# ข้อมูล


## ■ วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้ 5

- วิธีการอ่านคู่มือการออกแบบ 5
- การรับรอง 5
- สัญลักษณ์ 6
- คำย่อ 6
- คำจำกัดความ 7

## ■ บทนำเกี่ยวกับ FC 300 13

- คำเตือนเกี่ยวกับความปลอดปลอดภัย 13
- คำเตือนเกี่ยวกับความปลอดปลอดภัย 13
- คำแนะนำในการจำกัดทิ้ง 14
- เวอร์ชันของซอฟต์แวร์ 14
- หลักการควบคุม 17
- การควบคุม FC 300 17
- หลักการควบคุม FC 301 เทียบกับ FC 302 17
- โครงสร้างตัวควบคุมใน VVC$^{plus}$ 18
- โครงสร้างการควบคุมแบบฟลักซ์ ที่ไม่มีเซ็นเซอร์ (เฉพาะ FC 302) 19
- โครงสร้างการควบคุมแบบฟลักซ์ซึ่งมีการป้อนกลับของมอเตอร์ 20
- การควบคุมกระแสภายใน ในโหมด VVC+$^{plus}$ 20
- การควบคุมหน้าเครื่อง (Hand On) และระยะไกล (Auto On) 20
- การจัดการค่าอ้างอิง 22
- การสเกลค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับ 23
- แถบห้ามใกล้ศูนย์ 25
- การควบคุม PID ในโหมดความเร็ว 29
- พารามิเตอร์ต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับการควบคุมความเร็ว 29
- การควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการ 31
- วิธีการปรับแต่งแบบ Ziegler Nichols 35
- สายเคเบิลมอเตอร์ต้องตรงตามกับข้อกำหนด EMC 37
- ความคงทนต่อ EMC 38
- กระแสรั่วไหลลงดิน 39
- การเลือก ตัวต้านทานเบรค 39
- การควบคุมเบรคเชิงกล 42
- เบรกเชิงกลสำหรับการชักรอก 43
- การหยุดแบบปลอดภัย ของ FC 300 45
- การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย (FC 302 และ FC 301 – เฉพาะกรอบหุ้ม A1) 46
- การทดสอบการใช้การหยุดแบบปลอดภัย 47

## ■ ข้อมูลทางไฟฟ้า 49

- ข้อมูลทางไฟฟ้า 49
- ข้อมูลจำเพาะทั่วไป 55
- ประสิทธิภาพ 59
- เสียงรบกวน 60
- แรงดันค่ายอดของมอเตอร์ 60
- แรงดันค่ายอดของมอเตอร์ 60
- เงื่อนไขพิเศษ 61
- วัตถุประสงค์ของการลดค่าพิกัด 61

- การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันสมรรถนะ 64

## ■ วิธีการสั่งซื้อ 65
- การกำหนดรูปแบบชุดขับเคลื่อน 65
- รหัสประเภทแบบฟอร์มการสั่งซื้อ 65
- หมายเลขการสั่งซื้อ 67

## ■ วิธีการติดตั้ง 73
- ขนาดเชิงกล 73
- การติดตั้งทางกลไก 75
- ถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ 75
- การติดตั้งทางไฟฟ้า 78
- การถอดแผ่นเจาะสำหรับสายเคเบิลเพิ่มเติม 78
- การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก และการต่อลงดิน 79
- การเชื่อมต่อมอเตอร์ 81
- ฟิวส์ 83
- การเข้าถึงขั้วต่อส่วนควบคุม 85
- ขั้วต่อส่วนควบคุม 85
- การติดตั้งทางไฟฟ้า, ขั้วต่อส่วนควบคุม 86
- ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน 86
- การติดตั้งทางไฟฟ้า สายเคเบิลควบคุม 87
- สายเคเบิลมอเตอร์ 89
- สวิตช์ S201, S202 และ S801 90
- การตั้งค่าสุดท้าย และทดสอบ 90
- การเชื่อมต่อเพิ่มเติม 92
- การเชื่อมต่อรีเลย์ 92
- เอาท์พุทรีเลย์ 93
- การต่อมอเตอร์หลายตัวขนานกัน 93
- การป้องกันความร้อนสะสมของมอเตอร์ 95
- วิธีการเชื่อมต่อ PC ไปยัง FC 300 95
- กล่องข้อความของซอฟต์แวร์ FC 300 96
- อุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCD) 101

## ■ ตัวอย่างการใช้งาน 103
- สตาร์ท/หยุด 103
- พัลส์ สตาร์ท/หยุด 103
- ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์ 104
- การเชื่อมต่อเอ็นโคดเดอร์ 104
- ทิศทางเอ็นโคดเดอร์ 104
- ระบบชุดขับเคลื่อนวงรอบปิด 105
- การตั้งโปรแกรมขีดจำกัดแรงบิดและการหยุด 105
- Smart Logic Controller (ตัวควบคุม Smart Logic)
  การตั้งโปรแกรม 01 106

## ■ อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ 109
- อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ 109
- การติดตั้งโมดูลอุปกรณ์เสริมในสล็อต B 109
- อุปกรณ์เสริมโมดูลอินพุต เอาท์พุต สำหรับการใช้งานทั่วไป 109

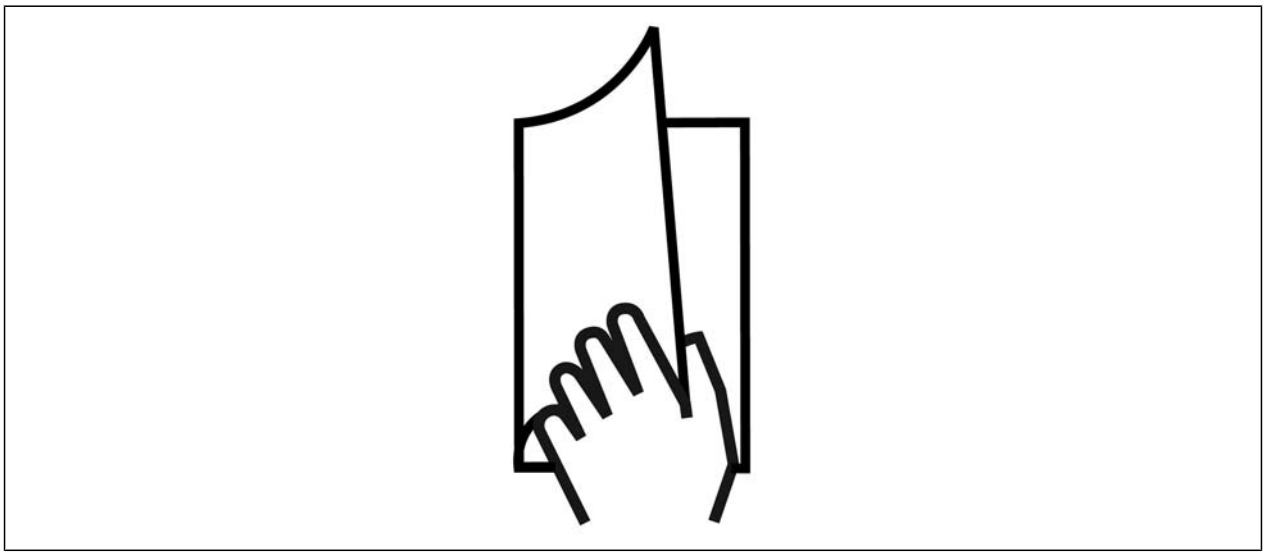
- อุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์ MCB 102 111
- MCB 103 อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์ 113
- อุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105 115
- อุปกรณ์เสริมไฟสำรอง 24 V MCB 107 (อุปกรณ์เสริม D) 117
- ชุดกรอบหุ้ม IP 21/IP 4X/ TYPE 1 118
- ตัวกรองคลื่นไซน์ 119

**การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485** 121
- การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485 121
- ภาพรวมของโปรโตคอลของ FC 123
- การกำหนดรูปแบบเครือข่าย 123
- โครงสร้างกรอบข้อความของโปรโตคอล FC – FC 300 124
- ตัวอย่าง 128
- โปรไฟล์ควบคุม FC ของ Danfoss 129

**การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น** 139
- ข้อความสถานะ - FC 300 DG 139
- คำเตือน/ข้อความสัญญาณเตือน 139

**ดัชนี** 148

# วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้



**วิธีการอ่านคู่มือการออกแบบ**

คู่มือการออกแบบเล่มนี้จะแนะนำเครื่อง FC 300 ของคุณในทุกแง่มุม

**เอกสารเกี่ยวกับ FC 300 ที่มีอยู่**

- คำแนะนำการทำงานของชุดขับอัตโนมัติ VLT® FC 300 MG.33.AX.YY ประกอบด้วยข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการตั้งค่าชุดขับและการเดินเครื่อง
- คู่มือการออกแบบของชุดขับอัตโนมัติ VLT® FC 300 บรรจุข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับชุดขับและการออกแบบและการประยุกต์ใช้ของลูกค้า
- คู่มือการโปรแกรมของชุดขับอัตโนมัติ VLT® FC300 MG.33.MX.YY ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีโปรแกรมรวมถึงคำอธิบายเกี่ยวกับพารามิเตอร์อย่างครบถ้วนสมบูรณ์
- คำแนะนำการทำงานของ Profibus ชุดขับอัตโนมัติ VLT® FC 300 ให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการควบคุม การตรวจดูแล และการตั้งโปรแกรมชุดขับผ่านทางฟิลด์บัส Profibus
- คำแนะนำการทำงานของ DeviceNet ชุดขับอัตโนมัติ VLT® FC 300ให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการควบคุม การตรวจดูแล และการตั้งโปรแกรมชุดขับผ่านทางฟิลด์บัส DeviceNet

X = หมายเลขการปรับรุ่น
YY = รหัสภาษา

เอกสารทางเทคนิคของชุดขับเคลื่อน Danfoss ได้เตรียมไว้แบบออนไลน์ที่ www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation

**การรับรอง**

## วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้

### สัญลักษณ์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในคู่มือนี้

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ระบุสิ่งที่ต้องการให้ผู้อ่านสังเกต

ระบุถึงคำเตือนทั่วไป

ระบุคำเตือนไฟฟ้าแรงสูง

* ระบุการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน

### คำย่อ

| | |
|---|---|
| กระแสสลับ | AC |
| เกจลวดอเมริกัน | AWG |
| แอมแปร์/AMP | A |
| การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (Automatic Motor Adaptation) | AMA |
| ขีดจำกัดกระแส | $I_{LIM}$ |
| องศาเซลเซียส | ฐC |
| กระแสตรง | DC |
| ขึ้นอยู่กับชุดขับเคลื่อน | D-TYPE |
| อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า | EMC |
| รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิก | ETR |
| ตัวแปลงความถี่ (Frequency Converter) | FC |
| กรัม | g |
| เฮิรตซ์ | Hz |
| กิโลเฮิรตซ์ | kHz |
| แผงควบคุมหน้าเครื่อง | LCP |
| เมตร | m |
| การเหนี่ยวนำมิลลิเฮนรี่ | mH |
| มิลลิแอมแปร์ | mA |
| มิลลิวินาที | ms |
| นาที | min |
| เครื่องมือควบคุมการเคลื่อนที่ (Motion Control Tool) | MCT |
| นาโนฟารัด | nF |
| นิวตันเมตร | Nm |
| กระแสมอเตอร์ที่ระบุ | $I_{M,N}$ |
| ความถี่มอเตอร์ที่ระบุ | $f_{M,N}$ |
| กำลังมอเตอร์ที่ระบุ | $P_{M,N}$ |
| แรงดันมอเตอร์ที่ระบุ | $U_{M,N}$ |
| พารามิเตอร์ | พารามิเตอร์ |
| แรงดันต่ำป้องกันพิเศษ | PELV |
| แผงวงจรแผ่นพิมพ์ | PCB |
| กระแสเอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่พิกัด | $I_{INV}$ |
| รอบต่อนาที | RPM |
| วินาที | s |
| ขีดจำกัดแรงบิด | $T_{LIM}$ |
| โวลต์ | V |

# วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้

## ☐ คำจำกัดความ

**ชุดขับเคลื่อน:**

D-TYPE
ขนาดและชนิดของชุดขับเคลื่อนที่ต่อเชื่อมอยู่ (dependencies)

$I_{VLT,MAX}$
กระแสเอาท์พุทสูงสุด

$I_{VLT,N}$
กระแสเอาท์พุทที่พิกัดที่จ่ายโดยตัวแปลงความถี่

$U_{VLT,\ MAX}$
แรงดันเอาท์พุทสูงสุด

**อินพุท:**

คำสั่งควบคุม
คุณสามารถสตาร์ทและหยุดมอเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ด้วยการใช้ LCP และอินพุทดิจิตัล
ฟังก์ชันต่างๆ แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม

ฟังก์ชันในกลุ่ม 1 จะมีความสำคัญ (Priority) สูงกว่าฟังก์ชันในกลุ่ม 2

| | |
|---|---|
| กลุ่ม 1 | รีเซ็ต, การหยุดแบบลื่นไหล, รีเซ็ตและหยุดแบบลื่นไหล, การหยุดแบบด่วน, การเบรคกระแสตรง, การหยุดและปุ่ม "Off" |
| กลุ่ม 2 | สตาร์ท, การสตาร์ทด้วยพัลส์, การกลับทิศทาง, สตาร์ทแบบกลับทิศหมุน, Jog และการค้างค่าเอาท์พุท |

**มอเตอร์:**

$f_{JOG}$
ความถี่ของมอเตอร์เมื่อเรียกทำงานฟังก์ชัน Jog (ผ่านทางขั้วต่อดิจิตัล)

$f_M$
ความถี่ของมอเตอร์

$f_{MAX}$
ความถี่สูงสุดของมอเตอร์

$f_{MIN}$
ความถี่ต่ำสุดของมอเตอร์

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

$I_M$
กระแสมอเตอร์

$I_{M,N}$
กระแสมอเตอร์ที่พิกัด (ข้อมูลป้ายชื่อ)

M-TYPE
ขนาดและประเภทของมอเตอร์ที่ต่อเชื่อมอยู่ (dependencies)

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

$P_{M,N}$
กำลังมอเตอร์ที่พิกัด (ข้อมูลป้ายชื่อ)

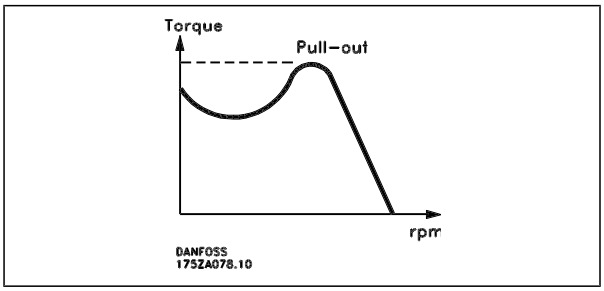
$T_{M,N}$
แรงบิดที่พิกัด (มอเตอร์)

$U_M$
แรงดันชั่วขณะของมอเตอร์

## วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้

$U_{M,N}$
แรงดันมอเตอร์ที่พิกัด (ข้อมูลป้ายชื่อ)

แรงบิด Breakaway




$\eta_{VLT}$
ประสิทธิภาพของตัวแปลงความถี่จะกำหนดเป็นสัดส่วนระหว่างกำลังด้านออกและกำลังที่จ่ายเข้า

คำสั่งไม่ให้ทำการสตาร์ท:
คำสั่งหยุดเป็นคำสั่งควบคุมกลุ่มที่ 1 – ดูที่กลุ่มนี้

คำสั่งหยุด
ดูที่คำสั่งควบคุม

**ค่าอ้างอิง:**

ค่าอ้างอิงอนาล็อก
สัญญาณที่ส่งไปยังอินพุทอนาล็อก 53 หรือ 54 อาจเป็นแรงดันหรือกระแส
ค่าอ้างอิงไบนารี
สัญญาณที่ส่งไปยังพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม
ค่าอ้างอิงปัจจุบัน
ค่าอ้างอิงปัจจุบันจะถูกตั้งไว้ระหว่าง -100% ถึง +100% ของพิสัยของค่าอ้างอิง การเลือกค่าอ้างอิงปัจจุบัน 8 แบบผ่านทางขั้วต่อดิจิตัล

ค่าอ้างอิงแบบพัลส์
สัญญาณความถี่แบบพัลส์ที่ถูกส่งไปยังอินพุทดิจิตัล (ขั้วต่อ 29 หรือ 33)

$Ref_{MAX}$
ระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุทอ้างอิงที่ค่าเต็มสเกล 100% (โดยทั่วไป 10 V, 20mA) กับค่าอ้างอิงผลลัพธ์ ค่าอ้างอิงสูงสุดตั้งค่าในพารามิเตอร์ 3-03

$Ref_{MIN}$
ระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุทอ้างอิงที่ค่า 0% (โดยทั่วไป 0 V, 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 หรือสัญญาณดิจิตัล

## วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้

การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ, AMA:
อัลกอริธึม AMA จะพิจารณาหาค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของมอเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ ในขณะที่มอเตอร์หยุดนิ่ง

ตัวต้านทานเบรค
ตัวต้านทานเบรคเป็นโมดูลที่สามารถดูดซับ กำลังเบรค ที่เกิดขึ้นจากระบบการเบรคแบบคืนพลังงานกลับ (Regenerative Braking) กำลังไฟฟ้าที่เกิดจากระบบการเบรคแบบคืนพลังงานกลับนี้จะเพิ่มแรงดันวงจรขั้นกลาง และสวิตช์คายพลังงานเบรคจะช่วยให้มั่นใจว่ามีการส่งกำลังไปยังตัวต้านทานเบรค

คุณลักษณะ CT
คุณลักษณะแบบแรงบิดคงที่ที่ใช้ได้กับการใช้งานทุกรูปแบบ เช่น สายพานลำเลียง ปั๊มแบบปริมาตรแทนที่ และปั้นจั่น

ดิจิตัลอินพุท
อินพุทดิจิตัลสามารถใช้เพื่อควบคุมฟังก์ชันหลายส่วนของตัวแปลงความถี่

ดิจิตัลเอาท์พุท
ชุดขับเคลื่อนมีเอาท์พุทแบบ Solid State สองชุด ที่สามารถจ่ายไฟเลี้ยง 24 V DC (สูงสุด 40 mA)

DSP
ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ DSP (Digital Signal Processor)

ETR
รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิก (Electronic Thermal Relay) จะคำนวณโหลดความร้อนโดยพิจารณาจากโหลดในขณะปัจจุบันและเวลาที่ได้ใช้งานมา ETR ทำงานโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอุณหภูมิของมอเตอร์

Hiperface®
Hiperface® เป็นเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนของ Stegmann

การตั้งค่าเริ่มต้น
หากมีการดำเนินการตั้งค่าเริ่มต้น (พารามิเตอร์ 14-22) ตัวแปลงความถี่จะกลับคืนไปเป็นการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน

รอบการทำงานไม่สม่ำเสมอ
รอบการทำงานแบบไม่สม่ำเสมอจะหมายถึงลำดับของรอบการทำงาน ในแต่ละรอบจะประกอบไปด้วยช่วงเวลาที่มีโหลดและช่วงเวลาที่ไม่มีโหลด การทำงานสามารถเป็นได้ทั้งการทำงานแบบเป็นคาบ และการทำงานแบบไม่เป็นคาบ

LCP
แผงควบคุมหน้าเครื่อง (LCP) เป็นจุดรวมอินเตอร์เฟสที่สมบูรณ์สำหรับการควบคุมและตั้งโปรแกรมเครื่องในตระกูล FC 300 แผงควบคุมสามารถถอดออกได้และสามารถติดตั้งสูงจากตัวแปลงความถี่ได้ถึง 3 เมตร เช่น ติดไว้ที่แผงด้านหน้าโดยใช้ชุดติดตั้งที่เป็นอุปกรณ์เสริม

lsb
บิตต่ำสุด

msb
บิตสูงสุด

MCM
ค่าย่อแทน Mille Circular Mil ซึ่งเป็นหน่วยการวัดของอเมริกา สำหรับวัดขนาดหน้าตัดของสายเคเบิล 1 MCM = 0.5067 $mm^2$

พารามิเตอร์ออนไลน์/ออฟไลน์:
การเปลี่ยนเป็นพารามิเตอร์ออนไลน์จะทำงานในทันทีหลังจากมีการเปลี่ยนค่าข้อมูล การเปลี่ยนเป็นพารามิเตอร์ออฟไลน์จะไม่ทำงานจนกว่าคุณจะกดปุ่ม [OK] ที่ LCP

PID สำหรับกระบวนการ
ตัวเร็กกูเลเตอร์ชนิด PID จะรักษาความเร็ว แรงดัน อุณหภูมิ ฯลฯ ที่ต้องการ โดยปรับความถี่เอาท์พุทให้สอดคล้องกับโหลดที่ต่างกัน

## วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้

อินพุทแบบพัลส์/เอ็นโคดเดอร์แบบเพิ่ม:
ตัวรับส่งพัลส์ดิจิตัลแบบภายนอก ที่ใช้สำหรับการป้อนกลับข้อมูลความเร็วมอเตอร์ เอ็นโคดเดอร์จะถูกใช้ในการประยุกต์ใช้งานที่ต้องการความแม่นยำสูงในการควบคุมความเร็ว

RCD
อุปกรณ์กระแสตกค้าง

ชุดคำสั่ง
คุณสามารถบันทึกการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ในชุดคำสั่งทั้งสี่ชุด และสามารถทำการเปลี่ยนไปมาระหว่างชุดคำสั่งต่างๆ ทั้งสี่ชุด หรือสามารถแก้ไขการตั้งค่าของชุดคำสั่งหนึ่งในขณะที่ยังใช้งานชุดคำสั่งอีกชุดหนึ่งอยู่

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

การชดเชยสลิป
ตัวแปลงความถี่จะชดเชยการสลิปของมอเตอร์ ด้วยการบวกความถี่เข้าไปเพิ่มเติม โดยคิดตามขนาดของโหลดที่วัดได้ ซึ่งจะทำให้ความเร็วมอเตอร์มีค่าเกือบคงที่

ตัวควบคุม Smart Logic (SLC)
SLC เป็นชุดอนุกรมการดำเนินการที่กำหนดโดยผู้ใช้ โดยจะทำงานเมื่อเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องที่กำหนดโดยผู้ใช้ ได้รับการประเมินว่าเป็นจริงโดย SLC (กลุ่มพารามิเตอร์ 13-xx)

บัสมาตรฐานของ FC
ได้แก่ บัส RS 485 พร้อมกับโปรโตคอล FC หรือโปรโตคอล MC ดูพารามิเตอร์ 8-30

เทอร์มิสเตอร์:
ตัวต้านทานที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิซึ่งติดตั้งไว้ในจุดที่มีการตรวจสอบอุณหภูมิ (ตัวแปลงความถี่หรือมอเตอร์)

