (AOC) ได้ถูกบันทึก ข้อมูลการแก้ไขจุดบกพร่องถูกเขียนลงใน LCP
1792	การเฝ้าติดตาม DSP เปิดใช้งาน การแก้ไขจุดบกพร่องของข้อมูลส่วนของแหล่งจ่ายไฟ ทำให้ข้อมูลการควบคุมที่ปรับตามมอเตอร์ (MOC) โอนย้ายไม่สมบูรณ์
2049	ข้อมูลการเริ่มต้นใหม่ของแหล่งจ่ายไฟ
2315	ไม่มีเวอร์ชันซอฟต์แวร์จากชุดแหล่งจ่ายไฟ
2816	การไหลท่วมซ้อนกันของข้อมูลจำนวนมากบนชุดบอร์ดควบคุม
2817	ตัวกำหนดตารางเวลาทำงานช้า
2818	ทำงานเร็ว
2819	เธรดของพารามิเตอร์
2820	มีข้อมูลไหลซ้อนจำนวนมากใน LCP
2821	การไหลของข้อมูลจำนวนมากที่พอร์ตอนุกรม
2822	การไหลของข้อมูลจำนวนมากที่พอร์ต USB
3072-5122	ค่าพารามิเตอร์เกินขีดจำกัดของตัวเอง ดำเนินการเริ่มต้นใช้งาน หมายเลขพารามิเตอร์ที่เป็นสาเหตุของสัญญาณเตือน: ให้ลบรหัสด้วย 3072 ตัวอย่าง รหัสผิดพลาด 3238: 3238-3072 = 166 แสดงว่าอยู่เกินขีดจำกัด
5123	อุปกรณ์เสริมในสล็อต A: ฮาร์ดแวร์เข้ากันไม่ได้กับฮาร์ดแวร์ของบอร์ดควบคุม
5124	อุปกรณ์เสริมในสล็อต B: ฮาร์ดแวร์เข้ากันไม่ได้กับฮาร์ดแวร์ของบอร์ดควบคุม
5125	อุปกรณ์เสริมในสล็อต C0: ฮาร์ดแวร์เข้ากันไม่ได้กับฮาร์ดแวร์ของบอร์ดควบคุม
5126	อุปกรณ์เสริมในสล็อต C1: ฮาร์ดแวร์เข้ากันไม่ได้กับฮาร์ดแวร์ของบอร์ดควบคุม
5376-6231	หน่วยความจำไม่พอ

คำเตือน 40, โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตอล ขั้วต่อ 27
ตรวจสอบโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับขั้ว 27 หรือถอดสายที่ลัดวงจรออก ตรวจสอบพารามิเตอร์ 5-00 และ 5-01

คำเตือน 41, โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตอล ขั้วต่อ 29:
ตรวจสอบโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับขั้ว 29 หรือถอดสายที่ลัดวงจรออก ตรวจสอบพารามิเตอร์ 5-00 และ 5-02

คำเตือน 42, โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตอลบน X30/6:
ตรวจสอบโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับขั้ว X30/6 หรือถอดสายที่ลัดวงจรออก ตรวจสอบพารามิเตอร์ 5-32

คำเตือน 42, โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตอลบน X30/7:
ตรวจสอบโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับขั้ว X30/7 หรือถอดสายที่ลัดวงจรออก ตรวจสอบพารามิเตอร์ 5-33

คำเตือน 47, แหล่งจ่ายไฟ 24 V มีค่าต่ำ:
แหล่งจ่ายไฟสำรองกระแสตรง 24 V จากภายนอกอาจจ่ายโหลดเกิน ถ้าไม่ใช่ ให้ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

คำเตือน 48, แหล่งจ่ายไฟ 1.8 V มีค่าต่ำ:
ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

คำเตือน 49, จำกัดความเร็ว:
ความเร็วไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดในพารามิเตอร์ 4-11 และพารามิเตอร์ 4-13

สัญญาณเตือน 50, ปรับเทียบ AMA ล้มเหลว:
ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

สัญญาณเตือน 51, AMA ตรวจสอบ Unom และ Inom:
การตั้งค่าของแรงดันมอเตอร์ กระแสมอเตอร์ และกำลังมอเตอร์น่าจะผิดพลาด ตรวจสอบการตั้งค่า

สัญญาณเตือน 52, AMA Inom ต่ำ:
กระแสมอเตอร์มีค่าต่ำเกินไป ตรวจสอบการตั้งค่า

สัญญาณเตือน 53, AMA มอเตอร์ใหญ่เกินไป:
มอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ AMA จะดำเนินการได้