ปิด
สถานะการทำงานเมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้น เช่น ตัวแปลงความถี่เกิดอุณหภูมิสูงเกิน หรือเมื่อตัวแปลงความถี่ทำการป้องกันมอเตอร์ กระบวนการ หรือระบบเชิงกล การสตาร์ทอีกครั้งจะถูกป้องกันไว้ไม่ให้ทำได้จนกว่าสาเหตุของฟอลต์จะได้รับการแก้ไข และสถานะการตัดการทำงานถูกยกเลิกโดยการสั่งรีเซ็ต หรือในบางกรณีโดยการโปรแกรมให้รีเซ็ตโดยอัตโนมัติ ไม่สามารถใช้การตัดการทำงานเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

ตัดการทำงานแบบล็อค
สถานะการทำงานเมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้น เมื่อตัวแปลงความถี่กำลังทำงานเพื่อป้องกันตัวเองและต้องการการแทรกแซงทางกายภาพ เช่น เมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้นที่เอาท์พุท ล็อคตัดการทำงานจะถูกยกเลิกได้โดยการตัดการจ่ายไฟสายหลักออก แก้ไขสาเหตุของฟอลต์แล้วจึงทำการเชื่อมต่อตัวแปลงความถี่อีกครั้ง การสตาร์ทอีกครั้งจะถูกป้องกันไว้ไม่ให้ทำได้จนกว่าสถานะการตัดการทำงานจะถูกยกเลิกโดยการสั่งรีเซ็ต หรือในบางกรณีโดยการโปรแกรมให้รีเซ็ตโดยอัตโนมัติ ไม่สามารถใช้การตัดการทำงานเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

คุณลักษณะ VT
คุณลักษณะแรงบิดแบบผันแปรที่ใช้สำหรับปั๊มและพัดลม

VVC$^{plus}$
เมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมมาตรฐานแบบอัตราส่วนแรงดัน/ความถี่คงที่ (V/F) แล้ว การควบคุมเวกเตอร์คอนโทรลแบบควบคุมแรงดัน (VVC$^{plus}$) จะช่วยปรับปรุงพลศาสตร์และเสถียรภาพให้ดีขึ้น ทั้งในเวลาที่ค่าอ้างอิงความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงและให้สัมพันธ์กับแรงบิดของโหลด

60° AVM
รูปแบบการสวิตช์ที่เรียกว่า 60° การมอดูเลต เวกเตอร์ แบบซิงโครนัส (พารามิเตอร์ 14-00)

ตัวประกอบกำลัง
ตัวประกอบกำลังเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่าง $I_1$ และ $I_{RMS}$

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

ตัวประกอบกำลังสำหรับการควบคุม 3 เฟส:

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

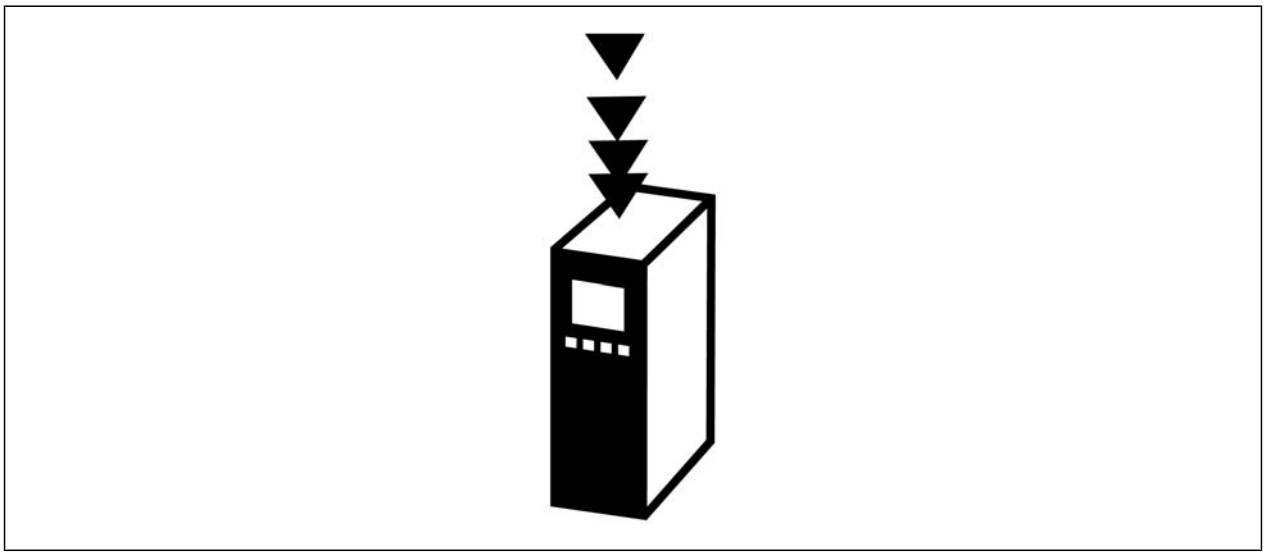
## วิธีอ่านคู่มือการออกแบบนี้

ตัวประกอบกำลังจะระบุขนาดโหลดของตัวแปลงความถี่ที่แหล่งจ่ายไฟหลักจะต้องรับภาระ
ตัวประกอบกำลังที่ต่ำกว่า หมายถึง $I_{RMS}$ ที่สูงกว่าสำหรับประสิทธิภาพการทำงานที่ระดับ kW เดียวกัน

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

นอกจากนี้ ตัวประกอบกำลังค่าสูงจะยังบ่งชี้ว่ากระแสฮาร์โมนิคความถี่สูงต่างๆ มีระดับต่ำ
ขดลวด DC ภายในตัวแปลงความถี่ FC 300 จะทำให้ตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยลดโหลดที่กำหนดของแหล่งจ่ายไฟหลัก

# บทนำเกี่ยวกับ FC 300



## คำเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัย

แรงดันไฟฟ้าของตัวแปลงความถี่มีอันตรายเมื่อตัวแปลงความถี่ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟหลัก การต่อมอเตอร์ ตัวแปลงความถี่ หรือฟิลด์บัสที่ไม่ถูกต้อง อาจทำให้อุปกรณ์เสียหาย ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บรุนแรงหรือเสียชีวิตได้ ดังนั้นจะต้องสอดคล้องกับคำแนะนำในคู่มือนี้เช่นเดียวกับกฎข้อบังคับของท้องถิ่นและระดับประเทศและข้อบังคับความปลอดภัย

**ข้อบังคับด้านความปลอดภัย**

1. ตัวแปลงความถี่จะต้องถูกปลดจากแหล่งจ่ายไฟหลักถ้าจะต้องมีการดำเนินงานซ่อม ตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกปลดแล้วและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนที่จะถอดขั้วของมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟหลัก
2. ปุ่ม [STOP/RESET] บนแผงควบคุมของตัวแปลงความถี่ไม่ได้ปลดอุปกรณ์ออกจากแหล่งจ่ายไฟหลักและดังนั้นต้องไม่ใช้เป็นสวิทช์เพื่อความปลอดภัย
3. การลงดินเพื่อการป้องกันที่ถูกต้องของอุปกรณ์จะต้องถูกกำหนด ผู้ใช้ต้องได้รับการปกป้องจากแหล่งจ่ายไฟ และมอเตอร์ต้องถูกป้องกันจากการมีโหลดเกินตามกฎข้อบังคับในระดับประเทศและท้องถิ่น
4. กระแสรั่วลงดินสูงกว่า 3.5 mA
5. การป้องกันโหลดเกินของมอเตอร์ไม่ได้รวมอยู่ในการตั้งค่าจากโรงงาน ถ้าต้องใช้ฟังก์ชันนี้ให้ตั้งพารามิเตอร์ 1-90 ให้เป็นค่าข้อมูลของการตัดการทำงานของ ETR หรือ ค่าข้อมูลการเตือนของ ETR

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

6. ห้ามถอดปลั๊กมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟหลักในขณะที่ตัวแปลงความถี่ยังเชื่อมต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟหลัก ตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกปลดแล้วและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนที่จะถอดขั้วของมอเตอร์และแหล่งจ่ายไฟหลัก
7. โปรดจำไว้ว่าตัวแปลงความถี่มีอินพุทแรงดันที่มากกว่า L1, L2 และ L3 เมื่อติดตั้งการแบ่งโหลด (การเชื่อมวงจรตัวกลางกระแสตรง) และแหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC ตรวจสอบว่าทุกอินพุทแรงดันถูกปลดออกและรอจนกว่าเวลาที่จำเป็นต้องรอได้ผ่านไปก่อนการเริ่มงานซ่อม

# บทนำเกี่ยวกับ FC 300

**การเตือนเกี่ยวกับการสตาร์ทที่ไม่ตั้งใจ**

1. มอเตอร์สามารถทำให้หยุดได้โดยวิธีคำสั่งดิจิตัล คำสั่งบัส ค่าอ้างอิงหรือการหยุดที่หน้าเครื่องในขณะที่ตัวแปลงความถี่เชื่อมต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟหลัก เมื่อจำเป็นต้องพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยส่วนบุคคลเพื่อประกันว่าจะไม่มีการสตาร์ทโดยไม่ตั้งใจเกิดขึ้น ฟังก์ชันการหยุดเหล่านี้จะไม่เพียงพอ
2. ในขณะที่พารามิเตอร์กำลังเปลี่ยนแปลงมอเตอร์อาจจะสตาร์ทได้ ดังนั้นปุ่มหยุด [STOP/RESET] ต้องถูกเปิดใช้งานเสมอ ข้อมูลดังต่อไปนี้สามารถปรับแก้ได้
3. มอเตอร์ที่หยุดอยู่อาจจะสตาร์ทถ้าเกิดฟอลต์ขึ้นในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกของตัวแปลงความถี่ หรือถ้าโหลดเกินชั่วคราว หรือฟอลต์ในแหล่งจ่ายไฟหลัก หรือการเชื่อมต่อมอเตอร์สิ้นสุดลง

การสัมผัสชิ้นส่วนทางไฟฟ้าอาจมีอันตรายอย่างร้ายแรง แม้ว่าอุปกรณ์จะตัดการเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลักแล้วก็ตาม

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

**คำแนะนำในการจำกัดทิ้ง**

อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนทางไฟฟ้าไม่สามารถจำกัดทิ้งร่วมกับขยะทั่วไป ต้องรวบรวมทิ้งขยะอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าแยกต่างหาก ตามกฎหมายที่บังคับใช้ในปัจจุบันและในระดับท้องถิ่น

**ข้อควรระวัง**

ตัวเก็บประจุดีซีลิงค์ของชุดขับอัตโนมัติ FC 300 จะยังคงมีประจุไฟอยู่หลังจากตัดการจ่ายไฟแล้ว เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟฟ้า ให้ตัดไฟ FC 300 จากสายหลักก่อนดำเนินการบำรุงรักษา ก่อนที่จะเปิดตัวแปลงความถี่เพื่อบริการ ให้รออย่างน้อยเท่ากับเวลาด้านล่างนี้:

| | | |
|---|---|---|
| FC 300: | 0.25 - 7.5 kW | 4 นาที |
| FC 300: | 11 - 22 kW | 15 นาที |
| FC 300: | 30 - 75 kW | 15 นาที |

**FC 300**
**คู่มือการออกแบบ**
**เวอร์ชันของซอฟต์แวร์: 4.0x**

คู่มือการออกแบบนี้สามารถใช้สำหรับตัวแปลงความถี่ FC 300 ทั้งหมดกับเวอร์ชันของซอฟต์แวร์ 4.0x เลขเวอร์ชันของซอฟต์แวร์สามารถดูได้จากพารามิเตอร์ 15-43

## ☐ ฉลากและความสอดคล้องกับ CE

### ฉลากและความสอดคล้องกับ CE คืออะไร

วัตถุประสงค์ของติดฉลาก CE คือเพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรคทางเทคนิคในการค้าภายในกลุ่มประเทศ 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 อย่างไรก็ตาม หากจัดส่งตัวแปลงความถี่เพื่อใช้ในเครื่องจักรกล เราจะให้ข้อมูลด้านความปลอดภัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับตัวแปลงความถี่โดยการระบุไว้ในประกาศของผู้ผลิต

### ข้อกำหนดแรงดันระดับต่ำ (73/23/EEC)

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

### ข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC (89/336/EEC)

EMC เป็นคำย่อของความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility) เมื่ออุปกรณ์มีความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า จะหมายถึงการแทรกแซงร่วมระหว่างส่วนประกอบ/อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จะไม่กระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ข้อกำหนด EMC มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 1 มกราคม 1996 ฉลาก CE ของ Danfoss ตรงตามข้อกำหนดนี้และสามารถออกใบประกาศความสอดคล้องได้หากต้องการ เมื่อต้องการทำการติดตั้งที่ถูกต้องตามหลักการ EMC โปรดดูคำแนะนำในคู่มือการออกแบบ (Design Guide) นอกจากนี้ เรายังระบุมาตรการที่ผลิตภัณฑ์ของเรามีความสอดคล้องไว้ด้วย และเรายังเสนอตัวกรองที่จะกล่าวถึงในข้อมูลจำเพาะ และจัดเตรียมความช่วยเหลือประเภทอื่นๆ เพื่อให้มั่นใจได้ถึงผลลัพธ์ EMC ที่เหมาะสมที่สุด

ตัวแปลงความถี่ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้โดยมืออาชีพ เพื่อเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบ หรือการติดตั้งที่มีความซับซ้อน ทั้งนี้ความรับผิดชอบเกี่ยวกับคุณสมบัติด้าน EMC ขั้นสุดท้ายของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบหรือการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับผู้ติดตั้ง

## ☐ สิ่งที่ครอบคลุม

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

1. ตัวแปลงความถี่ที่ขายให้กับผู้ใช้ทั่วไปโดยตรง ตัวอย่างเช่น ตัวแปลงความถี่ที่ขายให้กับตลาด DIY ผู้ใช้เป็นผู้ที่ไม่สันทัดด้านเทคนิค ผู้ใช้ทำการติดตั้งตัวแปลงความถี่ด้วยตนเองสำหรับใช้กับเครื่องจักรเพื่องานอดิเรก อุปกรณ์ไฟฟ้าในครัว ฯลฯ สำหรับการใช้งานกับอุปกรณ์ดังกล่าว ตัวแปลงความถี่ต้องมีฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC
2. ตัวแปลงความถี่ที่ขายเพื่อการติดตั้งในโรงงาน ซึ่งดำเนินงานโดยมืออาชีพในกิจการนั้นๆ โดยอาจจะเป็นโรงงานผลิตหรือโรงระบายอากาศ/ความร้อนที่ออกแบบและติดตั้งโดยมืออาชีพ ทั้งตัวแปลงความถี่หรือโรงงานที่สร้างเสร็จไม่จำเป็นต้องมีฉลาก CE ตามข้อกำหนดเกี่ยวกับ EMC อย่างไรก็ตาม ตัวเครื่องต้องสอดคล้องกับความต้องการพื้นฐานด้าน EMC ตามข้อกำหนดนี้ ซึ่งจะมั่นใจได้โดยการใช้ส่วนประกอบ เครื่องใช้ไฟฟ้า และระบบที่มีฉลาก CE ในด้านข้อกำหนด EMC
3. ตัวแปลงความถี่ที่ขายเป็นส่วนหนึ่งของระบบทั้งหมด ระบบที่วางจำหน่ายเป็นระบบสมบูรณ์ และอาจเป็นระบบทำความเย็น เป็นต้น ระบบแบบสมบูรณ์จะต้องมีฉลาก CE ตรงตามข้อกำหนด EMC ผู้ผลิตสามารถสร้างความมั่นใจเกี่ยวกับการติดฉลาก CE ที่ตรงตามข้อกำหนด EMC โดยการใช้ส่วนประกอบที่มี CE หรือโดยการทดสอบ EMC ของระบบ หากเลือกใช้แต่ส่วนประกอบที่มีฉลาก CE เท่านั้นก็ไม่ต้องทำการทดสอบระบบทั้งหมด

## ☐ ตัวแปลงความถี่ VLT ของ Danfoss และฉลาก CE

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

## ☐ ความสอดคล้องกับข้อกำหนด EMC 89/336/EEC

ดังที่กล่าวไปแล้ว ตัวแปลงความถี่นี้ส่วนใหญ่จะนำไปใช้โดยผู้ชำนาญทางด้านการค้าเพื่อเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบ หรือการติดตั้งขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อน ทั้งนี้ความรับผิดชอบเกี่ยวกับคุณสมบัติด้าน EMC ขั้นสุดท้ายของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบ หรือการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับผู้ติดตั้ง เพื่อให้ความช่วยเหลือกับผู้ติดตั้ง Danfoss ได้เตรียมคู่มือการติดตั้ง EMC สำหรับระบบชุดขับเคลื่อนกำลังไว้ด้วย ระดับการทดสอบและมาตรฐานที่ระบุสำหรับระบบชุดขับเคลื่อนกำลังสอดคล้องตามคำแนะนำสำหรับการติดตั้งที่ถูกต้องเกี่ยวกับ 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

ของเหลว อาจผ่านมาตามอากาศ กลายเป็นความชื้นเกาะอยู่ในตัวแปลงความถี่ และอาจก่อให้เกิดการสึกกร่อนของส่วนประกอบและชิ้นส่วนโลหะ ไอน้ำ น้ำมัน และน้ำที่มีความเค็มอาจก่อให้เกิดการสึกกร่อนของส่วนประกอบและชิ้นส่วนโลหะ ในสภาพแวดล้อมดังกล่าวให้ใช้อุปกรณ์ที่มีกรอบหุ้มระดับ IP 55 และเพื่อให้มีการป้องกันเพิ่มเติม คุณยังสามารถสั่งซื้อแผ่นวงจรพรินต์แบบเคลือบพิเศษเป็นอุปกรณ์เสริม

อนุภาค ในอากาศ เช่น ฝุ่น อาจทำให้เกิดความล้มเหลวในการทำงานเชิงกล เชิงไฟฟ้า หรือเชิงความร้อนของตัวแปลงความถี่ได้ สิ่งบ่งชี้ทั่วไปถึงระดับอนุภาคในอากาศที่มากเกินไป คือเศษฝุ่นที่เกาะอยู่บนพัดลมของตัวแปลงความถี่ 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 จะเพิ่มความเสี่ยงที่เครื่องจะหยุดทำงานและถือเป็นการลดอายุการใช้งานของตัวแปลงความถี่

ก่อนการติดตั้งตัวแปลงความถี่ ให้ตรวจสอบระดับของเหลว อนุภาค และก๊าซของอากาศโดยรอบ โดยสังเกตจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้อยู่แล้วในสภาพแวดล้อมนี้ สิ่งบ่งชี้ทั่วไปถึงของเหลวในอากาศที่เป็นอันตราย คือน้ำหรือน้ำมันบนชิ้นส่วนโลหะ หรือการกัดกร่อนของชิ้นส่วนโลหะ

ระดับอนุภาคของฝุ่นที่สูงเกินปกติมักจะเห็นได้จากตามตู้อุปกรณ์และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการติดตั้งอยู่แล้ว ตัวบ่งชี้อย่างหนึ่งของก๊าซในอากาศที่อันตรายคือลักษณะดำคล้ำของรางทองแดงและปลายสายเคเบิลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่แล้ว

ตัวแปลงความถี่นี้ได้ผ่านการทดสอบตามขั้นตอนโดยยึดตามมาตรฐานที่แสดงไว้:

ตัวแปลงความถี่นี้สอดคล้องตามข้อกำหนดที่ระบุไว้สำหรับเครื่องที่ติดตั้งบนผนังและพื้นของอาคารทำการผลิต รวมถึงเครื่องที่ติดตั้งภายในแผงที่ยึดติดกับผนังหรือพื้น

| | |
|---|---|
| IEC/EN 60068-2-6: | การสั่นสะเทือน (sinusoidal) - 1970 |
| IEC/EN 60068-2-64: | การสั่นสะเทือน, แบบสุ่ม ย่านความถี่กว้าง |

### หลักการควบคุม

ตัวแปลงความถี่จะเรียงกระแสไฟ AC จากแหล่งจ่ายไฟหลัก ไปเป็นไฟ DC หลังจากนั้นแรงดันไฟ DC จะถูกแปลงกลับไปเป็นกระแสไฟ AC ซึ่งมีขนาดและความถี่เปลี่ยนแปลงได้ตามที่ต้องการ

มอเตอร์จะถูกจ่ายด้วยไฟฟ้าที่มี แรงดัน กระแส และความถี่ที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วให้เป็นค่าใดก็ได้สำหรับทั้งมอเตอร์แบบสามเฟส AC มาตรฐาน และมอเตอร์แบบอะซิงโครนัสแม่เหล็กถาวร

### การควบคุม FC 300

ตัวแปลงความถี่สามารถควบคุมทั้งความเร็วหรือแรงบิดบนเพลามอเตอร์ การตั้งค่าพารามิเตอร์ 1-00 จะกำหนดชนิดของการควบคุม

<u>การควบคุมความเร็ว:</u>

การควบคุมความเร็วมีอยู่สองประเภทคือ:

- การควบคุมความเร็วแบบวงรอบเปิด ซึ่งไม่ต้องการการป้อนกลับใดๆ (ไม่มีเซนเซอร์)
- การควบคุมความเร็วแบบวงรอบปิดในรูปของตัวควบคุม PID ซึ่งต้องการการป้อนกลับความเร็วไปยังอินพุต การควบคุมความเร็ววงรอบปิดที่เหมาะสมจะมีความเที่ยงตรงมากกว่าการควบคุมความเร็วแบบวงรอบเปิด

เลือกอินพุตที่จะใช้เป็นการป้อนกลับ PID ในโหมดความเร็ว ในพารามิเตอร์ 7-00

<u>การควบคุมแรงบิด (เฉพาะ FC 302 ):</u>

การควบคุมแรงบิดเป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ และการตั้งค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ให้ถูกต้องมีความสำคัญมาก ความแม่นยำและเวลาเข้าสู่ค่าอยู่ตัวของการควบคุมแรงบิดกำหนดค่าได้จาก*ฟลักซ์และการป้อนกลับของมอเตอร์* (พารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์*)

- การควบคุมด้วยฟลักซ์แบบไม่มีเซนเซอร์จะให้สมรรถนะการทำงานที่เหนือกว่าในทั้งสี่ควอแดรนต์ เมื่อความเร็วมอเตอร์สูงกว่า 10 Hz
- การควบคุมด้วยฟลักซ์ที่มีการป้อนกลับจากเอ็นโคดเดอร์ ช่วยเพิ่มสมรรถนะการทำงานให้สูงขึ้นในทั้งสี่ควอแดรนต์ ในทุกย่านความเร็วมอเตอร์

<u>ค่าอ้างอิงแรงบิด/ความเร็ว</u>

ค่าอ้างอิงของตัวควบคุมเหล่านี้สามารถเป็นทั้งค่าอ้างอิงเดี่ยวหรือเป็นผลรวมของค่าอ้างอิงต่างๆ รวมถึงค่าอ้างอิงที่มีการสเกลเชิงสัมพัทธ์ การจัดการค่าอ้างอิงเหล่านี้จะอธิบายโดยละเอียดต่อไปในหัวข้อนี้

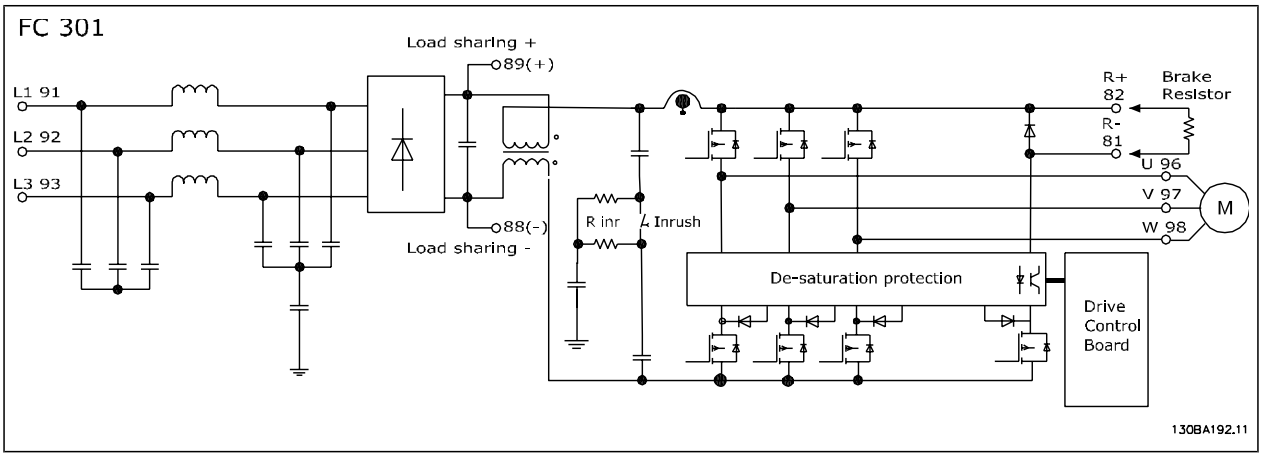
### หลักการควบคุม FC 301 เทียบกับ FC 302

FC 301 เป็นตัวแปลงความถี่แบบใช้งานทั่วไป สำหรับการประยุกต์ใช้งานแบบปรับความเร็วได้ หลักการควบคุมยึดตามหลักการควบคุมเวคเตอร์แรงดัน (VVC$^{plus}$)

FC 301 สามารถจัดการกับมอเตอร์แบบอะซิงโครนัสเท่านั้น

หลักการรับรู้กระแสใน FC 301 ยึดตามค่าการวัดปัจจุบันในดีซีลิงค์หรือเฟสของมอเตอร์ การป้องกันฟอลต์ลงดินที่ด้านมอเตอร์ จะแก้ปัญหาโดยวงจรแก้การอิ่มตัว (de-saturation circuit) ใน IGBTที่เชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุม

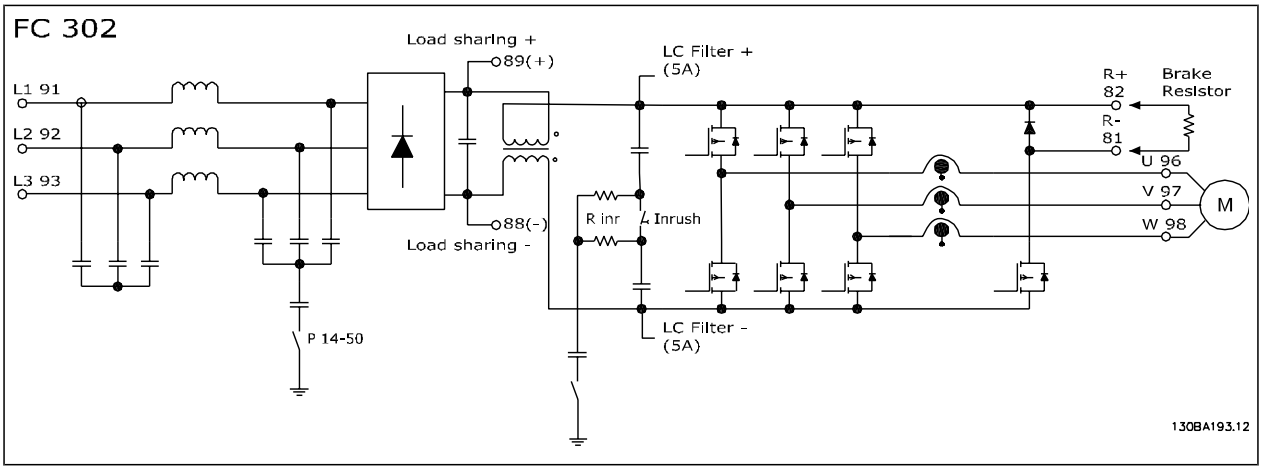
ลักษณะการลัดวงจรใน FC 301 จะขึ้นอยู่กับตัววัดกระแสในดีซีลิงค์ด้านบวก และการป้องกันการอิ่มตัว โดยใช้ค่าที่ได้รับจาก 3 lower IGBT ล่าง 3 ชุด และเบรค




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

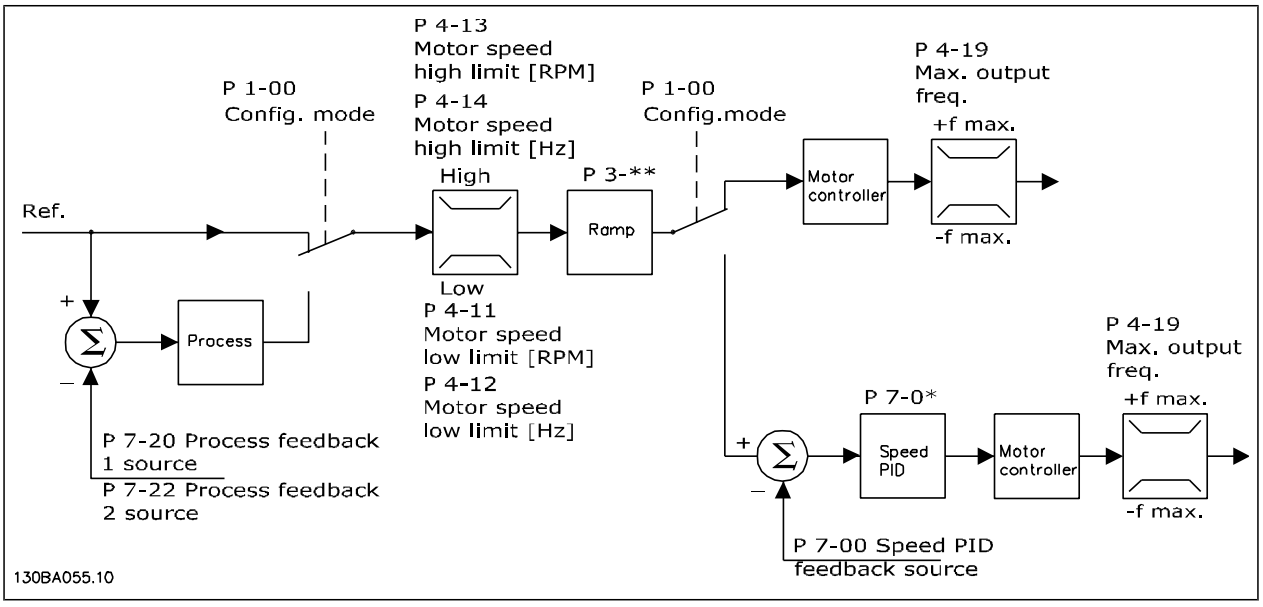
FC 302 สามารถใช้งานกับมอเตอร์ซิงโครนัสแบบแม่เหล็กถาวร (เซอร์โวมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน) รวมทั้ง มอเตอร์อะซิงโครนัสแบบกรงกระรอกทั่วไป

ลักษณะการลัดวงจรใน FC 302 จะขึ้นอยู่กับตัววัดกระแส 3 ตัวในเฟสของมอเตอร์ และการป้องกันการอิ่มตัว โดยใช้ค่าที่ได้รับจากเบรค




### โครงสร้างตัวควบคุมใน VVC$^{plus}$

โครงสร้างตัวควบคุมในการกำหนดรูปแบบวงรอบเปิดและวงรอบปิดของ VVC$^{plus}$:



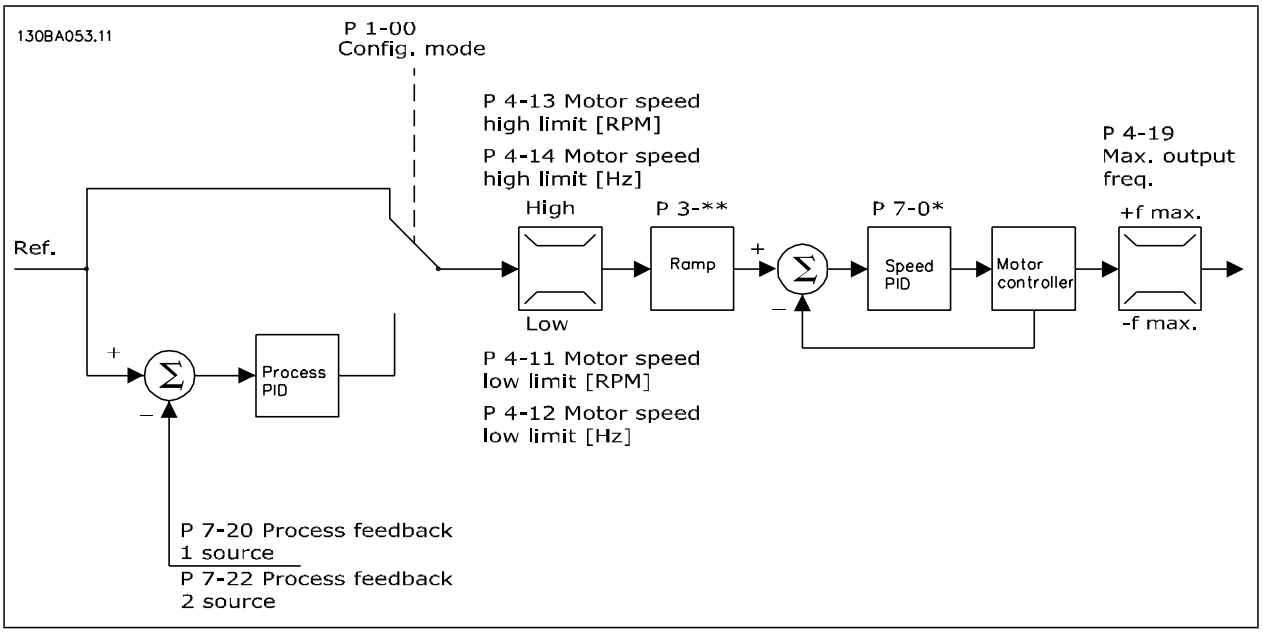

ในการกำหนดรูปแบบดังแสดงในภาพประกอบข้างต้น พารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์* จะตั้งไว้ที่ "VVC$^{plus}$ [1]" และพารามิเตอร์ 1-00 จะตั้งไว้ที่ "ความเร็ววงรอบเปิด [0]" ค่าอ้างอิงผลลัพธ์จากระบบจัดการค่าอ้างอิงจะได้รับและป้อนผ่านการจำกัดการเปลี่ยนความเร็วและจำกัดความเร็ว ก่อนจะถูกส่งไปยังตัวควบคุมมอเตอร์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

ถ้าพารามิเตอร์ 1-00 ถูกตั้งค่าไว้ที่ "วงปิดความเร็ว [1]" ค่าอ้างอิงผลลัพธ์จะถูกส่งผ่านจากการจำกัดการเปลี่ยนความเร็วและการจำกัดความเร็วไปยังการควบคุมแบบ PID 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*

### ☐ โครงสร้างการควบคุมแบบฟลักซ์ ที่ไม่มีเซ็นเซอร์ (เฉพาะ FC 302)

โครงสร้างการควบคุมในวงเปิดและวงปิดแบบฟลักซ์ไม่มีเซ็นเซอร์



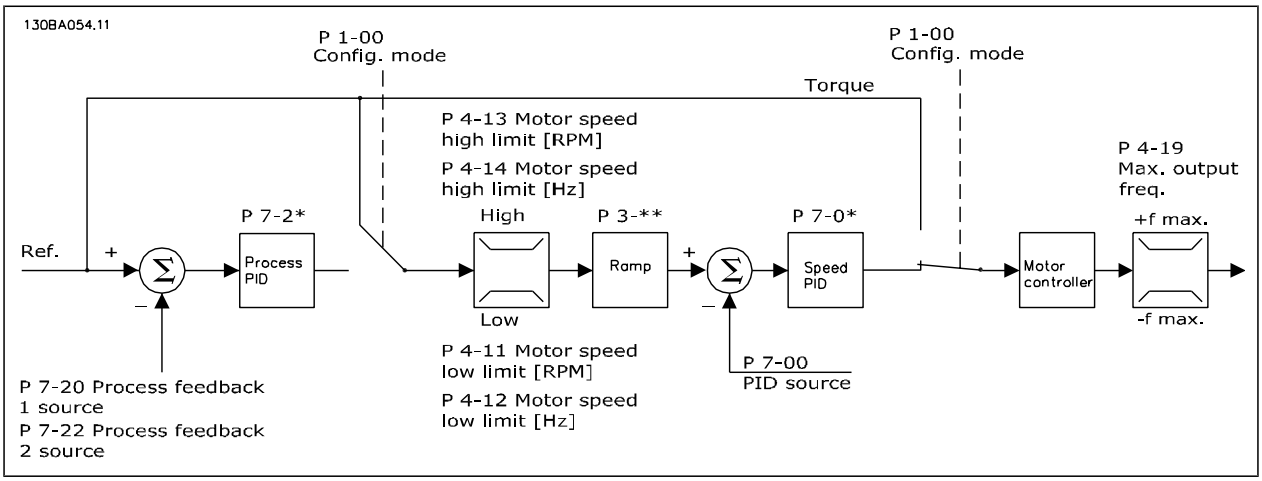
ในการกำหนดรูปแบบดังแสดงไว้ในพารามิเตอร์ 1-01 *หลักการควบคุมมอเตอร์* จะตั้งไว้ที่ "ฟลักซ์แบบไม่มีเซ็นเซอร์ [2]" และพารามิเตอร์ 1-00 จะตั้งไว้ที่ "วงเปิดความเร็ว [0]" ค่าอ้างอิงผลลัพธ์จากระบบจัดการค่าอ้างอิงจะถูกป้อนผ่านขีดจำกัดการเปลี่ยนความเร็วและขีดจำกัดความเร็วตามที่กำหนดโดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ระบุ

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*

### ☐ 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 เพื่อใช้ค่าอ้างอิงผลลัพธ์เป็นอินพุทสำหรับตัวควบคุม PID ในโหมดความเร็ว พารามิเตอร์ของตัวควบคุม PID ในโหมดความเร็วอยู่ในกลุ่มพารามิเตอร์ 7-0*

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

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

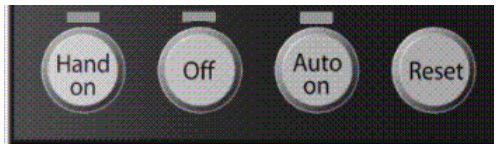
### ☐ การควบคุมกระแสภายใน ในโหมด VVC+$^{plus}$

ตัวแปลงความถี่มีตัวคุมค่าจำกัดกระแสแบบเบ็ดเสร็จ ซึ่งจะทำงานเมื่อกระแสมอเตอร์และแรงบิด สูงกว่าขีดจำกัดแรงบิด ที่ตั้งในในพารามิเตอร์ 4-16, 4-17 และ 4-18
เมื่อตัวแปลงความถี่ทำงานอยู่ที่ขีดจำกัดกระแสในระหว่างการทำงานของมอเตอร์หรือการทำงานแบบคืนพลังงานกลับ ตัวแปลงความถี่จะพยายามทำให้ค่าแรงบิดลดต่ำกว่าขีดจำกัดที่ตั้งไว้โดยเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้โดยไม่สูญเสียการควบคุมมอเตอร์

### ☐ การควบคุมหน้าเครื่อง (Hand On) และระยะไกล (Auto On)

ตัวแปลงความถี่สามารถสั่งการทำงานโดยผู้ใช้ผ่านทางแผงควบคุมหน้าเครื่อง (LCP) หรือสั่งงานจากระยะไกลผ่านอินพุทดิจิตัลและอนาล็อก และบัสอนุกรม
หากได้รับการยินยอมในพารามิเตอร์ 0-40, 0-41, 0-42 และ 0-43 สามารถที่จะสตาร์ทหรือหยุดการทำงานของตัวแปลงความถี่ผ่านทาง LCP โดยใช้ปุ่ม [Hand ON] และ [Off] โดยสามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนผ่านทางปุ่ม [RESET] หลังจากกดปุ่ม [Hand On] ตัวแปลงความถี่จะกลายเป็นโหมดควบคุมด้วยมือ และทำตามค่าอ้างอิงสำหรับการควบคุมด้วยมือ (ตั้งเป็นค่ามาตรฐาน) ที่สามารถตั้งได้โดยใช้ปุ่มลูกศรบน LCP

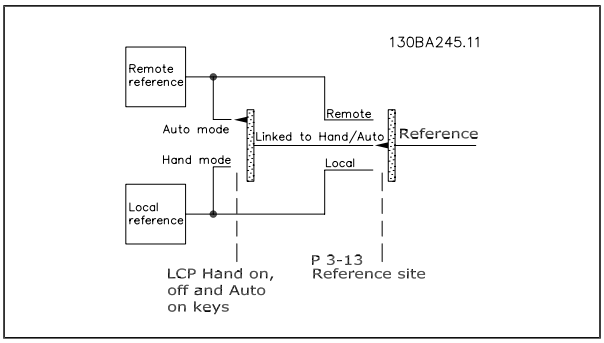
หลังจากกดปุ่ม [Auto On] ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดทำงานอัตโนมัติ และทำงานตามค่าอ้างอิงสำหรับการทำงานอัตโนมัติ (ตั้งเป็นค่ามาตรฐาน) ในโหมดนี้ สามารถที่จะควบคุมตัวแปลงความถี่ ผ่านทางอินพุทดิจิตัลและอินเตอร์เฟสอนุกรมต่างๆ (RS-485, USB หรืออุปกรณ์เสริมฟิลด์บัส) ดูเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสตาร์ท การหยุด การเปลี่ยนความเร็ว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

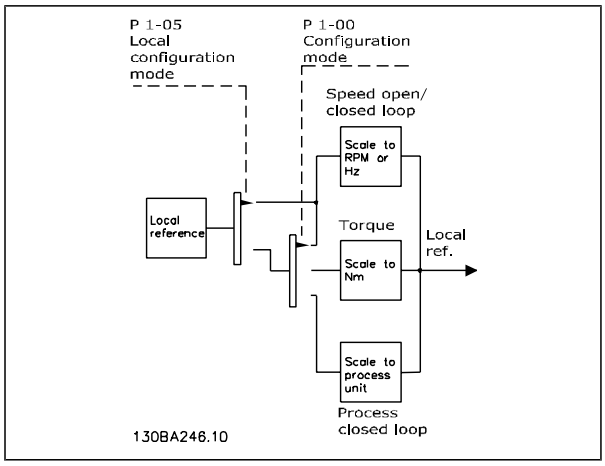



### ค่าอ้างอิงที่ใช้อยู่และโหมดการกำหนดรูปแบบ

ค่าอ้างอิงที่ใช้อยู่สามารถเป็นได้ทั้งค่าอ้างอิงสำหรับการควบคุมด้วยมือและค่าอ้างอิงสำหรับการทำงานอัตโนมัติ

ในพารามิเตอร์ 3-13 *จุดที่ใช้อ้างอิง* สำหรับการควบคุมด้วยมือ สามารถเลือกไว้อย่างถาวรได้โดยเลือก *หน้าเครื่อง* [2] หากต้องการเลือกค่าอ้างอิงสำหรับการทำงานอัตโนมัติอย่างถาวร เลือก*อัตโนมัติ* [1] เมื่อเลือก *เชื่อมเอง/ออโต้* [0] (ค่ามาตรฐาน) จุดที่ใช้อ้างอิงจะขึ้นอยู่กับโหมดที่ใช้งาน (โหมดทำงานด้วยมือหรือโหมดออโต้)




| ด้วยมือ อัตโนมัติ ปุ่ม LCP | จุดที่ใช้อ้างอิง พารามิเตอร์ 3-13 | ค่าอ้างอิงที่ใช้อยู่ |
|---|---|---|
| ด้วยมือ | เชื่อมเอง/ออโต้ | หน้าเครื่อง |
| ด้วยมือ -> ปิด | เชื่อมเอง/ออโต้ | หน้าเครื่อง |
| อัตโนมัติ | เชื่อมเอง/ออโต้ | ระยะไกล |
| อัตโนมัติ -> ปิด | เชื่อมเอง/ออโต้ | ระยะไกล |
| ทุกปุ่ม | หน้าเครื่อง | หน้าเครื่อง |
| ทุกปุ่ม | ระยะไกล | ระยะไกล |

ตารางแสดงเงื่อนไขซึ่งการอ้างอิงจากหน้าเครื่องหรือการอ้างอิงจากระยะไกลทำงาน การอ้างอิงแบบใดแบบหนึ่งจะทำงานเสมอ แต่จะไม่สามารถทำงานพร้อมกับสองแบบในเวลาเดียวกัน

พารามิเตอร์ 1-00 *แบบการควบคุมมอเตอร์* จะกำหนดว่าหลักการควบคุมมอเตอร์แบบใดที่จะถูกนำมาใช้งาน (เช่น การควบคุมความเร็ว แรงบิด หรือกระบวนการ) เมื่อทำงานแบบใช้การอ้างอิงจากระยะไกล (ดูตารางข้างบนสำหรับเงื่อนไขต่างๆ)