สัญญาณเตือน 54, AMA มอเตอร์ใหญ่เล็กไป:
มอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ AMA จะดำเนินการได้

สัญญาณเตือน 55, AMA พารามิเตอร์อยู่นอกช่วง:
ค่าพารามิเตอร์ที่หาได้จากมอเตอร์อยู่นอกช่วงที่ยอมรับได้

สัญญาณเตือน 56, AMA ขัดจังหวะการทำงานโดยผู้ใช้:
AMA ขัดจังหวะการทำงาน (interrupt) โดยผู้ใช้

สัญญาณเตือน 57, AMA เกินกำหนดเวลา:
ให้ลองพยายามสตาร์ท AMA อีกหลายๆ ครั้ง จนกระทั่ง AMA ทำงาน โปรดระวังไว้ว่า การทำงานซ้ำๆ กันหลายครั้งอาจจะทำให้มอเตอร์ร้อนถึงระดับที่ค่าความต้านทาน Rs และ Rr มีค่าเพิ่มขึ้นได้ แต่โดยทั่วไปแล้ว จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรง

สัญญาณเตือน 58, AMA ข้อผิดพลาดภายใน:
ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

คำเตือน 59, จำกัดกระแส:
กระแสมีค่าสูงกว่าที่ระบุไว้ในพารามิเตอร์ 4-18.

คำเตือน 61, ข้อผิดพลาดการตรวจตาม:
เกิดข้อผิดพลาดระหว่างความเร็วที่คำนวณและการวัดความเร็วจากอุปกรณ์ตรวจสอบผล ฟังก์ชั่นคำเตือน/สัญญาณเตือน/ปิดการใช้งานอยู่ใน พารามิเตอร์ 4-30 ค่าข้อผิดพลาดที่ยอมรับอยู่ใน พารามิเตอร์ 4-31 และเวลาที่อนุญาตค่าการเกิดข้อผิดพลาดอยู่ในพารามิเตอร์ 4-32 ระหว่างการทดสอบการใช้งานฟังก์ชั่นอาจสามารถใช้งานได้

คำเตือน 62, ความถี่เอาท์พุทที่ขีดจำกัดสูงสุด:
ความถี่เอาท์พุทมีค่าเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ใน พารามิเตอร์ 4-19

สัญญาณเตือน 63, เบรกกลไกต่ำ:
กระแสมอเตอร์ที่แท้จริงไม่เกินกระแส "ปล่อยเบรค" ภายในกรอบเวลา "หน่วงการสตาร์ท"

คำเตือน 64, จำกัดแรงดันไฟ:
ที่ค่าโหลดและความเร็วนี้ต้องการแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ที่มีค่าสูงกว่าแรงดันดีซีลิงค์ที่มีอยู่

คำเตือน/สัญญาณเตือน/รอบ 65, การ์ดควบคุมความร้อนเกิน:
การ์ดควบคุมอุณหภูมิสูงเกิน: อุณหภูมิตัดการทำงานของการ์ดควบคุมคือ 80ฐC

คำเตือน 66, อุณหภูมิฮีทซิงค์ต่ำ:
อุณหภูมิแผ่นระบายความร้อนวัดค่าได้ที่ 0ฐC อาจเป็นการบ่งชี้ว่าตัวตรวจจับอุณหภูมิบกพร่อง ซึ่งทำให้ความเร็วพัดลมเพิ่มขึ้นถึงระดับสูงสุดในกรณีที่ส่วนจ่ายไฟหรือการ์ดควบคุมมีความร้อนมาก

สัญญาณเตือน 67, การกำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เสริมถูกเปลี่ยน:
อุปกรณ์เสริมหนึ่งหรือสองชนิดได้ถูกติดตั้งเพิ่มเข้ามาหรือถอดออกไป ตั้งแต่การตัดการจ่ายไฟครั้งล่าสุด

สัญญาณเตือน 68, ระบบหยุดแบบปลอดภัย:
การหยุดแบบปลอดภัยถูกใช้งาน เพื่อที่จะกลับมาทำงานโดยปกติอีกครั้งหนึ่ง ให้จ่ายแรงดันไฟตรง 24 V ที่ T-37 จากนั้นส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตอล, หรือโดยการกด [RESET])

คำเตือน 68, ระบบหยุดแบบปลอดภัย:
การหยุดแบบปลอดภัยถูกใช้งาน การทำงานจะกลับเข้าสู่ภาวะปกติเมื่อปิดใช้งานระบบหยุดแบบปลอดภัย คำเตือน: รีสตาร์ทอัตโนมัติ!