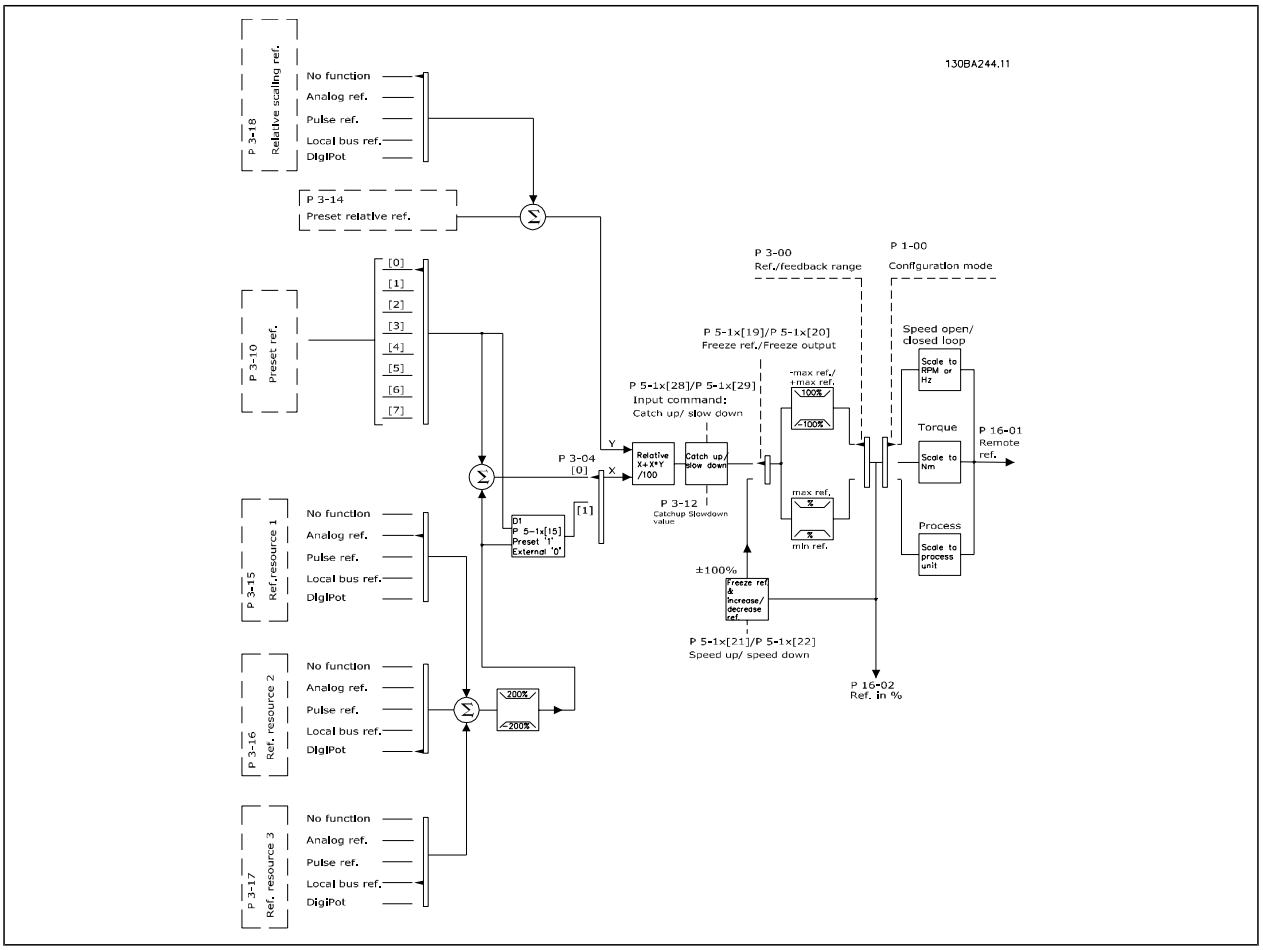
พารามิเตอร์ 1-05 *การกำหนดรูปแบบโหมดจากหน้าเครื่อง* จะกำหนดชนิดของหลักการควบคุมของการใช้งานที่จะนำมาใช้ เมื่อทำงานแบบใช้การอ้างอิงจากหน้าเครื่อง

### การจัดการค่าอ้างอิง

### ค่าอ้างอิงหน้าเครื่อง

### ค่าอ้างอิงการทำงานอัตโนมัติ

ระบบการจัดการค่าอ้างอิงสำหรับการคำนวณค่าอ้างอิงการทำงานอัตโนมัติแสดงในแผนภาพด้านล่าง




ค่าอ้างอิงการทำงานอัตโนมัติจะถูกคำนวณหนึ่งครั้งทุกๆ ช่วงระยะการสแกน และที่จุดเริ่มต้นจะประกอบด้วยสองส่วน:

1. X (ค่าอ้างอิงภายนอก): ผลรวม (ดูพารามิเตอร์ 3-04) ของค่าอ้างอิงภายนอกที่เลือกไว้ถึงสี่ค่า ประกอบด้วยผลรวมใดๆ (กำหนดโดยการตั้งพารามิเตอร์ 3-15, 3-16 และ 3-17) ของค่าอ้างอิงที่กำหนดไว้แน่นอนล่วงหน้า (พารามิเตอร์ 3-10) ค่าอ้างอิงแบบอนาล็อกผันแปร, ค่าอ้างอิงแบบพัลส์ดิจิตัลผันแปร และค่าอ้างอิงบัสอนุกรมแบบต่างๆ ไม่ว่าจะอยู่ในการควบคุมที่ใช้หน่วยของตัวแปลงความถี่แบบใด ([Hz], [RPM], [Nm] ฯลฯ)
2. Y- (ค่าอ้างอิงสัมพัทธ์): ผลรวมของค่าอ้างอิงที่กำหนดแน่นอนล่วงหน้าหนึ่งค่า (พารามิเตอร์ 3-14) และค่าอ้างอิงแบบอนาล็อกผันแปรหนึ่งค่า (พารามิเตอร์ 3-18) ใน [%]

ทั้งสองส่วนนี้จะรวมไว้ในการคำนวณต่อไปนี้: ค่าอ้างอิงสำหรับการทำงานอัตโนมัติ = X + X * Y/100% ฟังก์ชัน *กวดตาม/ชะลอ (catch up/slow down)* และฟังก์ชัน *การค้างค่าอ้างอิง (freeze reference)* สามารถถูกเปิดใช้งานทั้งคู่ โดยอินพุทดิจิตัลบนตัวแปลงความถี่ ซึ่งได้อธิบายไว้ในกลุ่มพารามิเตอร์ 5-1*
การสเกลของค่าอ้างอิงอนาล็อกอธิบายไว้ในกลุ่มพารามิเตอร์ 6-1* และ 6-2* และการสเกลของค่าอ้างอิงแบบพัลส์ดิจิตัลอธิบายไว้ในกลุ่มพารามิเตอร์ 5-5*
ขีดจำกัดและขอบเขตของค่าอ้างอิงสามารถตั้งในกลุ่มพารามิเตอร์ 3-0*

### ☐ การจัดการค่าอ้างอิง

ค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับสามารถสเกลตามหน่วยทางฟิสิกส์ (เช่น RPM, Hz, °C) หรือสามารถคิดเป็น % เทียบกับค่าของพารามิเตอร์ 3-02 *ค่าอ้างอิงต่ำสุด* และพารามิเตอร์ 3-03 *ค่าอ้างอิงสูงสุด*

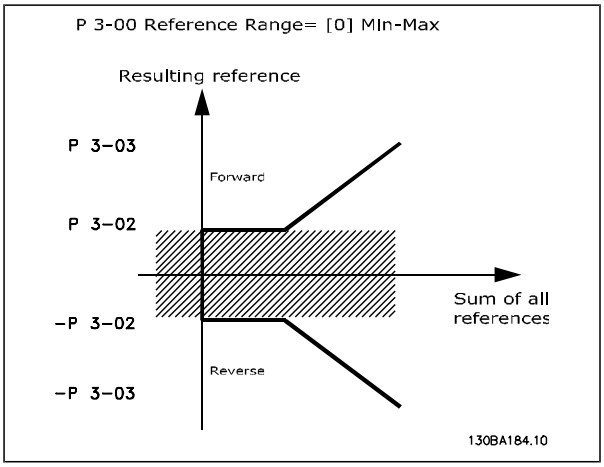
ในกรณีนี้อินพุทอนาล็อกและอินพุทแบบพัลส์ทุกตัวจะถูกสเกลตามกฎดังต่อไปนี้:

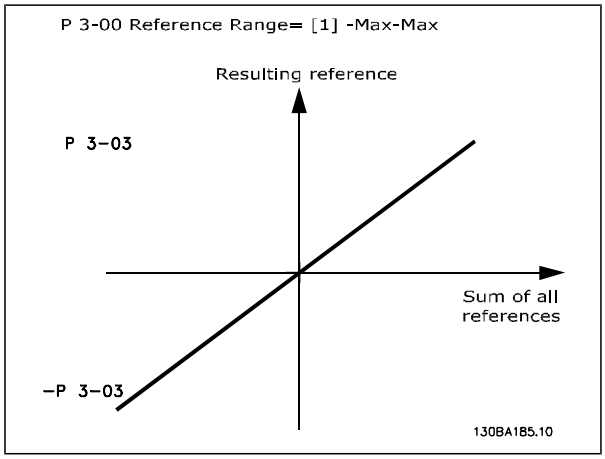
- เมื่อพารามิเตอร์ 3-00 *ค่าอ้างอิงช่วงการทำงานมอเตอร์*: [0] ต่ำสุด - สูงสุด 0% ของค่าอ้างอิง เท่ากับ 0 [หน่วย] เมื่อหน่วยเป็นหน่วยใดๆ เช่น rpm, m/s, bar ฯลฯ 100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับ ค่าสูงสุด (ค่าสัมบูรณ์ (พารามิเตอร์ 3-03 *ค่าอ้างอิงสูงสุด*), ค่าสัมบูรณ์ (พารามิเตอร์ 3-02 *ค่าอ้างอิงต่ำสุด*))
- เมื่อพารามิเตอร์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

ค่าอ้างอิงบัสจะสเกลตามกฎดังต่อไปนี้

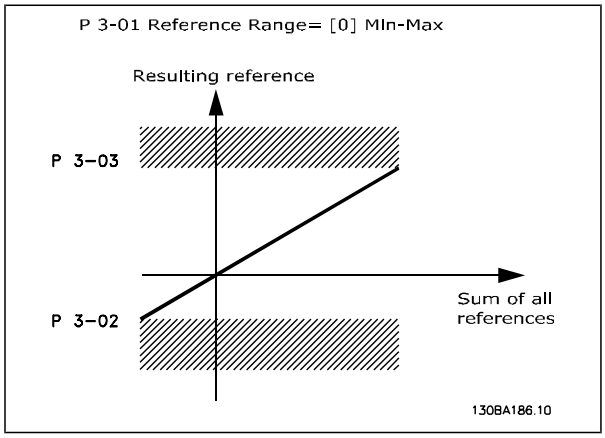
- เมื่อพารามิเตอร์ 3-00 *ค่าอ้างอิงช่วงการทำงานมอเตอร์*: [0] ต่ำสุด-สูงสุด เพื่อได้รับค่าความละเอียดสูงสุดบนค่าอ้างอิงของบัส การสเกลบนบัสหมายถึง: 0% ของค่าอ้างอิงเท่ากับ ค่าอ้างอิงต่ำสุด และ 100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับค่าอ้างอิงสูงสุด
- เมื่อพารามิเตอร์ 3-00 *ค่าอ้างอิงช่วงการทำงานมอเตอร์*: [1] -สูงสุด - +สูงสุด -100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับ -ค่าอ้างอิงสูงสุด 100% ของค่าอ้างอิงเท่ากับค่าอ้างอิงสูงสุด

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



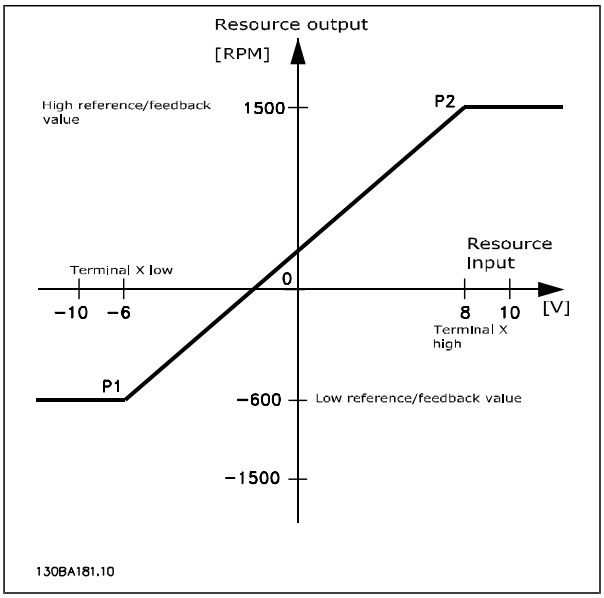

ค่าของพารามิเตอร์ 3-02 *ค่าอ้างอิงต่ำสุด* ไม่สามารถตั้งค่าให้ต่ำกว่า 0 ยกเว้นในกรณีที่พารามิเตอร์ 1-00 *แบบการควบคุมมอเตอร์* ถูกตั้งค่าไว้ที่ [3] กระบวนการ ในกรณีดังกล่าว ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้ระหว่างค่าอ้างอิงผลลัพธ์ (ภายหลังการจำกัดค่า) และผลรวมของทุกค่าอ้างอิงแสดงได้ดังรูปทางขวา

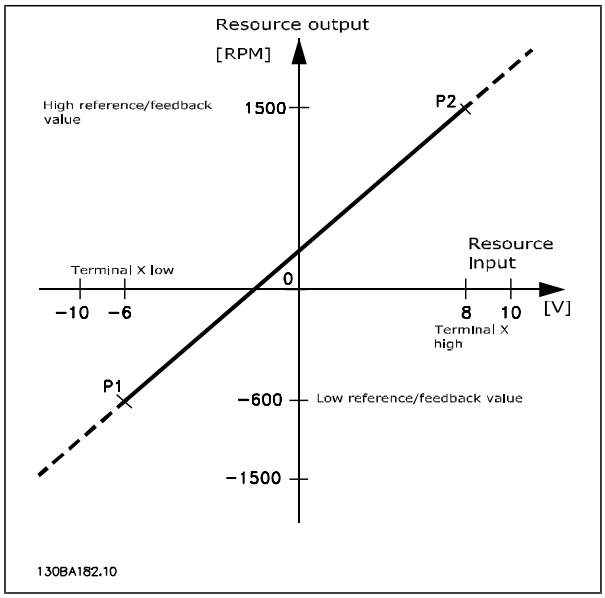



### ☐ การสเกลค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับ

ค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับจะถูกสเกลจากอินพุทอนาล็อกและอินพุทแบบพัลส์ในลักษณะเดียวกัน โดยมีความแตกต่างเพียงอย่างเดียว คือ ค่าอ้างอิงที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าค่า"จุดปลาย" ต่ำสุดและสูงสุดที่กำหนดไว้ (P1 และ P2 ในกราฟด้านล่าง) จะถูกจำกัดค่า ในขณะที่ค่าป้อนกลับที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าจะไม่ถูกจำกัด

# บทนำเกี่ยวกับ FC 300




**จุดปลาย P1 และ P2 ถูกกำหนดโดยพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของอินพุทที่ใช้ว่าเป็นดิจิตัลหรืออนาล็อก**

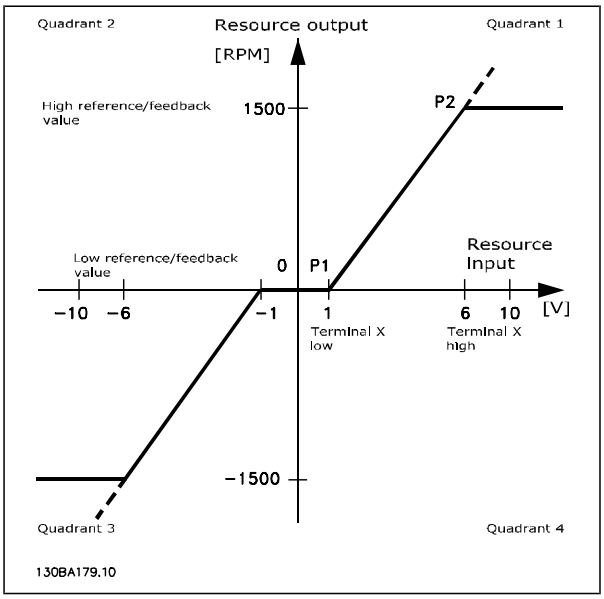
| | อนาล็อก 53 S201= ปิด (OFF) | อนาล็อก 53 S201= เปิด (ON) | อนาล็อก 54 S202= ปิด (OFF) | อนาล็อก 54 S202= เปิด (ON) | อินพุทแบบพัลส์ 29 | อินพุทแบบพัลส์ 33 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 = (ค่าอินพุทต่ำสุด, ค่าอ้างอิงต่ำสุด) | | | | | | |
| ค่าอ้างอิงต่ำสุด | พารามิเตอร์ 6-14 | พารามิเตอร์ 6-14 | 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] |

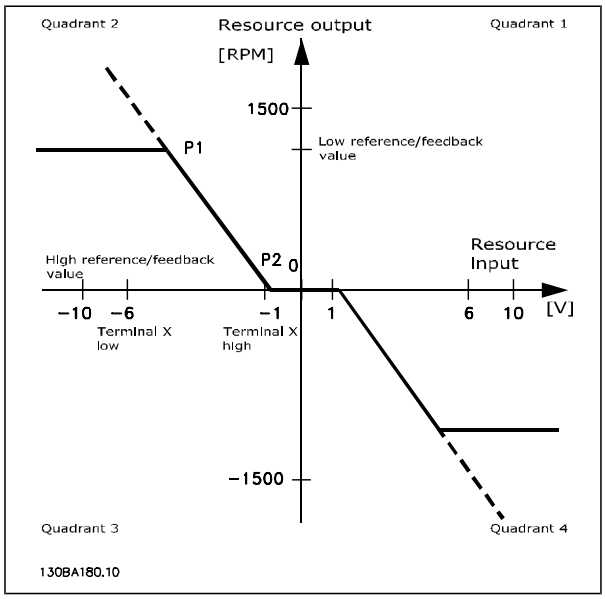
### ☐ แถบห้ามใกล้ศูนย์

ในบางกรณีค่าอ้างอิง (หรือค่าป้อนกลับสำหรับเพียงไม่กี่กรณี) ควรจะมี แถบห้าม รอบๆ ศูนย์ (เช่น เพื่อให้มั่นใจได้ว่าเครื่องจักรกลจะหยุดทำงานเมื่อค่าอ้างอิงมีค่าใกล้ศูนย์) เมื่อต้องการใช้งานแถบห้าม และกำหนดขนาดของแถบห้าม ให้ปฏิบัติดังนี้:

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

ขนาดของแถบห้าม (Dead Band) กำหนดโดย P1 หรือ P2 ดังแสดงตามกราฟด้านล่าง

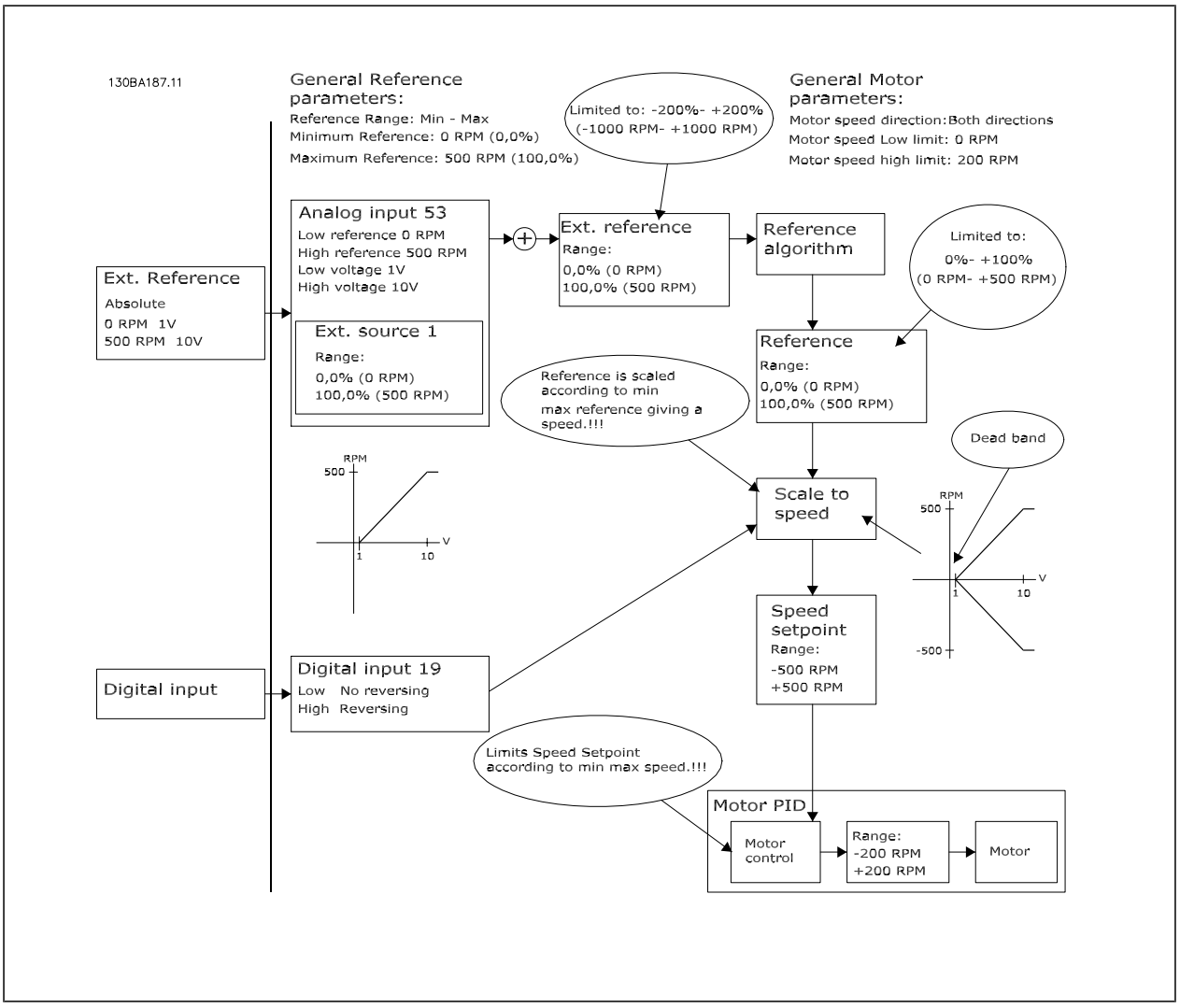



ดังนั้น เมื่อตั้งค่าจุดปลายค่าอ้างอิง P1 = (0 V, 0 RPM) จะไม่ทำให้เกิดแถบห้ามแต่อย่างใด แต่จุดปลายค่าอ้างอิง เช่น ของ P1 = (1V, 0 RPM) จะมีผลในแถบห้าม -1V ถึง +1V ในกรณีนี้ โดยมีข้อแม้ว่าจุดปลาย P2 ถูกวางใน Quadrant 1 หรือ Quadrant 4

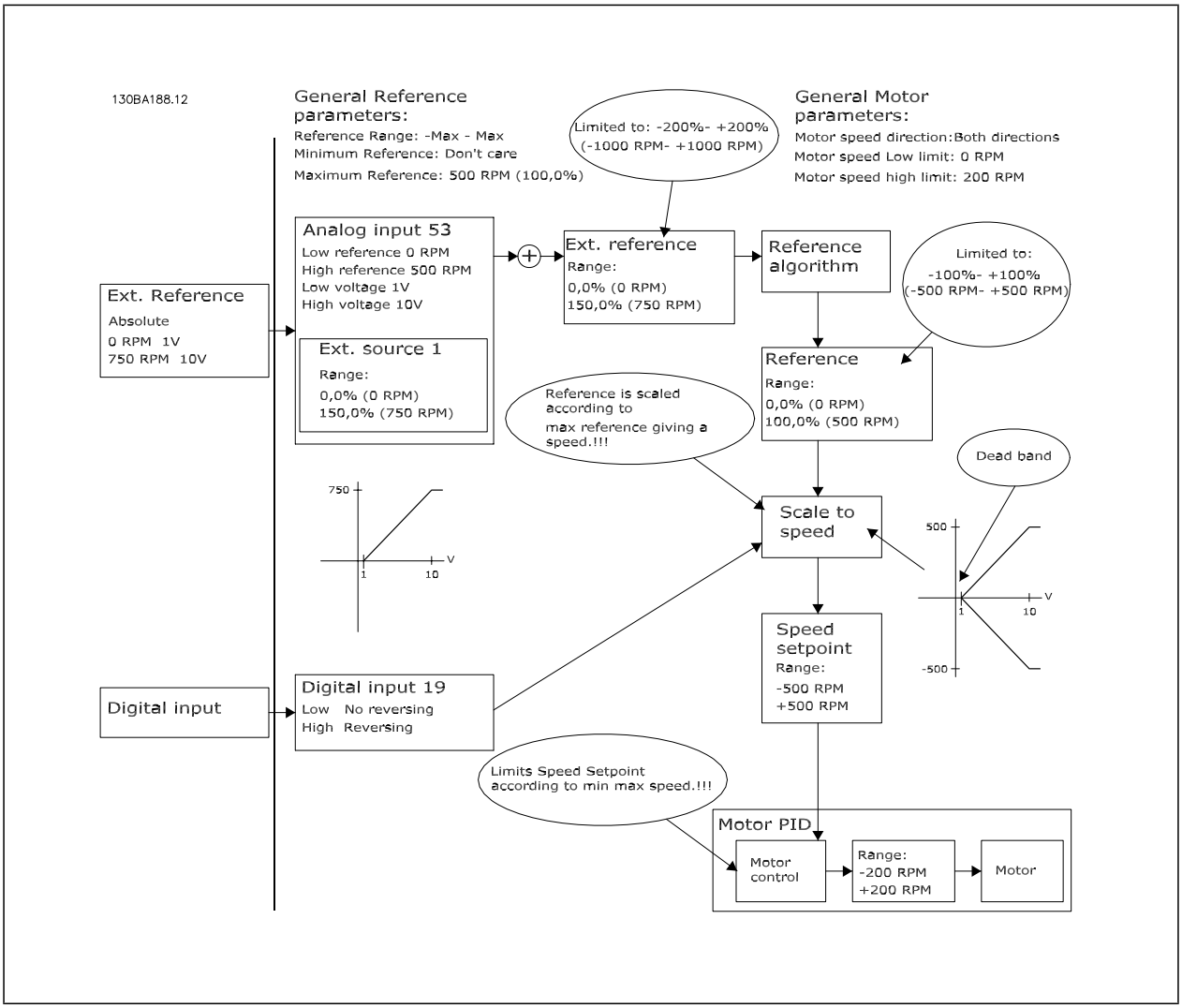
**กรณีที่ 1 : ค่าอ้างอิงบวกที่มีแถบห้าม, อินพุทดิจิตัลในการทริกเกอร์ให้หมุนกลับทาง**

**กรณีนี้แสดงให้เห็นว่าอินพุทค่าอ้างอิงที่มีค่าอยู่ภายในขอบเขต ต่ำสุด - สูงสุด จะถูกจำกัดค่ายอดอย่างไร**

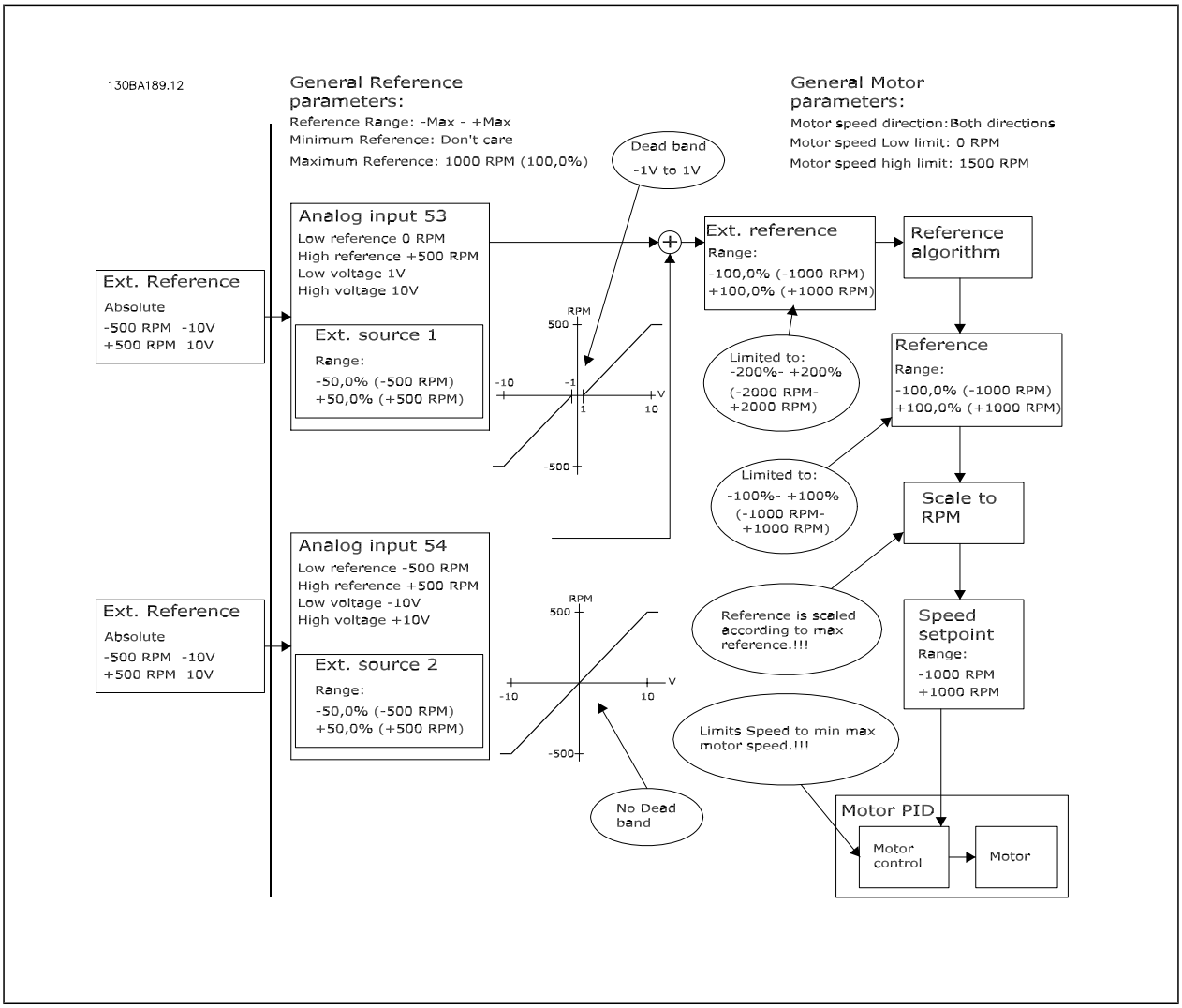


**กรณีที่ 2 : ค่าอ้างอิงบวกที่มีแถบห้าม, อินพุทดิจิตัลในการทริกเกอร์ให้หมุนกลับทิศทาง กฎการจำกัดค่ายอด**

**กรณีนี้แสดงวิธีการที่จะทำให้ อินพุทค่าอ้างอิงที่มีขีดจำกัดอยู่ภายนอกขอบเขต -สูงสุด – +สูงสุด ถูกจำกัดค่าอยู่ที่ขีดจำกัดอินพุทด้านต่ำและสูง ก่อนที่จะทำการบวกเข้ากับค่าอ้างอิงภายนอก และแสดงวิธีการที่ค่าอ้างอิงภายนอกถูกจำกัดค่าไว้ที่ -สูงสุด – +สูงสุด โดยอัลกอริธึมอ้างอิง**



**กรณีที่ 3 : ค่าอ้างอิงบวกและลบที่มีแถบห้าม, เครื่องหมายบวกลบกำหนดทิศทาง, -สูงสุด – +สูงสุด**



### ☐ การควบคุม PID ในโหมดความเร็ว

ตารางแสดงการกำหนดรูปแบบการควบคุมเมื่อการควบคุมความเร็วถูกใช้งาน

| พารามิเตอร์ 1-00 แบบการควบคุมมอเตอร์ | พารามิเตอร์ 1-01 แบบการควบคุมมอเตอร์ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | U/f | VVC$^{plus}$ | ฟลักซ์ไม่มีเซนฯ | ป้อนกลับฟลักซ์พมอเตอ |
| [0] วงรอบเปิดความเร็ว | ไม่ใช้งาน | ไม่ใช้งาน | ใช้งาน | N.A. |
| [1] วงรอบปิดสำหรับความเร็ว | N.A. | ใช้งาน | N.A. | ใช้งาน |
| [2] แรงบิด | N.A. | N.A. | N.A. | ไม่ใช้งาน |
| [3] กระบวนการ | | ไม่ใช้งาน | ใช้งาน | ใช้งาน |

หมายเหตุ: "N.A." หมายความว่า ไม่มีโหมดที่ระบุ "ไม่ใช้งาน" หมายความว่ามีโหมดที่ระบุ แต่การควบคุมความเร็วจะไม่ทำงานในโหมดนั้น

หมายเหตุ: ตัวควบคุม PID สำหรับควบคุมความเร็วจะทำงานได้ภายใต้ค่าพารามิเตอร์ที่ตั้งมาจากโรงงาน แต่ควรอย่างยิ่งที่จะทำการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ เพื่อให้ได้สมรรถนะในการควบคุมมอเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด โดยเฉพาะหลักการควบคุมด้วยฟลักซ์มอเตอร์ทั้งสองแบบ จะขึ้นอยู่กับการปรับแต่งที่เหมาะสมอย่างมากเพื่อที่จะได้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดี

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<br>การตั้งค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ 7-06 ได้จากจำนวนพัลส์ต่อรอบการหมุนจากเอ็นโคดเดอร์ (PPR): |

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

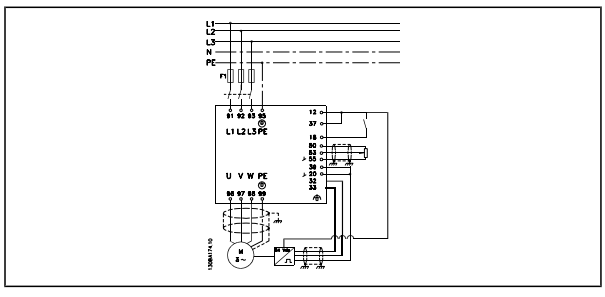
ด้านล่างเป็นตัวอย่างสำหรับวิธีการตั้งโปรแกรมการควบคุมความเร็ว:

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 ดูค่าอธิบายของการตั้งค่าในหัวข้อ "วิธีการตั้งโปรแกรม"

| ฟังก์ชัน | หมายเลขพารามิเตอร์ | โหลด |
|---|---|---|
| 1) ตรวจสอบว่ามอเตอร์รันอย่างเหมาะสม ปฏิบัติดังนี้: | | |
| ตั้งค่าพารามิเตอร์มอเตอร์ตามข้อมูลป้ายชื่อ | 1-2* | ตามที่ระบุในมอเตอร์ |
| ให้ VLT ทำการปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ | 1-29 | [1]ใช้ AMA แบบสมบูรณ์ |
| 2) ตรวจสอบว่ามอเตอร์รันได้อย่างเหมาะสมและเอ็นโคดเดอร์ติดตั้งเอาไว้อย่างถูกต้อง ปฏิบัติดังนี้: | | |
| กดปุ่ม "Hand On" บน LCP ตรวจสอบว่ามอเตอร์ทำงานอยู่และให้สังเกตว่ามอเตอร์หมุนไปในทิศทางใด (ตั้งแต่นี้เป็นต้นไปจะเรียกว่า "ทิศทางบวก") | | ตั้งค่าอ้างอิง **บวก** |
| ไปยังพารามิเตอร์ 16-20 หมุนมอเตอร์ช้าๆ ไปในทิศทางบวก โดยจะต้องหมุนให้ช้าๆ (เพียง 2-3 RPM) เพื่อให้สามารถพิจารณาได้ว่าค่าในพารามิเตอร์ 16-20 กำลังเพิ่มขึ้นหรือลดลง | 16-20 | N.A. (พารามิเตอร์ที่อ่านได้อย่างเดียว) หมายเหตุ: ค่าที่เพิ่มขึ้นจะโอเวอร์โฟลว์ที่ 65535 และเริ่มต้นใหม่ที่ 0 |
| ถ้าพารามิเตอร์ 16-20 มีค่าลดลง ให้เปลี่ยนทิศทางของเอ็นโคดเดอร์ในพารามิเตอร์ 5-71 | 5-71 | [1] ทวนเข็มนาฬิกา (ถ้าพารามิเตอร์ 16-20 มีค่าลดลง) |
| 3) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าขีดจำกัดของชุดขับเคลื่อนถูกตั้งไว้ที่ค่าที่ปลอดภัย | | |
| ตั้งค่าขีดจำกัดที่ยอมรับได้สำหรับค่าอ้างอิง | 3-02<br>3-03 | 0 RPM (ค่าตั้งจากโรงงาน)<br>1500 RPM (ค่าตั้งจากโรงงาน) |
| ตรวจสอบดูว่าการตั้งค่าการเปลี่ยนความเร็วอยู่ในขีดความสามารถของชุดขับเคลื่อน และรองรับการใช้งานตามข้อมูลจำเพาะ | 3-41<br>3-42 | การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน<br>การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน |
| ตั้งค่าขีดจำกัดที่ยอมรับได้สำหรับความเร็วและความถี่มอเตอร์ | 4-11<br>4-13<br>4-19 | 0 RPM (ค่าตั้งจากโรงงาน)<br>1500 RPM (ค่าตั้งจากโรงงาน)<br>60 Hz (ค่าตั้งจากโรงงาน 132 Hz) |
| 4) กำหนดรูปแบบการควบคุมความเร็ว และเลือกหลักการควบคุมมอเตอร์ | | |
| เปิดใช้การควบคุมความเร็ว | 1-00 | [1] วงรอบปิดสำหรับความเร็ว |
| การเลือกหลักการควบคุมมอเตอร์ | 1-01 | [3] ป้อนกลับฟลักซ์พมอเตอ |
| 5) การกำหนดรูปแบบและสเกลค่าอ้างอิงสำหรับการควบคุมความเร็ว | | |
| ตั้งค่าอินพุทอนาล็อก 53 ให้เป็นแหล่งค่าอ้างอิง | 3-15 | ไม่จำเป็น (ค่าตั้งจากโรงงาน) |
| สเกลอินพุทอนาล็อก 53 0 RPM (0 V) ไปเป็น 1500 RPM (10V) | 6-1* | ไม่จำเป็น (ค่าตั้งจากโรงงาน) |
| 6) กำหนดรูปแบบสัญญาณเอ็นโคดเดอร์ 24V HTL ให้เป็นการป้อนกลับสำหรับการควบคุมมอเตอร์ และการควบคุมความเร็ว | | |
| ตั้งค่าอินพุทดิจิตัล 32 และ 33 ให้เป็นอินพุทเอ็นโคดเดอร์ | 5-14<br>5-15 | [0] ไม่มีการทำงาน (ค่าตั้งจากโรงงาน) |
| เลือกขั้วต่อ 32/33 ให้เป็นการป้อนกลับของมอเตอร์ | 1-02 | ไม่จำเป็น (ค่าตั้งจากโรงงาน) |
| เลือกขั้วต่อ 32/33 ให้เป็น การป้อนกลับสำหรับ PID ในโหมดความเร็ว | 7-00 | ไม่จำเป็น (ค่าตั้งจากโรงงาน) |
| 7) ปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของ PID สำหรับการควบคุมความเร็ว | | |
| ทำตามคำแนะนำในการปรับแต่งในกรณีที่เกี่ยวข้อง หรือปรับแต่งด้วยตนเอง | 7-0* | ดูคำแนะนำด้านล่าง |
| 8) เสร็จสิ้น! | | |
| บันทึกการตั้งค่าพารามิเตอร์ ไปที่ LCP เพื่อการจัดเก็บอย่างปลอดภัย | 0-50 | [1] ทั้งหมดไปยัง LCP |

### □ การปรับการควบคุม PID ในโหมดความเร็ว

*คำแนะนำในการปรับแต่งต่อไปนี้จะเป็นหลักปฏิบัติเมื่อใช้หลักการควบคุมด้วยฟลักซ์มอเตอร์แบบใดแบบหนึ่งในการประยุกต์ใช้งานเมื่อโหลดหลักมีลักษณะเป็นความเฉื่อย (และมีความเสียดทานต่ำ)*

ค่าของพารามิเตอร์ 7-02 ค่าอัตราขยายตามส่วน P ขึ้นอยู่กับผลรวมของค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของมอเตอร์และโหลด และแบนด์วิดท์ที่เลือกสามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\textit{พารามิเตอร์. } 7-02 = \frac{\textit{Total inertia } \left[kgm^2\right] \textit{ x พารามิเตอร์. } 1-25}{\textit{พารามิเตอร์. } 1-20 \textit{ x } 9550} \textit{ x แบนด์วิดธ์ } [rad/s]$$

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):

$$\textit{พารามิเตอร์. } 7-02_{MAXIMUM} = \frac{0.01 \textit{ x } 4 \textit{ x Encoder Resolution x พารามิเตอร์. } 7-06}{2 \textit{ x } \pi} \textit{xสูงสุด แรงบิด ริปเปิล } [\%]$$

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

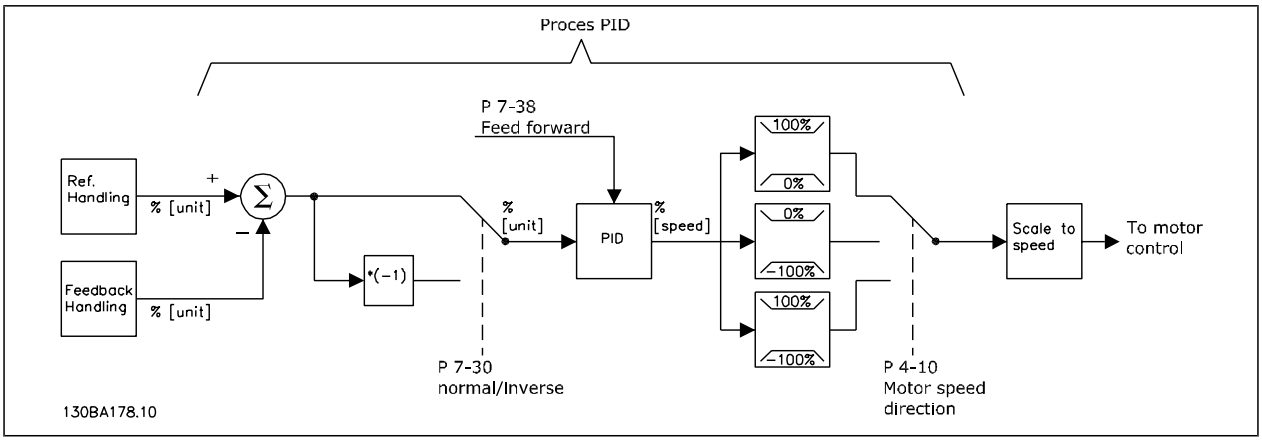
### ☐ การควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการ

การควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการสามารถใช้ในการควบคุมพารามิเตอร์ของระบบที่ใช้งาน ซึ่งสามารถวัดค่าได้ด้วยเซนเซอร์ (เช่น ความดัน อุณหภูมิ การไหล) และได้รับผลกระทบจากมอเตอร์ที่ต่ออยู่ ผ่านทางปั๊ม พัดลม หรืออื่นๆ

ตารางแสดงการกำหนดรูปแบบการควบคุม ในกรณีที่สามารถควบคุมกระบวนการ เมื่อใช้การควบคุมมอเตอร์แบบเวคเตอร์ฟลักซ์ (Flux Vector) จะต้องปรับแต่งพารามิเตอร์ของ PIDสำหรับการควบคุมความเร็วด้วย โปรดอ่านหัวข้อโครงสร้างการควบคุม เพื่อดูจุดที่การควบคุมความเร็วทำงาน

| พารามิเตอร์ 1-00 แบบการควบคุมมอเตอร์ | พารามิเตอร์ 1-01 แบบการควบคุมมอเตอร์ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | U/f | VVC$^{plus}$ | ฟลักซ์ไม่มีเซนฯ | ป้อนกลับฟลักซ์พมอเตอ |
| [3] กระบวนการ | N.A. | กระบวนการ | กระบวนการ & ความเร็ว | กระบวนการ & ความเร็ว |

หมายเหตุ: PID สำหรับควบคุมกระบวนการสามารถทำงานได้ภายใต้การตั้งค่าพารามิเตอร์มาตรฐานจากโรงงาน แต่ขอแนะนำให้ทำการปรับแต่งพารามิเตอร์ เพื่อให้ได้สมรรถนะการควบคุมในการใช้งานที่เหมาะสมที่สุด หลักการควบคุมมอเตอร์แบบฟลักซ์ทั้งสองแบบ จะขึ้นอยู่กับการปรับแต่ง PID สำหรับการควบคุมความเร็วอย่างเหมาะสม (ก่อนการปรับแต่ง PID สำหรับควบคุมกระบวนการ) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานอย่างเต็มที่