สัญญาณเตือน 70, ค่า FC ไม่ถูกต้อง:
การรวมบอร์ดควบคุมและบอร์ดกำลังที่แท้จริงไม่ถูกต้อง

สัญญาณเตือน 71, PTC 1 หยุดแบบปลอดภัย:
ระบบหยุดแบบปลอดภัยถูกเปิดใช้งานจาก การ์ดเทอร์มิสเตอร์ PTC MCB 112 (มอเตอร์ร้อนเกินไป) สามารถกลับเข้าสู่การใช้งานตามปกติเมื่อ MCB 112 ใช้แรงดันไฟ DC 24 V ไปที่ T-37 อีกครั้ง (เมื่ออุณหภูมิมอเตอร์อยู่ในระดับที่ยอมรับได้) และเมื่อสัญญาณดิจิตอลขาเข้าจาก MCB 112 ถูกปิดการทำงาน ในกรณีนี้ สัญญาณรีเซ็ตจะต้องถูกส่งออกไป (ผ่านบัส, I/O ดิจิตอล หรือโดยกดปุ่ม [RESET])

คำเตือน 71, PTC 1 หยุดแบบปลอดภัย:
ระบบหยุดแบบปลอดภัยถูกเปิดใช้งานจาก การ์ดเทอร์มิสเตอร์ PTC MCB 112 (มอเตอร์ร้อนเกินไป) สามารถกลับเข้าสู่การใช้งานตามปกติเมื่อ MCB 112 ใช้แรงดันไฟ DC 24 V ไปที่ T-37 อีกครั้ง (เมื่ออุณหภูมิมอเตอร์อยู่ในระดับที่ยอมรับได้) และเมื่อสัญญาณดิจิตอลขาเข้าจาก MCB 112 ถูกปิดการทำงาน คำเตือน: รีสตาร์ทอัตโนมัติ

สัญญาณเตือน 72, ข้อผิดพลาดที่เป็นอันตราย:
ระบบหยุดแบบปลอดภัยพร้อมล็อครอบ เกิดระดับสัญญาณที่ไม่คาดคิดที่ระบบหยุดแบบปลอดภัย และสัญญาณดิจิตอลขาเข้าจากการ์ดเทอร์มิสเตอร์ PTC MCB 112

สัญญาณเตือน 80, ชุดขับใช้ค่าเริ่มต้นเป็นค่ามาตรฐาน:
ค่าที่ตั้งของพารามิเตอร์ต่างๆ จะถูกตั้งค่าเริ่มต้นตามการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน ภายหลังจากทำการรีเซ็ตด้วยมือ (สามนิ้ว)

สัญญาณเตือน 90, ตัวเข้ารหัสสูญหาย:
ตรวจสอบการเชื่อมต่อกับตัวเข้ารหัส และเปลี่ยน MCB 102 หรือ MCB 103

สัญญาณเตือน 91, อินพุทอนาล็อก 54 ตั้งค่าผิด
สวิทช์ S202 ต้องตั้งในตำแหน่ง OFF (อินพุทแรงดัน) เมื่อเซ็นเซอร์ KTY ถูกต่อเข้ากับอินพุทอนาล็อกขั้วต่อ 54

สัญญาณเตือน 250, ชิ้นส่วนอะไหล่ใหม่:
แหล่งจ่ายไฟ หรือแหล่งจ่ายไฟของโหมดสวิทช์ (SMPS) ถูกสับเปลี่ยน รหัสชนิดตัวแปลงความถี่จะต้องถูกคืนค่าใน EEPROM เลือกรหัสชนิดที่ถูกต้องในพารามิเตอร์ 14-23 ตามแผ่นป้ายชื่อบนเครื่อง โปรดจำไว้ว่าต้องเลือก "บันทึกลง EEPROM" เพื่อให้เสร็จสมบูรณ์

สัญญาณเตือน 251, รหัสประเภทใหม่:
ตัวแปลงความถี่ได้รับรหัสชนิดใหม่

ดัชนี

A

Ama 119, 136

D

Devicenet 5, 90

E

Emc Directive 89/336/eec 16
Etr 123, 179

J

Jog 7
Jog 165

L

Lcp 7, 9, 24, 151

P

Pid ในโหมดความเร็ว 23
Plc 130
Profibus 5, 90

R

Rcd 10, 44
Rs-485 155

S

Smart Logic Control 50

U

Usb 76

V

Vvcplus 11, 22

เ

เซ็นเซอร์ Kty 179
เทอร์มิสเตอร์ 10
เบรกเชิงกลสำหรับการชักรอก 49
เบรคเชิงกล 47
เบรคไฟฟ้าเชิงกล 136
เบรคกระแสตรง 164
เฟสมอเตอร์ 50
เวลา 164
เวลาไต่ถึงค่ายอด 78
เวอร์ชันของซอฟต์แวร์ 90
เสริมสำหรับการสื่อสาร 180
เสียงรบกวน 77
เอาท์พุทดิจิตอล 74
เอาท์พุทดิจิตัล ขั้วต่อ X30/6,7 141
เอาท์พุทมอเตอร์ 71
เอาท์พุทรีเลย์ 75
เอาท์พุทอนาล็อก 74
เอาท์พุทอนาล็อก ขั้วต่อ X30/8 141