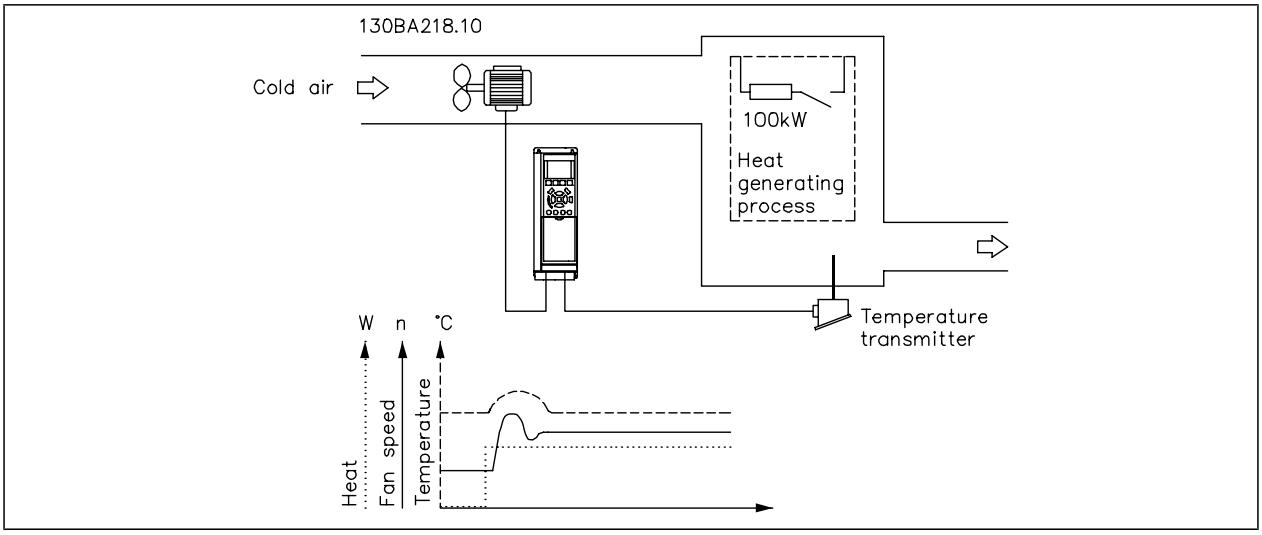

**แผนภาพการควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการ**

**พารามิเตอร์ต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการ**

| **พารามิเตอร์** | **คำอธิบายการทำงาน** |
|---|---|
| แหล่งการป้อนกลับ 1 พารามิเตอร์ 7-20 | เลือกแหล่งการป้อนกลับ (เช่น อนาล็อกหรืออินพุทแบบพัลส์) สำหรับ PID กระบวนการ |
| แหล่งการป้อนกลับ 2 พารามิเตอร์ 7-22 | เลือกได้: กำหนดว่า PID สำหรับกระบวนการควรจะมีสัญญาณป้อนกลับเพิ่มเติมหรือไม่ และถ้ามีจะมาจากแหล่งใด ถ้าเลือกแหล่งป้อนกลับเพิ่มเติม สัญญาณป้อนกลับทั้งสองจะถูกบวกเข้าด้วยกันก่อนที่จะนำไปใช้ในการควบคุม PID สำหรับกระบวนการ |
| ควบคุม ปกติ/ผกผัน พารามิเตอร์ 7-30 | เมื่อเลือก [0] การทำงานปกติ การควบคุมกระบวนการจะตอบสนองด้วยการเพิ่มความเร็วมอเตอร์ถ้าค่าป้อนกลับเริ่มมีค่าลดต่ำกว่าค่าอ้างอิง ในสถานการณ์เดียวกันเมื่อเลือก [1] การทำงานแบบผกผัน การควบคุมกระบวนการจะตอบสนองแบบตรงข้ามด้วยการลดความเร็วมอเตอร์ |
| Anti Windup พารามิเตอร์ 7-31 | ฟังก์ชัน Anti Windup เพิ่มความมั่นใจว่าเมื่อความถี่หรือแรงบิดมีค่าถึงขีดจำกัด ตัวอินทิเกรเตอร์จะยังคงถูกตั้งค่าอัตราขยายให้เป็นค่าที่สอดคล้องกับความถี่ที่แท้จริง ซึ่งจะหลีกเลี่ยงการอินทิเกรตความคลาดเคลื่อนซึ่งไม่มีทางที่จะสามารถชดเชยได้ โดยวิธีการเปลี่ยนความเร็ว ฟังก์ชันนี้สามารถปิดการทำงานได้โดยเลือก [0] “ปิด” |
| ค่าสตาร์ทการควบคุม พารามิเตอร์ 7-32 | ในการใช้งานบางแบบ การขึ้นถึงความเร็ว/เซ็ตพอยต์ที่ต้องการอาจใช้เวลานานมาก ในการใช้งานดังกล่าว อาจจะเป็นการดีกว่าที่จะตั้งค่าความเร็วมอเตอร์จากตัวแปลงความถี่ขับมอเตอร์ให้คงที่ก่อนที่จะเปิดการทำงานของตัวควบคุมกระบวนการในภายหลัง ซึ่งสามารถทำได้โดยการตั้งค่าเริ่มต้น PID กระบวนการ (ความเร็ว) ในพารามิเตอร์ 7-32 |
| ค่าอัตราขยายตามส่วน พารามิเตอร์ 7-33 | ยิ่งมีค่าสูง การควบคุมจะยิ่งรวดเร็ว อย่างไรก็ดีค่าที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดการออสซิลเลตได้ |
| เวลารวม พารามิเตอร์ 7-34 | ขจัดความคลาดเคลื่อนในสภาวะอยู่ตัวของความเร็ว ค่าที่ต่ำจะทำให้ได้การตอบสนองที่รวดเร็ว อย่างไรก็ดี ค่าที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดการออสซิลเลตได้ |
| ค่าเวลา D พารามิเตอร์ 7-35 | ให้ค่าอัตราขยายที่เป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าป้อนกลับ การตั้งค่าเป็นศูนย์จะปิดการใช้งานตัวดิฟเฟอเรนชิเอตนี้ |
| ขีดจำกัดอัตราขยาย D พารามิเตอร์ 7-36 | หากมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในค่าอ้างอิงหรือค่าป้อนกลับ ของระบบที่ประยุกต์ใช้งานอยู่ ซึ่งหมายถึงความคลาดเคลื่อนมีการเปลี่ยนอย่างฉับพลัน ตัวดิฟเฟอเรนชิเอตจะทำงานเป็นหลัก ทั้งนี้เนื่องจากตัวดิฟเฟอเรนชิเอตจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความคลาดเคลื่อน ยิ่งความคลาดเคลื่อนมีการเปลี่ยนแปลงมาก ค่าอัตราขยายของตัวดิฟเฟอเรนชิเอตยิ่งมีผลมาก ดังนั้นค่าอัตราขยายของตัวดิฟเฟอเรนชิเอตจึงต้องสามารถถูกจำกัดค่าได้ เพื่อให้การสามารถตั้งค่าเวลา D ที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนแปลงที่ช้าได้ |
| แฟคเตอร์การป้อนไปหน้า พารามิเตอร์ 7-38 | ในการประยุกต์ใช้งานซึ่งมีความสอดคล้องที่ดี (และเป็นเชิงเส้นโดยประมาณ) ระหว่างค่าอ้างอิงของกระบวนการ และความเร็วมอเตอร์ซึ่งจำเป็นสำหรับการทำงานให้ได้ค่าอ้างอิงนั้น แฟคเตอร์การป้อนไปหน้าสามารถช่วยให้การควบคุม PID สำหรับกระบวนการมีสมรรถนะทางพลวัตที่ดีขึ้น |
| ค่าคงที่เวลาตัวกรองผ่านต่ำ พารามิเตอร์ 5-54 (พัลส์ ขั้ว 29), พารามิเตอร์ 5-59 (พัลส์ ขั้ว 33), พารามิเตอร์ 6-16 (อนาล็อก ขั้ว 53), พารามิเตอร์ 6-26 (อนาล็อก ขั้ว 54) | ถ้ามีการออสซิลเลตเกิดขึ้นในสัญญาณป้อนกลับของ กระแส/แรงดัน จะสามารถลดทอนได้โดยการใช้วงจรกรองผ่านต่ำ ค่าคงตัวเวลาจะจำกัดย่านความเร็วของริปเปิ้ล (ripple) ที่จะเกิดขึ้นได้ในสัญญาณป้อนกลับ<br>ตัวอย่างเช่น ถ้าวงจรกรองผ่านต่ำตั้งค่าไว้ที่ 0.1s ขีดจำกัดความเร็วจะเป็น 10 RAD/sec. (ส่วนกลับของ 0.1 s) ซึ่งสัมพันธ์กับ (10/(2 x π)) = 1.6 Hz ซึ่งหมายความว่าทุกกระแสและแรงดันซึ่งมีการแปรเปลี่ยนค่ามากกว่า 1.6 ระลอกต่อวินาทีจะถูกลดทอนโดยวงจรกรอง การควบคุมจะเกิดขึ้นกับสัญญาณป้อนกลับที่มีการเปลี่ยนแปลงด้วยความถี่ (ความเร็ว) น้อยกว่า 1.6 Hz เท่านั้น<br>วงจรกรองผ่านต่ำจะปรับปรุงสมรรถนะในสภาวะอยู่ตัว แต่การเลือกค่าคงตัวเวลาที่สูงเกินไปจะลดสมรรถนะเชิงพลวัตของการควบคุม PID สำหรับกระบวนการ |

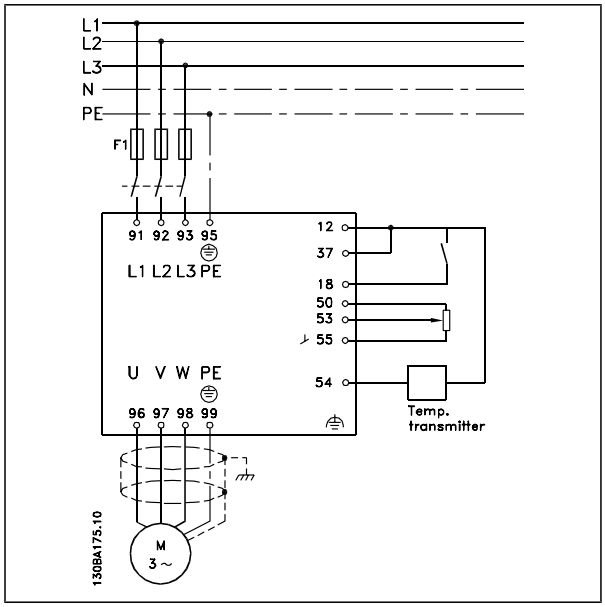
### ☐ ตัวอย่างการควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการ

ด้านล่างเป็นตัวอย่างของการควบคุมแบบ PID สำหรับกระบวนการซึ่งใช้ในระบบระบายอากาศ




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

การควบคุมจะเป็นแบบชนิดผกผัน ซึ่งหมายความว่าเมื่ออุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้น ความเร็วในการระบายอากาศจะต้องเพิ่มตามขึ้นด้วย เพื่อสร้างอากาศให้มากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลงความเร็วก็จะลดลงตาม 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 ตั้งไว้ที่ เปิด (อินพุทกระแส)

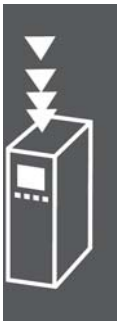
ตัวอย่างของชุดคำสั่งควบคุมกระบวนการ PID

| ฟังก์ชัน | หมายเลขพารามิเตอร์ | โหลด |
|---|---|---|
| เริ่มต้นใช้งานตัวแปลงความถี่ | 14-22 | [2] การเริ่มต้นใช้งาน เปิด/ปิด/เปิดเครื่อง แล้วกด Reset |
| 1) ตั้งพารามิเตอร์ของมอเตอร์: | | |
| ตั้งค่าพารามิเตอร์มอเตอร์ตามข้อมูลป้ายชื่อ | 1-2* | ตามที่ระบุบนป้ายชื่อของมอเตอร์ |
| ตั้งการทำงานเป็นแบบการปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ | 1-29 | [1] ใช้ AMA แบบสมบูรณ์ |
| 2) ตรวจสอบว่ามอเตอร์กำลังหมุนในทิศทางที่ถูกต้อง<br>เมื่อมอเตอร์ต่อเข้ากับตัวแปลงความถี่ด้วยเฟสเดินหน้าเป็น U - U; V- V; W โดยปกติเพลาของมอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกาซึ่งมองเห็นได้ที่ปลายของเพลา | | |
| กดปุ่ม "Hand On" บน LCP ตรวจสอบทิศทางการหมุนของเพลาโดยการใช้การอ้างอิงด้วยตนเอง | | |
| หากมอเตอร์หมุนตรงข้ามกับที่ต้องการ<br>1. ให้กลับทิศของมอเตอร์ในพารามิเตอร์ 4-10<br>2. ปิดแหล่งจ่ายไฟหลัก รอจนกระทั่งดีซีลิงค์คลายประจุ สลับสายเฟสของมอเตอร์สองเส้น | 4-10 | เลือกทิศทางการหมุนของเพลาของมอเตอร์ที่ถูกต้อง |
| โหมดตั้งค่าการกำหนดรูปแบบ | 1-00 | [3] กระบวนการ |
| การกำหนดรูปแบบโหมดจากหน้าเครื่อง | 1-05 | [0] วงรอบเปิดความเร็ว |
| 3) ตั้งกำหนารูปแบบค่าอ้างอิง เช่น ช่วงสำหรับการควบคุมค่าอ้างอิง ตั้งสเกลของอินพุทอนาล็อกในพารามิเตอร์ 6-xx | | |
| ตั้งหน่วยค่าอ้างอิง/ค่าป้อนกลับ<br>ตั้งค่าอ้างอิงต่ำสุด (10° C)<br>ตั้งค่าอ้างอิงสูงสุด (80° C)<br>หากค่าที่ตั้งถูกกำหนดจากค่าที่ตั้งล่วงหน้า (พารามิเตอร์อาเรย์) ให้ตั้งแหล่งค่าอ้างอิงอื่น ๆ ให้เป็นไม่มีฟังก์ชัน | 3-01<br>3-02<br>3-03<br>3-10 | [60] ° C หน่วยที่จะแสดงบนหน้าจอ<br>-5° C<br>35° C<br>[0] 35%<br>$ค่าอ้างอิง = \frac{P3-10_{(0)}}{100} \times ((P3-03) - (p3-02)) = 24,5° C$<br>พารามิเตอร์ 3-14 ถึงพารามิเตอร์ 3-18 [0] = ไม่มีฟังก์ชัน |
| 4) ปรับตั้งขีดจำกัดสำหรับตัวแปลงความถี่ | | |
| ตั้งเวลาเปลี่ยนความเร็วให้มีค่าที่เหมาะสมที่ 20 วินาที | 3-41<br>3-42 | 20 วินาที<br>20 วินาที |
| ตั้งขีดจำกัดความเร็วต่ำสุด<br>ตั้งขีดจำกัดความเร็วสูงสุดของมอเตอร์<br>ตั้งความถี่เอาท์พุทสูงสุด | 4-11<br>4-13<br>4-19 | 300 RPM<br>1500 RPM<br>60 Hz |
| ตั้ง S201 หรือ S202 ตรงตามค่าฟังก์ชันอินพุทอนาล็อกที่ต้องการ (แรงดัน (V) หรือมิลลิแอมป์ (I))<br>หมายเหตุ! สวิทช์มีความไวมาก ทำการเปิด/ปิด/เปิดเครื่องเพื่อเก็บการตั้งค่ามาตรฐานของ V | | |
| 5) สเกลอินพุทอนาล็อก ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับ | | |
| ตั้งขั้วต่อ 53 แรงดันต่ำ<br>ตั้งขั้วต่อ 53 แรงดันสูง<br>ตั้งขั้วต่อ 54 ค่าป้อนกลับต่ำ<br>ตั้งขั้วต่อ 54 ค่าป้อนกลับสูง<br>ตั้งแหล่งป้อนกลับ | 6-10<br>6-11<br>6-24<br>6-25<br>7-20 | 0 V<br>10 V<br>-5° C<br>35° C<br>[2] อินพุทอนาล็อก 54 |
| 6) การตั้ง PID ขั้นเริ่มต้น | | |
| กรบวนการ PID ปกติ/ผกผัน | 7-30 | [0] ปกติ |
| กรบวนการ PID ต่อต้านการหมุนขึ้น | 7-31 | [1] เปิด |
| กระบวนการ PID 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



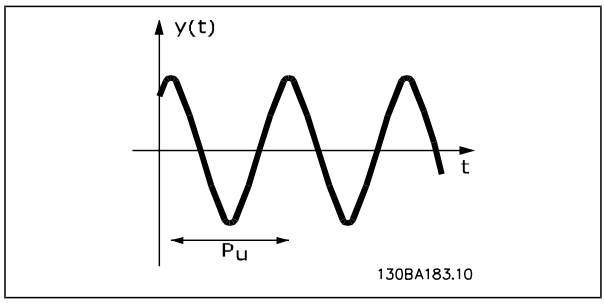
**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ถ้ามีความจำเป็น สตาร์ท/หยุด สามารถทำได้หลายครั้งเพื่อที่จะกระตุ้นให้เกิดความหลากหลายของสัญญาณการป้อนกลับ

### ☐ 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




**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

### ☐ มุมมองทั่วไปของการแพร่กระจาย EMC

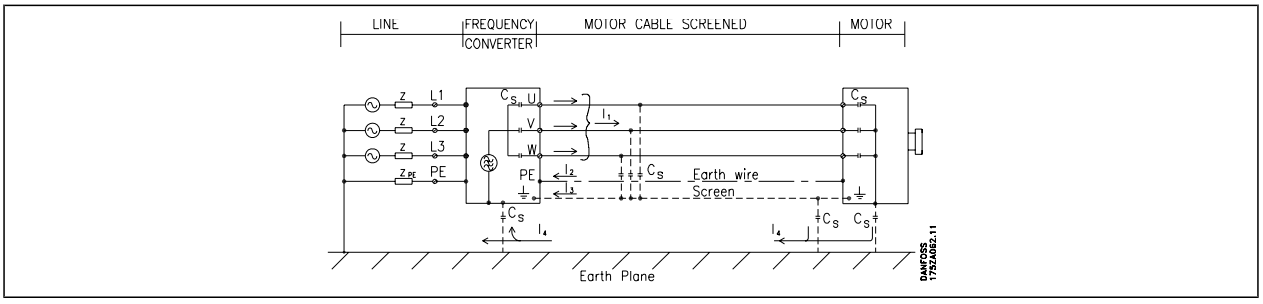
โดยปกติแล้ว การรบกวนแทรกสอดทางไฟฟ้ามักจะเกิดขึ้นในช่วงความถี่ 150 kHz ถึง 30 MHz การรบกวนทางอากาศจากระบบชุดขับเคลื่อนในช่วง 30 MHz ถึง 1 GHz เกิดจากอินเวอร์เตอร์ สายเคเบิลมอเตอร์ และมอเตอร์

ตามที่แสดงในภาพด้านล่างนี้ กระแสไฟจากตัวเก็บประจุแอบแฝงในสายเคเบิลมอเตอร์ ประกอบกับ dV/dt ระดับสูงจากแรงดันมอเตอร์ ก่อให้เกิดกระแสรั่วไหล (Leakage Current)

การใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบชีลจะเพิ่มกระแสรั่วไหล (ดูภาพประกอบด้านล่าง) เนื่องจากสายเคเบิลแบบชีลจะมีค่าความเป็นตัวเก็บประจุลงดินสูงกว่าสายเคเบิลแบบไม่มีชีล หากไม่มีการกรองกระแสรั่วไหล จะก่อให้เกิดการรบกวนเพิ่มขึ้นที่ไฟฟ้าสายหลักในช่วงคลื่นความถี่วิทยุต่ำกว่า 5 MHz โดยประมาณ เนื่องจากกระแสรั่วไหล ($I_1$) จะไหลกลับไปยังชุดขับเคลื่อน ผ่านทางส่วนชีล ($I_3$) ดังนั้นในทางหลักการแล้ว จะมีเฉพาะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขนาดเล็กจาก ($I_4$) จากสายเคเบิลมอเตอร์แบบชีล ตามภาพด้านล่างนี้

ส่วนชีลจะลดการรบกวนจากการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่จะเพิ่มการรบกวนที่ความถี่ต่ำบนไฟฟ้าสายหลัก ส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์จะต้องเชื่อมต่อกับกรอบหุ้มของตัวแปลงความถี่ รวมทั้งกรอบหุ้มของมอเตอร์ วิธีที่ดีที่สุดคือใช้ตัวรัดส่วนชีลแบบรวม เพื่อหลีกเลี่ยงปลายสายชีลที่บิดเกลียว (pigtail) ซึ่งทั้งหมดนี้จะเพิ่มอิมพีแดนซ์ของส่วนชีลในย่านความถี่สูง ซึ่งจะลดประสิทธิผลของส่วนชีลและเพิ่มกระแสไฟที่รั่วไหล ($I_4$)

หากใช้สายเคเบิลแบบชีลสำหรับ Fieldbus, รีเลย์, สายเคเบิลควบคุม, อินเตอร์เฟสสัญญาณ และเบรค จะต้องติดส่วนชีลบนกรอบหุ้มที่ปลายทั้งสองข้าง อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีจำเป็นต้องแยกส่วนชีลเพื่อหลีกเลี่ยงวงของกระแส




หากจะวางส่วนชีลไว้บนแผ่นติดตั้งตัวแปลงความถี่ แผ่นติดตั้งดังกล่าวจะต้องทำจากโลหะ เนื่องจากกระแสของส่วนชีลจะต้องถูกส่งกลับไปยังตัวเครื่อง นอกจากนั้น ควรตรวจสอบว่ามีการสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดีจากแผ่นติดตั้ง ผ่านสกรูยึดไปยังโครงเครื่องตัวแปลงความถี่

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**

หากใช้สายเคเบิลแบบไม่มีชีล อาจไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดว่าด้วยการแพร่กระจาย แต่อาจจะสอดคล้องตามข้อกำหนดว่าด้วยการคงทนต่อการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

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

### ผลการทดสอบ EMC(การแพร่กระจาย, การคงทน)

ผลการทดสอบต่อไปนี้เกิดจากการใช้งานที่มีตัวแปลงความถี่ (พร้อมอุปกรณ์เสริมที่เกี่ยวข้อง), สายเคเบิลควบคุมแบบชีล, กล่องควบคุมพร้อมโพเทนชิโอมิเตอร์ รวมทั้งมอเตอร์และสายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล

| | การแพร่กระจายโดยการนำไฟฟ้า | | | การแพร่กระจายโดยการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า | |
|---|---|---|---|---|---|
| | แหล่งอุตสาหกรรม | | ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ และอุตสาหกรรมเบา | แหล่งอุตสาหกรรม | ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจและอุตสาหกรรมเบา |
| 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. | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย |
| 0-7.5 kW 380-480/500 V | 5 ม. | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย |
| FC 301 (H1) | | | | | |
| 0-3.7 kW 200-240 V | 75 ม. | 50 ม. | 10 ม. | เคย | ไม่เคย |
| 0-7.5 kW 380-480 V | 75 ม. | 50 ม. | 10 ม. | เคย | ไม่เคย |
| FC 301 (H3) | | | | | |
| 0-1.5 kW 200-240 V | 50 ม. | 25 ม. | 2.5 ม. | เคย | ไม่เคย |
| 0-1.5 kW 380-480 V | 50 ม. | 25 ม. | 2.5 ม. | เคย | ไม่เคย |
| FC 302 (H1) | | | | | |
| 0-3.7 kW 200-240 V | 150 ม. | 150 ม. | 50 ม. | เคย | ไม่เคย |
| 0-7.5 kW 380-500 V | 150 ม. | 150 ม. | 50 ม. | เคย | ไม่เคย |
| FC 301/FC 302 (H2) | | | | | |
| 11-22 kW 380-480/500 V | 25 ม. | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย |
| FC 301 (H1) | | | | | |
| 11-22 kW 380-480 V | 75 ม. | 50 ม. | 10 ม. | เคย | ไม่เคย |
| FC 302 (H1) | | | | | |
| 11-22 kW 380-500 V | 150 ม. | 150 ม. | 50 ม. | เคย | ไม่เคย |
| FC 302 (HX) | | | | | |
| 0.75 - 7.5 kW | | | | | |
| 550 - 600 V | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย | ไม่เคย |

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)

### 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 | Class A2 | Class A2 |

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

### ความคงทนต่อ EMC

เพื่อจัดทำเอกสารบันทึกเกี่ยวกับความคงทนต่อการรบกวนและแทรกสอดทางไฟฟ้าจากปรากฏการณ์ทางไฟฟ้า ได้ทำการทดสอบความคงทนต่อไปนี้กับระบบที่ประกอบด้วยตัวแปลงความถี่ (พร้อมอุปกรณ์เสริมที่เกี่ยวข้อง), สายเคเบิลควบคุมแบบชีล 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): การเบิร์สต์ (Burst) ชั่วครู่**การจำลองการรบกวนที่เกิดจากการเปิดปิดด้วยคอนแทคเตอร์ รีเลย์ หรืออุปกรณ์ที่คล้ายคลึง
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5): ภาวะไฟกระชากชั่วครู่** การจำลองสภาวะชั่วครู่ เช่น ที่เกิดจากฟ้าผ่าลงใกล้บริเวณที่ติดตั้ง เป็นต้น
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6): โหมดร่วม (Common mode) RF**การจำลองผลกระทบจากอุปกรณ์ที่ส่งคลื่นวิทยุซึ่งเชื่อมต่อกับสายเคเบิลเชื่อมต่อ