แ

แถบห้าม 28
แถบห้ามใกล้ศูนย์ 28
แบบลื่นไหล 7, 167
แผ่นดีคัปปลิง 108
แรงดัน Dc 179
แรงดันเกินที่เกิดจากมอเตอร์ 50
แรงดันของมอเตอร์ 78
แรงดันค่ายอดของมอเตอร์ 77
แรงบิดในการเบรก 8
แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V Dc 148
แหล่งจ่ายไฟหลัก 57, 64, 65
แหล่งจ่ายไฟหลัก (l1, L2, L3) 71
แหล่งจ่ายไฟหลักหายไป 51

โ

โปรไฟล์ของ Fc 164
โมเมนต์ความเฉื่อย 51
โหลดเกินแบบคงที่ในโหมด Vvcplus 51

ไ

ไม่สอดคล้องกับ Ul 110

ก

กระเป๋าอุปกรณ์เสริม 101
กระแสรั่วไหล 44
กระแสรั่วไหลลงดิน 44
กระแสรั่วลงดิน 126
กวดตาม/ชะลอ 26
การเข้าถึงขั้วต่อส่วนควบคุม 113
การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก 106
การเชื่อมต่อบัส Dc 121
การเชื่อมต่อบัส Rs 485 125
การเชื่อมต่อมอเตอร์ 107
การเชื่อมต่อรีเลย์ 122
การแยกกันทางไฟฟ้า (pelv) 43
การใช้สายเคเบิลที่ถูกต้องตาม Emc 128
การกำหนดรูปแบบชุดขับ 87
การควบคุมเบรก 179
การควบคุมแบบ Pid สำหรับกระบวนการ 34
การควบคุมแรงบิด 21
การควบคุมกระแสภายใน ในโหมด Vvcplus 24
การควบคุมความเร็ว Pid 30
การควบคุมหน้าเครื่อง (ควบคุมด้วยมือ) และระยะไกล (อัตโนมัติ) 24
การจัดการค่าอ้างอิง 27
การ์ดควบคุม, เอาท์พุท Dc +10 V 75
การ์ดควบคุม, เอาท์พุท Dc 24 V 74
การ์ดควบคุม, การสื่อสารแบบอนุกรม Rs 485 74
การ์ดควบคุม, การสื่อสารอนุกรม Usb 76
การต่อลงดิน 130
การต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย 126
การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบมีชีล/ปลอกโลหะ 130
การตั้งโปรแกรมขีดจำกัดแรงบิดและการหยุด 136
การตั้งสเกลค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับ 28
การติดตั้งเชิงกล 102
การติดตั้งทางไฟฟ้า 113, 115
การติดตั้งทางไฟฟ้า คำเตือนเกี่ยวกับ Emc 126
การติดตั้งระบบไฟฟ้า 117
การถอดแผ่นที่เจาะเตรียมไว้สำหรับสายเคเบิลเพิ่มเติม 105
การทดสอบแรงดันสูง 126
การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันในสมรรถนะ 85
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ 136
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (ama) 119

การป้องกัน 43, 44, 110
การป้องกันและคุณสมบัติ 72
การป้องกันความร้อนเกินของมอเตอร์ 51, 124
การป้องกันความร้อนมอเตอร์ 168
การป้องกันมอเตอร์ 72, 123
การป้อนกลับของมอเตอร์ 24
การรบกวนของแหล่งจ่ายไฟหลัก 130
การระบายความร้อน 85
การลดพิกัดสำหรับแรงดันอากาศต่ำ 84
การลดพิกัดสำหรับการติดตั้งสายเคเบิลมอเตอร์แบบยาวหรือสายเคเบิลที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่ขึ้น 85
การลดพิกัดสำหรับการรันที่ความเร็วต่ำ 85
การลดพิกัดอุณหภูมิแวดล้อม 79
การสลับเอาท์พุท 50
การสั่นสะเทือนและการกระแทก 17
การสื่อสารแบบอนุกรม 8
การสื่อสารอนุกรม 130
การหมุนของมอเตอร์ 124
การหมุนตามเข็มนาฬิกา 124
การหยุดแบบปลอดภัย 52
กำลังเบรก 9
กำลังเบรค 47