ดูแบบฟอร์มความคงทนต่อ EMC ต่อไปนี้

### ความคงทน (ต่อ)

FC 301/FC 302; 200-240 V, 380-500 V

| มาตรฐานเบื้องต้น | เบิร์สต์ IEC 61000-4-4 | ไฟกระชาก IEC 61000-4-5 | ESD IEC 61000-4-2 | การแผ่สนามแม่เหล็กไฟฟ้า IEC 61000-4-3 | แรงดันโหมดร่วม (Common mode) RF IEC 61000-4-6 |
|---|---|---|---|---|---|
| เกณฑ์การยอมรับ | B | B | B | A | A |
| สาย | 4 kV CM | 2 kV/2 Ω DM<br>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 $V_{RMS}$ |
| แอปพลิเคชันและอุปกรณ์เสริมฟิลด์บัส | 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<br>1 kV/12 Ω CM | — | — | 10 $V_{RMS}$ |
| กรอบหุ้ม | — | — | 8 kV AD<br>6 kV CD | 10 V/m | — |

AD: การคายประจุทางอากาศ (Air Discharge)
CD: การคายประจุโดยการสัมผัส (Contact Discharge)
CM: โหมดร่วม (Common mode)
DM: โหมดผลต่าง (Differential mode)

1. การฉีดบนชีลหุ้มสายเคเบิล

PELV ให้การป้องกัน โดยการให้แรงดันต่ำเป็นพิเศษ การป้องกันจากไฟฟ้าช็อตจะสามารถมั่นใจได้เมื่อแหล่งจ่ายไฟเป็นประเภท PELV และทำการติดตั้งดังที่อธิบายไว้ในระเบียบข้อกำหนดในประเทศ/ระหว่างประเทศเรื่องแหล่งจ่ายแบบ PELV

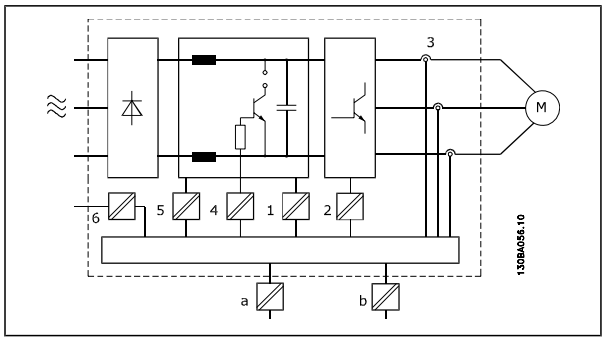
ขั้วต่อควบคุมทั้งหมดและขั้วต่อรีเลย์ 01-03/04-06 สอดคล้องตาม PELV (แรงดันระดับต่ำพิเศษในการป้องกัน) (ไม่มีผลกับกับเครื่อง 525-600 V และขาเดลต้าต่อสายดินที่แรงดันเหนือ 300V)

การแยก (รับรอง) กันทางไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติตามข้อกำหนดสำหรับการแยกในระดับสูงกว่า และจัดวางระยะห่าง/ระยะว่างที่สัมพันธ์กัน ข้อกำหนดเหล่านี้อธิบายไว้ในมาตรฐาน EN 61800-5-1

ส่วนประกอบที่รวมเป็นการแยกกันทางไฟฟ้า ดังอธิบายที่ด้านล่าง ยังสอดคล้องตามข้อกำหนดสำหรับการแยกกันทางไฟฟ้าที่สูงขึ้นและการทดสอบที่สัมพันธ์กัน ดังอธิบายไว้ใน EN 61800-5-1
การแยกกันทางไฟฟ้า PELV จะแสดงไว้ในหกตำแหน่งคือ (ดูภาพประกอบ):

เพื่อให้รักษา PELV ไว้ การเชื่อมต่อทั้งหมดที่ต่อกับขั้วต่อควบคุมต้องเป็น PELV เช่น เทอร์มิสเตอร์ต้องได้รับการหุ้มฉนวนคู่/เสริม

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




การแยกกันทางไฟฟ้า

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

### ☐ กระแสรั่วไหลลงดิน

**คำเตือน:**
การสัมผัสชิ้นส่วนทางไฟฟ้าอาจมีอันตรายอย่างร้ายแรง แม้ว่าอุปกรณ์จะตัดการเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลักแล้วก็ตาม และควรดูให้แน่ใจว่า อินพุทแรงดันอื่นๆ ได้ถูกตัดการเชื่อมต่อ เช่น การแบ่งรับโหลด (การเชื่อมต่อ DC ของวงจรขั้นกลาง) รวมถึงการต่อมอเตอร์สำหรับการสำรองทางจลน์
การใช้ชุดขับอัตโนมัติ VLT FC 300: ให้รออย่างน้อย 15 นาที
ใช้เวลารอน้อยกว่านี้ได้เฉพาะในกรณีที่บ่งชี้ไว้บนป้ายชื่อสำหรับชุดที่ระบุเท่านั้น

**กระแสรั่วไหล**
กระแสรั่วไหลลงดินจาก FC 300 มีค่าเกิน 3.5 mA เพื่อให้มั่นใจได้ว่าสายดินมีการเชื่อมต่อทางกลที่ดีกับจุดต่อลงดิน (ขั้วต่อ 95) ขนาดหน้าตัดของสายเคเบิลจะต้องมีขนาดอย่างน้อย 10 $mm^2$ หรือใช้สายดินขนาดเท่าค่าพิกัดสองสายต่อปลายแยกจากกัน

**อุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCD)**
ผลิตภัณฑ์นี้ก่อให้เกิดการสร้างกระแสตรงขึ้นในตัวนำป้องกัน เมื่อใช้อุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCD) สำหรับการป้องกันเป็นพิเศษ ควรใช้เฉพาะ RCD ของประเภท B (หน่วงเวลา) ที่ด้านจ่ายไฟของผลิตภัณฑ์นี้ ดูข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งาน RCD MN.90.GX.02
การต่อลงดินเพื่อการป้องกันของตัวแปลงความถี่ และการใช้ RCD ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในท้องถิ่นและในประเทศเสมอ

### ☐ การเลือก ตัวต้านทานเบรค

สำหรับการรองรับความต้องการที่สูงขึ้นจากการเบรค จะจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานเบรค การใช้ตัวต้านทานเบรคจะรับรองได้ว่ามีการดูดกลืนพลังงานในตัวต้านทานเบรค ไม่ใช่ในตัวแปลงความถี่

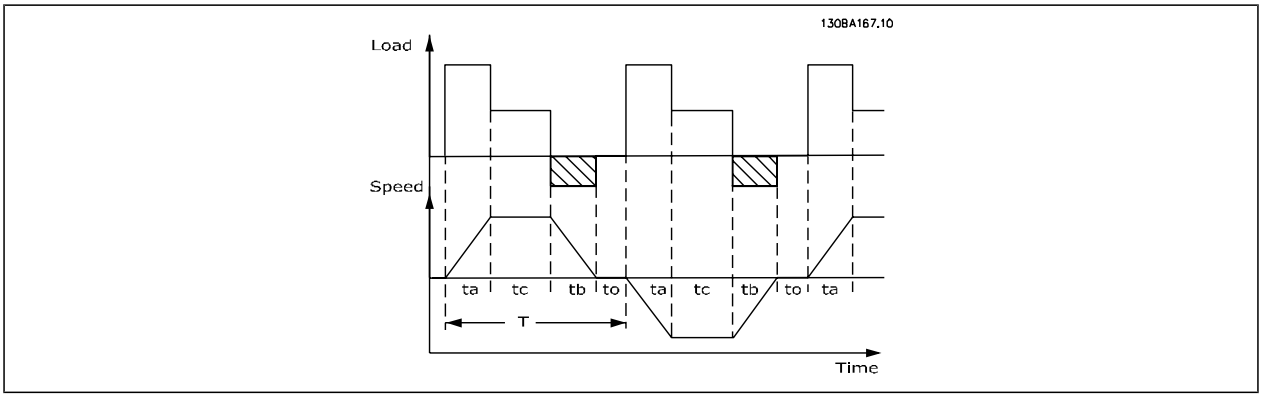
หากไม่ทราบระดับพลังงานจลน์ที่ถ่ายโอนไปยังตัวต้านทานในแต่ละช่วงการเบรค จะสามารถวัดพลังงานเฉลี่ยจากรอบเวลาพื้นฐานและการใช้เวลาเบรคระหว่างรอบการทำงาน รอบการทำงานเป็นจังหวะของตัวต้านทานเป็นตัวบ่งชี้รอบการทำงานที่ตัวต้านทานทำงาน ภาพประกอบด้านล่างนี้แสดงถึงรอบการเบรคทั่วไป

**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 $\eta_{VLT}$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% อาจไม่สามารถทำได้เนื่องจากมีความเสี่ยงที่ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานเพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัย

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
หากทรานซิสเตอร์เบรคเกิดการลัดวงจร จะป้องกันกำลังที่จะถูกดูดซับในตัวต้านทานเบรคได้โดยใช้สวิตช์หลักหรือคอนแทคเตอร์ เพื่อตัดการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับตัวแปลงความถี่ (สามารถควบคุมคอนแทคเตอร์ได้โดยตัวแปลงความถี่)

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
อย่าจับตัวต้านทานเบรค เนื่องจากมีความร้อนสูงมากขณะ/หลังจากการเบรค

**□ การควบคุมด้วยฟังก์ชันเบรค**

เบรคจะจำกัดแรงดันวงจรขั้นกลางเมื่อมอเตอร์ทำงานเสมือนเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อโหลดขับมอเตอร์และกำลังไฟฟ้าไหลกลับไปสะสมที่ดีซีลิ้งค์ เป็นต้น เบรคจะมีการทำงานโดยสวิตช์คายพลังงานเบรค ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับตัวต้านทานเบรคภายนอก การวางตัวต้านทานเบรคไว้ภายนอกจะมีข้อได้เปรียบดังนี้:

- สามารถเลือกตัวต้านทานเบรคตามการประยุกต์ใช้งาน
- พลังงานเบรคถูกขับออกภายนอกแผงควบคุม เช่น ไปยังจุดที่สามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานได้
- ระบบอิเล็กทรอนิกของตัวแปลงความถี่จะไม่ร้อนเกินหากตัวต้านทานเบรครับโหลดเกิน

เบรคได้รับการป้องกันจากการลัดวงจรของตัวต้านทานเบรค และทรานซิสเตอร์เบรคจะถูกตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าจะตรวจพบการลัดวงจรของทรานซิสเตอร์ เอาท์พุทรีเลย์/ดิจิตัล สามารถใช้เพื่อป้องกันตัวต้านทานเบรคจากการรับโหลดเกินเมื่อเกิดฟอลต์ในตัวแปลงความถี่
นอกจากนี้ เบรคยังทำให้สามารถอ่านกำลังช่วงสั้นและกำลังเฉลี่ยช่วง 120 วินาทีล่าสุด เบรคยังสามารถตรวจดูกำลังที่ใช้ และรักษาระดับให้ไม่เกินขีดจำกัดที่เลือกไว้ในพารามิเตอร์ 2-12 ในพารามิเตอร์ 2-13 เลือกฟังก์ชันที่จะดำเนินการเมื่อกำลังถูกส่งไปยังตัวต้านทานเบรคเกินขีดจำกัดที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 2-12

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
การตรวจดูกำลังเบรค ไม่ใช่ฟังก์ชันด้านความปลอดภัย จึงจำเป็นต้องใช้สวิตช์ความร้อนเพื่อจุดประสงค์นี้ วงจรตัวต้านทานเบรคไม่มีการป้องกันการรั่วไหลลงดิน

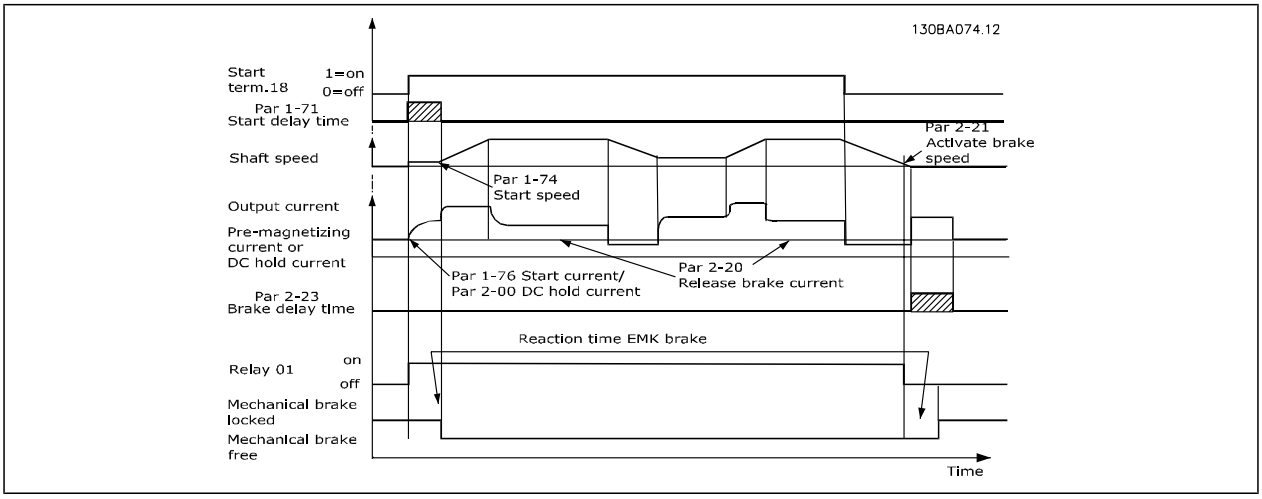
*การควบคุมแรงดันเกิน (OVC)* (ไม่รวมตัวต้านทานเบรค) สามารถเลือกเป็นฟังก์ชันเสริมของการเบรคได้ในพารามิเตอร์ 2-17 ฟังชันนี้จะมีการทำงานในทุกเครื่อง และฟังก์ชันนี้จะทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการตัดการทำงานเมื่อแรงดันดีซีลิ้งค์มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งทำได้โดย

การเพิ่มความถี่เอาท์พุทเพื่อจำกัดแรงดันจากดีซีลิ้งค์ ฟังก์ชันนี้จะมีประโยชน์มาก เช่น ถ้าเวลาการลดความเร็วสั้นเกินไป การตัดการทำงานของตัวแปลงความถี่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ในกรณีนี้เวลาในการลดความเร็วจะถูกขยายออก

### ☐ การควบคุมเบรคเชิงกล

สำหรับการใช้งานแบบชักรอก จำเป็นที่จะต้องสามารถควบคุมด้วยการเบรคแม่เหล็กไฟฟ้าได้ ในการควบคุมเบรค จะต้องใช้เอาท์พุทรีเลย์ (รีเลย์ 1 หรือรีเลย์ 2) หรือเอาท์พุทดิจิตัลที่ตั้งโปรแกรมไว้ (ขั้ว 27 หรือ 29) โดยทั่วไปเอาท์พุตนี้จะต้องปิดตราบเท่าที่ตัวแปลงความถี่ไม่สามารถที่จะยึดมอเตอร์ไว้ได้ เช่น เนื่องจากโหลดมีขนาดใหญ่เกินไป ในพารามิเตอร์ 5-40 (พารามิเตอร์แบบอาร์เรย์), พารามิเตอร์ 5-30 หรือ พารามิเตอร์ 5-31 (เอาท์พุทดิจิตัล 27 หรือ 29) ให้เลือก *คุมเบรคเชิงกล* [32] สำหรับการประยุกต์ใช้งานที่มีเบรคแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อเลือก *คุมเบรคเชิงกล* [32] แล้ว รีเลย์ของเบรคเชิงกลจะถูกปิดระหว่างสตาร์ทจนกระทั่งกระแสเอาท์พุทสูงกว่าระดับที่เลือกในพารามิเตอร์ 2-20 *ตั้งกระแสให้เบรคเชิงกลทำงาน* ระหว่างการหยุด เบรคเชิงกลจะปิดเข้าทำงานเมื่อความเร็วต่ำกว่าระดับที่เลือกในพารามิเตอร์ 2-21 *ตั้งรอบมอฯให้เบรคกลทำงาน [RPM]* หากตัวแปลงความถี่เข้าสู่สภาวะเตือน เช่น แรงดันสูงเกิน เบรคเชิงกลจะทำงานในทันที ซึ่งเป็นกรณีเดียวกับในระหว่างการหยุดเพื่อความปลอดภัย




**รายละเอียดทีละขั้นตอน:**

ในการทำงานเกี่ยวกับการชักรอก/หย่อนลง จำเป็นจะต้องสามารถควบคุมเบรคไฟฟ้าเชิงกลได้

- เมื่อต้องการควบคุมเบรกเชิงกลสามารถที่จะใช้เอ้าท์พุทรีเลย์หรือเอาท์พุทดิจิตัลใดๆ (ขั้วต่อ 27 หรือ 29) เพื่อควบคุมได้ ถ้าจำเป็นให้ใช้คอนแท็คเตอร์ที่เหมาะสม
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเอาท์พุทยังปิดสวิทช์อยู่ตราบเท่าที่ตัวแปลงความถี่ไม่สามารถที่จะขับมอเตอร์ได้ ยกตัวอย่างเช่น เนื่องจากโหลดมีขนาดใหญ่เกินไป หรือเนื่องจากยังไม่ได้มีการติดตั้งมอเตอร์อย่างแท้จริง
- เลือก *การควบคุมเบรคเชิงกล* [32] ในพารามิเตอร์ 5-4* (ในพารามิเตอร์ 5-3*) ก่อนเชื่อมต่อเบรคเชิงกล
- เบรคจะถูกปล่อยเมื่อกระแสมอเตอร์มีค่าเกินค่าที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 2-20
- เบรคจะทำงานเมื่อความถี่เอาท์พุทมีค่าน้อยกว่าความถี่ที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 2-21 หรือ 2-22 และเฉพาะเมื่อตัวแปลงความถี่กำลังดำเนินการตามคำสั่งหยุด

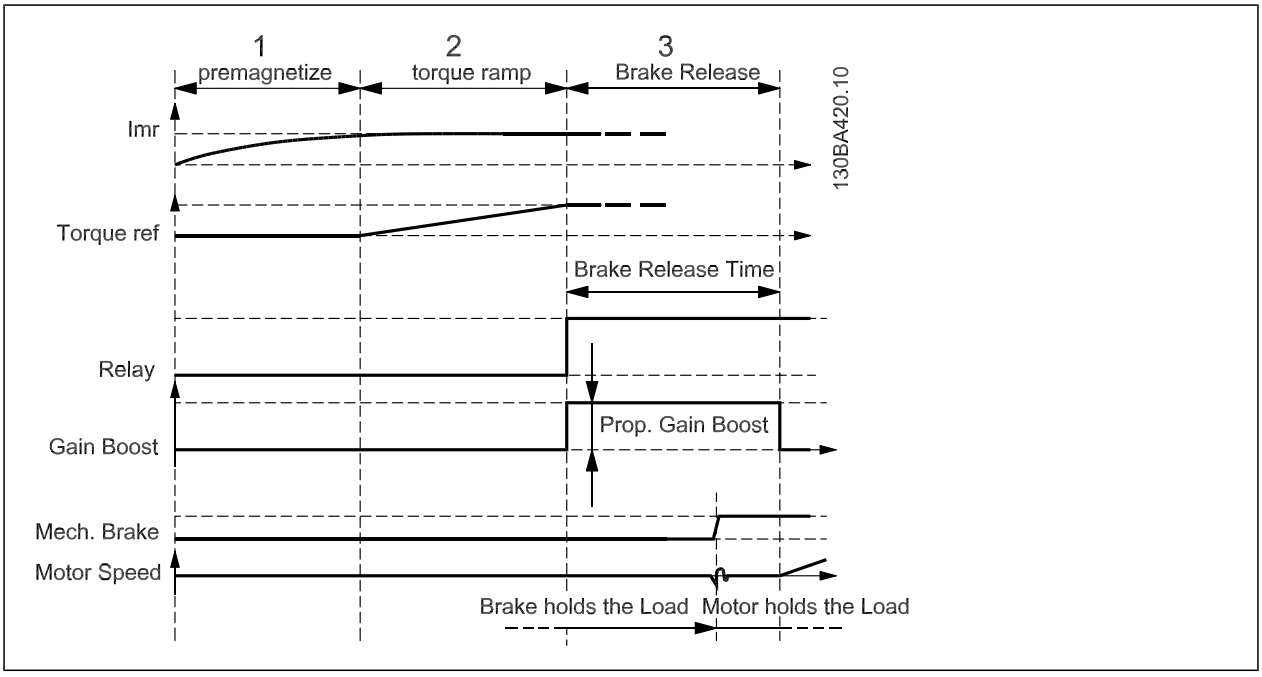
**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
สำหรับการประยุกต์ใช้งานการยกหรือการชักรอกในแนวดิ่ง แนะนำอย่างมากที่จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่า โหลดสามารถถูกหยุดได้ในกรณีฉุกเฉินหรือการทำงานผิดปกติของส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่ง เช่น คอนแทกเตอร์ เป็นต้น ถ้าตัวแปลงความถี่อยู่ในโหมดสัญญาณเตือน หรือในสถานการณ์ที่เกิดแรงดันเกิน เบรคเชิงกลจะตัด

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

### ☐ เบรกเชิงกลสำหรับการชักรอก

ชุดขับอัตโนมัติ VLT FC 300 มีคุณลักษณะการควบคุมเบรกเชิงกลที่ออกแบบโดยเฉพาะสำหรับการใช้งานการชักรอก ความแตกต่างสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมเบรกเชิงกลโดยปกติ โดยการใช้ฟังก์ชันรีเลย์ตรวจสอบกระแสเอาท์พุท ก็คือฟังก์ชันการเบรกเชิงกลของการชักรอกจะควบคุมไปยังรีเลย์โดยตรง ซึ่งหมายความว่าแทนที่จะตั้งค่ากระแสเพื่อคลายเบรก จะใช้แรงบิดกับเบรกที่ปิดก่อนการคลายที่กำหนด เพราะว่าแรงบิดที่กำหนดให้กับชุดคำสั่งโดยตรงจะเหมาะสมกับการใช้งานการชักรอกมากกว่า
โดยการใช้การเร่งอัตราขยายแบบสัดส่วน (พารามิเตอร์ 2-28) ซึ่งจะได้รับการควบคุมที่เร็วกว่าเมื่อทำการคลายเบรก วิธีการเบรกเชิงกลของการชักรอกมีพื้นฐานลำดับการทำงาน 3 ขั้นตอน โดยการควบคุมมอเตอร์และการคลายเบรกจะสอดรับกับเพื่อที่จะได้รับการคลายเบรกที่นุ่มนวลที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