ข

ขนาดเชิงกล 97, 98, 99, 100
ข้อกำหนดเกี่ยวกับ Emc (89/336/eec) 15
ข้อกำหนดเครื่องจักรกล (98/37/eec) 15
ข้อกำหนดแรงดันระดับต่ำ (73/23/eec) 15
ข้อความแสดงสถานะ 164, 166
ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ Profidrive (stw) 172
ข้อความสัญญาณเตือน 175
ข้อมูลบนป้ายชื่อ 119
ขั้วต่อทางไฟฟ้าทั้งหมด 115
ขั้วต่อส่วนควบคุม 113

ค

ความเร็วให้กับ Pid 21
ความเร็วมอเตอร์ที่พิกัด 7
ความชื้นในอากาศ 16
ความถี่สวิตชิ่ง 117
ความยาวและขนาดหน้าตัดของสายเคเบิล 71
ความยาวและพื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิล 117
ค้างความถี่เอาท์พุท 165
ค่าป้อนกลับจากเอ็นโคดเดอร์ 21
ค่าอ้างอิงแรงดันไฟฟ้าผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์ 134
ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์ 134
ค่าเตือน 175
ค่าเตือนทั่วไป 5
ค่าแนะนำในการกำจัดทิ้ง 14
ค่าจำกัดความ 6
ค่าสั่งควบคุมตามโปรไฟล์ Profidrive (ctw) 169
คุณลักษณะแรงบิด 71
คุณลักษณะการควบคุม 75

จ

จุดเชื่อมต่อ Usb 113

ฉ

ฉลากและความสอดคล้องกับ Ce 15
ฉลากและความสอดคล้องกับ Ce คืออะไร 15

ช

ชีล/ปลอกโลหะ 116

ต

ตัวกรองคลื่นไซน์ 110, 153
ตัวกรองฮาร์โมนิค 94
ตัวต้านทานเบรค 45, 151
ตัวนำอลูมิเนียม 117
ตัวรัดสายเคเบิล 127, 130
ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน 115
ติดตั้งแบบชิดกัน 102

ท

ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 124
ที่แหล่งจ่ายไฟหลัก 11

ป

ประสิทธิภาพ 77
ป้องกัน 16
ป้ายชื่อมอเตอร์ 119

ผ

ผลการทดสอบ Emc 42

พ

พารามิเตอร์ของมอเตอร์ 136

ฟ

ฟลักซ์ 23, 24
ฟังก์ชันเบรค 47
ฟิวส์ 110

ร

รหัสประเภทแบบฟอร์มการสั่งซื้อ 87
ระดับแรงดันไฟฟ้า 72

ล

ล็อกค้างเอาท์พุท 7
ล็อกค้างค่าอ้างอิง 26
ลัดวงจร (ระหว่างเฟสของมอเตอร์) 50
ลื่นไหล 165

ว

วงจรชั้นกลาง 47, 50, 77, 78, 179

ส

สตาร์ท/หยุด 133
สตาร์ท/หยุด พัลส์ 133
สภาพแวดล้อม 76
สภาพแวดล้อมที่รุนแรง 16
สภาพของการระบายความร้อน 102
สภาวะการทำงานที่เกินขอบเขต 50
สมรรถนะเอาท์พุท (u, V, W) 71
สมรรถนะการ์ดควบคุม 76
ส่วนชีลของสายเคเบิล 117
สวิตช์ S201, S202 และ S801 117
สายเคเบิลควบคุม 115, 116, 126
สายเคเบิลปรับสมดุล 130
สายเคเบิลมอเตอร์ 116, 126
สิ่งที่ครอบคลุม 15

ห

หมายเลขการสั่งซื้อ 87
หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวกรองฮาร์โมนิค 94
หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวต้านทานเบรค 91
หมายเลขการสั่งซื้อ: อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ 90
หมายเลขการสั่งซื้อ:ชุดตัวกรองคลื่นไซน์ 200-500 Vac 95
หมายเลขการสั่งซื้อ:ชุดตัวกรองคลื่นไซน์ 525-690 Vac 96

อ

อักษรย่อ 6
อินพุทดิจิตอล: 72
อินพุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/1-4 141
อินพุทพัลส์/เอ็นโคดเดอร์ 73
อินพุทอนาล็อก 8, 73
อินพุทอนาล็อก ขั้วต่อ X30/11,12 141
อุปกรณ์เสริมในการเชื่อมต่อเบรค 121
อุปกรณ์กระแสตกค้าง (rcd) 44, 131