1. **มอเตอร์ที่มีการสร้างสนามแม่เหล็กล่วงหน้า**
   เพื่อที่จะให้แน่ใจว่ามอเตอร์ถูกยึดอยู่และเพื่อตรวจพิสูจน์ว่าได้ติดตั้งอย่างถูกต้อง มอเตอร์ต้องมีการสร้างสนามแม่เหล็กล่วงหน้าขึ้นมาก่อน
2. **การใช้แรงบิดกับเบรกที่ปิดอยู่**
   เมื่อโหลดถูกจับด้วยเบรกเชิงกล ขนาดของโหลดจะไม่สามารถระบุได้ ระบุได้เพียงทิศทางการหมุนเท่านั้น ใช่วงเวลาที่เบรกเปิด โหลดจะต้องถูกควบคุมโดยมอเตอร์ เพื่อสนับสนุนการควบคุม ผู้ใช้ต้องระบุแรงบิดในพารามิเตอร์ 2-26 ซึ่งถูกใช้ในการควบคุมการชัก ซึ่งจะถูกใช้เพื่อเริ่มต้นตัวควบคุมความเร็วที่จะควบคุมโหลดในทีสุด เพื่อที่จะลดการสึกกร่อนในชุดเฟืองขับเนื่องจากการกระตุกอย่างรุนแรง แรงบิดจะค่อยๆเพิ่มขึ้น
3. **การคลายเบรก**
   เมื่อแรงบิดถึงค่าที่ตั้งในพารามิเตอร์ 2-26*ค่าอ้างอิงแรงบิด* เบรกจะถูกคลายออก ค่าที่ตั้งในพารามิเตอร์ 2-25 *เวลาคลายเบรก* จะบอกเวลาหน่วงก่อนที่โหลดจะถูกปล่อยจากการเบรก เพื่อที่จะตอบสนองอย่างรวดเร็วเท่าที่จะเป็นไปได้ในแต่ละขั้นของโหลดตามการคลายเบรก การควบคุมความเร็วโดย PID จะสามารถเร่งโดยการเพิ่มอัตราขยายตามสัดส่วน




ลำดับการปลดเบรกสำหรับการควบคุมเบรกเชิงกลของการยก

### ☐ สายเคเบิล

EMC (สายเคเบิลชนิดบิดเกลียว/ชิลด์)
เพื่อลดการรบกวนทางไฟฟ้าจากสายระหว่างตัวต้านทานเบรกและตัวแปลงความถี่ สายนั้นต้องเป็นชนิดบิดเกลียว

เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ EMC ให้ดียิ่งขึ้นควรใช้ชิลด์ที่เป็นโลหะ

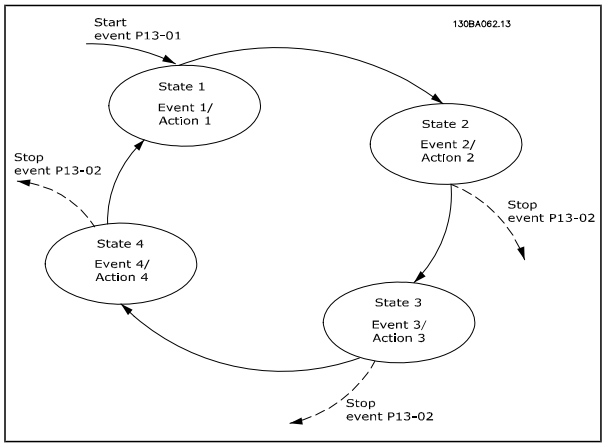
### ☐ Smart Logic Control (ตัวควบคุม Smart Logic)

Smart Logic Control (SLC) เป็นการเรียงลำดับการกระทำที่ผู้ใช้ระบุไว้ซึ่งจะได้รับการปฏิบัติโดย 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]* จะถูกประเมิน

และหากเป็นค่า TRUE (จริง) *การกระทำ [2]*ก็จะได้รับการปฏิบัติเช่นนี้ต่อเนื่องไป เหตุการณ์และการกระทำจะถูกจัดเข้าไว้เป็นพารามิเตอร์แบบอาร์เรย์

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

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




### ลัดวงจร (เฟส – เฟส ของมอเตอร์)

ตัวแปลงความถี่ได้รับการป้องกันจากการลัดวงจร ด้วยวิธีการวัดกระแสในแต่ละส่วนของทั้งสาม เฟสมอเตอร์ หรือในดีซีลิงค์ การลัดวงจรระหว่างเฟสเอาท์พุทสองเฟสอาจเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะกระแสเกินในอินเวอร์เตอร์ อินเวอร์เตอร์จะปิดแยกกันเมื่อกระแสลัดวงจรเกินค่าที่รองรับ (สัญญาณเตือน 16 ตัดการทำงานแบบล็อค)
เพื่อป้องกันชุดขับจากการลัดวงจรเมื่อแบ่งใช้โหลดและเอาท์พุทเบรค โปรดดูที่คู่มือการออกแบบ

### การสลับเอาท์พุท

การสลับเอาท์พุทระหว่างมอเตอร์และตัวแปลงความถี่สามารถทำได้เต็มที่ คุณจะไม่สร้างความเสียหายให้กับตัวแปลงความถี่เมื่อสลับเอาท์พุท อย่างไรก็ตาม ข้อความแสดงฟอลต์อาจเกิดขึ้น

### แรงดันเกินที่เกิดจากมอเตอร์

แรงดันในวงจรขั้นกลางจะเพิ่มขึ้นเมื่อมอเตอร์ทำงานเสมือนเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเกิดได้ในกรณีต่อไปนี้:

1. โหลดขับมอเตอร์ (ที่ความถี่เอาท์พุทคงที่จากตัวแปลงความถี่) อาทิ พลังงานที่สร้างกลับคืนมาจากโหลด
2. ระหว่างการชะลอ ("การเปลี่ยนลดความเร็ว") หากโมเมนต์ความเฉื่อย มีค่าสูง โหลดต่ำ และเวลาเปลี่ยนลดความเร็วสั้นเกินไปที่จะพลังงานจะถูกดูดซับไปด้วยการสูญเสียในตัวแปลงความถี่ มอเตอร์ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่
3. การตั้งค่าการชดเชยการสลิปที่ไม่ถูกต้องอาจจะทำให้แรงดันดีซีลิงค์มีค่าสูงขึ้น

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

### ภาวะไฟฟ้าแรงดันสายหลักหายไป

ระหว่างการหายไปของแรงดันสายหลัก ตัวแปลงความถี่จะทำงานต่อไปจนกระทั่งแรงดันวงจรขั้นกลางลดต่ำกว่าระดับหยุดต่ำสุด ซึ่งโดยปกติจะมีค่าต่ำลง 15% จากค่าแรงดันเมื่อแหล่งจ่ายไฟขาเข้ามีค่าต่ำสุดที่ยังทำงานได้สำหรับตัวแปลงความถี่

ค่าแรงดันไฟหลักก่อนไฟดับและโหลดมอเตอร์จะกำหนดระยะเวลาที่อินเวอร์เตอร์จะเริ่มเลื่อนไหลและหยุด

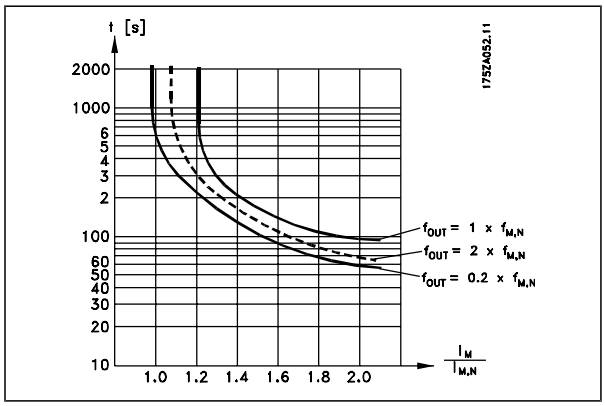
### โหลดเกินแบบสถิตในโหมด VVC$^{plus}$

เมื่อตัวแปลงความถี่มีโหลดเกิน (ถึงระดับขีดจำกัดแรงบิดในพารามิเตอร์ 4-16/4-17) ส่วนควบคุมจะลดความถี่เอาท์พุทเพื่อลดโหลด
หากโหลดเกิน (overload) มีระดับสูง อาจเกิดกระแสที่ทำให้ตัวแปลงความถี่ตัดการทำงาน หลังจากประมาณ 5-10 วินาที

การทำงานภายในขีดจำกัดแรงบิดจะถูกจำกัดเป็นเวลา (0-60 วินาที) ในพารามิเตอร์ 14-25

### ☐ ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์ (Motor Thermal Protection)

อุณหภูมิมอเตอร์ถูกคำนวณตามกระแสมอเตอร์ ความถี่เอาท์พุต และเวลา หรือเทอร์มิสเตอร์ ดูพารามิเตอร์ 1-90 ในบท *วิธีการตั้งโปรแกรม*




### ☐ การหยุดแบบปลอดภัย ของ FC 300

FC 302 และ FC301 ในกรอบหุ้ม A1 สามารถทำงานในฟังก์ชันความปลอดภัย *ปิดแรงบิดความปลอดภัย* (ดังที่ระบุใน IEC 61800-5-2 ฉบับร่าง) หรือ *หมวดการหยุด 0* (ดังที่ระบุใน EN 60204-1)

กรอบหุ้ม FC301 A1: เมื่อการหยุดแบบปลอดภัยถูกรวมไว้ในชุดขับเคลื่อน ตำแหน่ง 18 ของรหัสประเภทต้องเป็น T หรือ U ถ้าตำแหน่ง 18 เป็น B หรือ X ขั้วต่อ 37 นั้นไม่รวมการหยุดแบบปลอดภัย!
ตัวอย่างเช่น
รหัสประเภทสำหรับ FC 301 A1 กับการหยุดแบบปลอดภัย FC-301PK75T4 **Z20** H4 **T** GCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

การทำงานนี้ได้รับการออกแบบและรับรองแล้วว่าเหมาะสมสำหรับข้อกำหนดด้านความปลอดภัยหมวด 3 ใน EN 954-1 การทำงานฟังก์ชันนี้เรียกว่า การหยุดแบบปลอดภัย (Safe Stop) ก่อนที่จะทำการรวมและใช้การหยุดแบบปลอดภัยในการติดตั้ง การวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยตลอดในการติดตั้งจะต้องได้รับการดำเนินการเพื่อที่จะพิจารณาว่า การทำงานการหยุดแบบปลอดภัยและหมวดความปลอดภัยมีความเหมาะสมและเพียงพอ ในการติดตั้งฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยตามความสอดคล้องตรงตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยหมวด3 ใน EN 954-1 ต้องทำตาใช้อมูลและคำแนะนำที่เกี่ยวข้องของคู่มือการออกแบบ FC 300 MG.33.BX.YY! ข้อมูลและคำแนะนำของคำแนะนำการทำงานไม่เพียงพอต่อการใช้งานอย่างถูกต้องและปลอดภัยของใช้การหยุดแบบปลอดภัย!

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<br>DK-6300 Graasten, Dänemark |
| Name and address of the manufacturer: | Danfoss Drives A/S, Ulnaes 1<br>DK-6300 Graasten, Dänemark |
| Ref. of customer: | Ref. of Test and Certification Body: Apl/Käh 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,<br>DKE AK 226.03, 1998-06,<br>EN ISO 13849-2; 2003-12,<br>EN 61800-3, 2001-02,<br>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.<br>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)

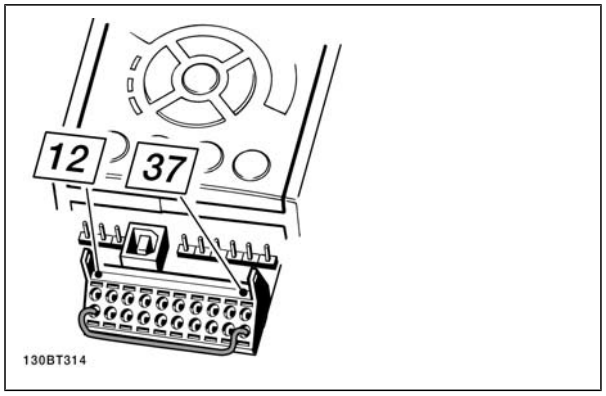
FZB10E 01.05

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

## ☐ การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย (FC 302 และ FC 301 – เฉพาะกรอบหุ้ม A1)

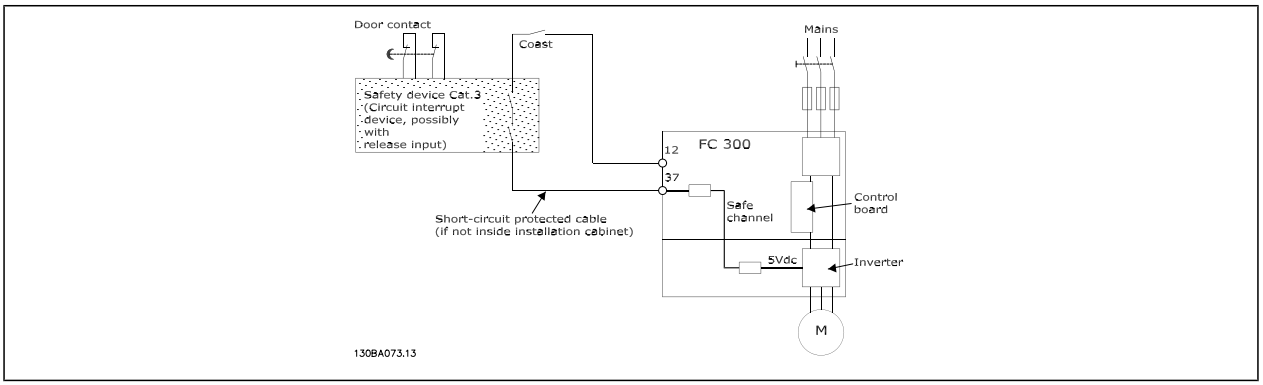
ในการติดตั้งการหยุดในหมวด 0 (EN60204) ให้สอดคล้องกับหมวดความปลอดภัย 3 (EN954-1) ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำเหล่านี้:

1. ต้องถอดจุดเชื่อม (จัมเปอร์) ระหว่างขั้ว 37 และแรงดัน 24 V DC การตัดหรือแยกจัมเปอร์จะไม่เพียงพอกับจุดประสงค์นี้ โปรดถอดออกทั้งหมดเพื่อหลีกเลี่ยงการลัดวงจร ดูจัมเปอร์ที่ภาพประกอบ
2. เชื่อมต่อขั้วต่อ 37 กับแรงดัน 24 V DC ด้วยสายเคเบิลที่มีการป้องกันการลัดวงจร แหล่งจ่ายแรงดัน 24 V DC ต้องสามารถถูกตัดวงจรได้ด้วยอุปกรณ์ตัดวงจร EN954-1 หมวด 3 หากอุปกรณ์ตัดและตัวแปลงความถี่ตั้งอยู่ในแผงการติดตั้งเดียวกัน คุณสามารถใช้สายเคเบิลทั่วไปแทนสายแบบมีการป้องกัน




บริดจ์ต่อเชื่อมระหว่างขั้วต่อ 37 และ 24 V DC

ภาพประกอบด้านล่างแสดงหมวดการหยุด 0 (EN 60204-1) ด้วยหมวดความปลอดภัย 3 (EN 954-1) การตัดวงจรจะเกิดจากหน้าสัมผัสของประตูเปิดออก ภาพประกอบนี้ยังแสดงวิธีการเชื่อมต่อส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยที่ลื่นไหลด้วย




ภาพประกอบมุมมองที่สำคัญของการติดตั้งเพื่อให้สอดคล้องตามหมวดการหยุด 0 (EN 60204-1) พร้อมหมวดความปลอดภัย 3 (EN 954-1)

### ☐ การทดสอบการใช้การหยุดแบบปลอดภัย

หลังจากติดตั้งและก่อนการทำงานครั้งแรก ให้ดำเนินการทดสอบการใช้สิ่งที่ติดตั้งหรือแอปพลิเคชั่นที่จะใช้การหยุดแบบปลอดภัยของ FC 300

นอกจากนี้ ให้ทำการทดสอบหลังจากการปรับแต่งการติดตั้งหรือการประยุกต์ใช้งานแต่ละครั้ง ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการหยุดแบบปลอดภัยของ FC 300

การทดสอบการใช้:

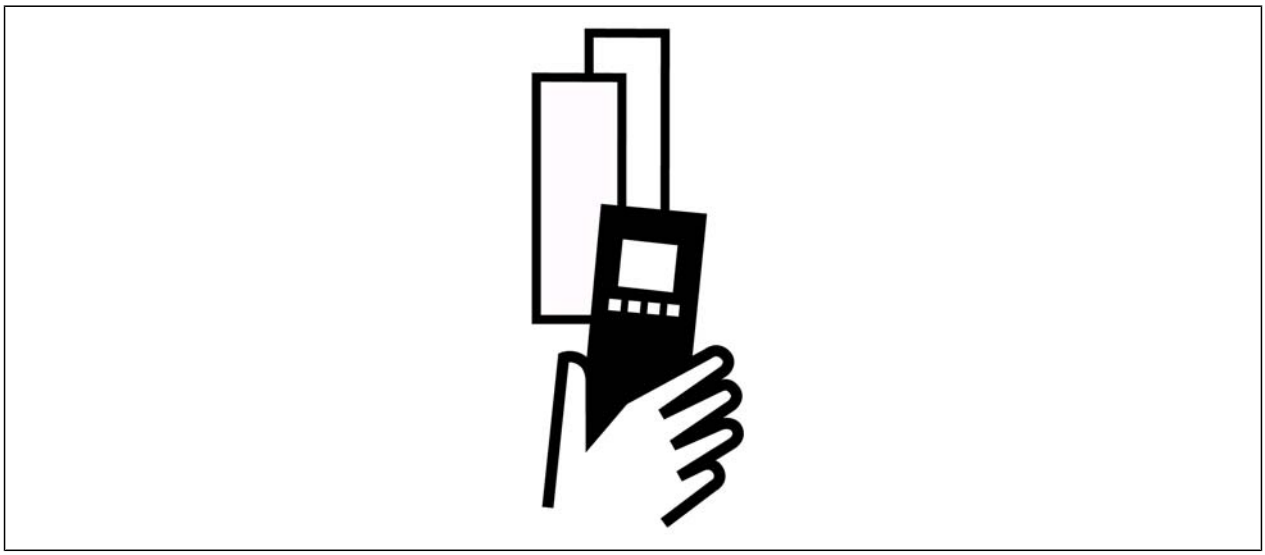
1. ตัดการจ่ายแรงดัน 24 V DC ไปยังขั้วต่อ 37 โดยใช้อุปกรณ์ตัด ในขณะที่ FC 302 กำลังส่งแรงขับมอเตอร์ (หมายถึงไม่มีการตัดแหล่งจ่ายไฟหลัก) ขั้นตอนการทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์แสดงอาการลื่นไหล และเบรคเชิงกล (หากเชื่อมต่อ) ถูกสั่งใช้งาน
2. จากนั้นจึงส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตัล หรือปุ่ม [Reset]) ขั้นตอนการทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์ยังอยู่ในสถานะหยุดเพื่อความปลอดภัย และเบรคเชิงกล (หากเชื่อมต่อ) ยังคงถูกสั่งใช้งาน
3. จากนั้นให้จ่ายแรงดัน 24 V DC ไปที่ขั้วต่อ 37 การทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์ยังอยู่ในสถานะลื่นไหล และเบรคเชิงกล (หากเชื่อมต่อ) ยังคงทำงาน
4. จากนั้นจึงส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่านบัส, I/O ดิจิตัล หรือปุ่ม [Reset]) การทดสอบจะผ่านหากมอเตอร์ได้เริ่มการทำงานอีกครั้ง
5. การทดสอบการใช้งานจะผ่านเมื่อผ่านขั้นตอนทดสอบทั้งสี่ขั้น

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยของ FC 302 สามารถใช้ได้กับทั้งมอเตอร์ชนิดซิงโครนัส และอะซิงโครนัส มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดฟอลต์ขึ้นสองแบบที่เซมิคอนดัคเตอร์กำลังของตัวแปลงความถี่ เมื่อใช้กับมอเตอร์ซิงโครนัสอาจจะทำให้เกิดการหมุนตกค้าง การหมุนอาจคำนวณได้เป็นมุม = 360/(จำนวนขั้ว) การประยุกต์ใช้งานที่มีมอเตอร์แบบซิงโครนัสจะต้องพิจารณาประเด็นนี้ และรับประกันว่าสิ่งนี้ไม่ใช่ประเด็นที่วิกฤตในเรื่องความปลอดภัย สถานการณ์แบบนี้ไม่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์แบบอะซิงโครนัส

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

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ตัวแปลงความถี่ไม่ได้ให้การป้องกันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยจากแรงดันที่จ่ายไปยังขั้วต่อ 37 โดยไม่ตั้งใจหรือเจตนา และผลของการรีเซ็ตที่ตามมา การป้องกันประเภทนี้จะต้องทำผ่านทางอุปกรณ์ตัดต่อวงจร ทั้งที่อยู่ในระดับการประยุกต์ใช้งานหรือในระดับการจัดการ
สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูที่หัวข้อ *การติดตั้งการหยุดแบบปลอดภัย*

# ข้อมูลทางไฟฟ้า

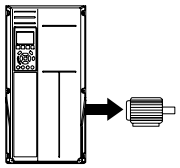
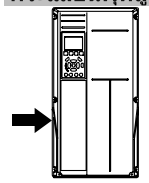


## ข้อมูลทางไฟฟ้า

| 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 |
| | กรอบหุ้ม IP 20/IP 21 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A3 | A3 |
| | กรอบหุ้ม IP20 (เฉพาะ FC 301) | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | - | - | - |
| | กรอบหุ้ม IP 55 | 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 |
| | เป็นจังหวะ (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 |
| | สายสูงสุด (แหล่งจ่ายไฟ, มอเตอร์, เบรก) [AWG] [2] [มม$^2$] | 24 - 10 AWG<br>0.2 - 4 mm$^2$ | | | | | | | | |
| **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 |
| | เป็นจังหวะ (3 x 200-240 V) [A] | 2.6 | 3.5 | 5.1 | 6.6 | 9.4 | 10.9 | 15.2 | 18.1 | 24.0 |
| | ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่อง[1] สูงสุด [A] | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 32 | 32 |
| | สภาพแวดล้อม | | | | | | | | | |
| | ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W][4] | 21 | 29 | 42 | 54 | 63 | 82 | 116 | 155 | 185 |
| | น้ำหนัก, กรอบหุ้ม IP20 [kg] | 4.7 | 4.7 | 4.8 | 4.8 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 6.6 | 6.6 |
| | A1 (IP 20) | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | - | - | - |
| | 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%

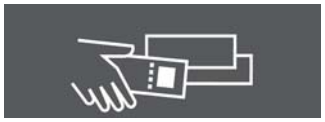
**แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 200 - 240 VAC**

| FC 301/FC 302 | | P5K5 | | P7K5 | | P11K | | P15K | | P18K5 | | P22K | | P30K | | P37K | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| โหลดสูง/ปกติ* | | HO | NO | HO | NO | HO | NO | HO | NO | HO | NO | HO | NO | HO | NO | HO | NO |
| | เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW] | 5.5 | 7.5 | 7.5 | 11 | 11 | 15 | 15 | 18.5 | 18.5 | 22 | 22 | 30 | 30 | 37 | 37 | 45 |
| | กรอบหุ้ม IP21 | B1 | | B1 | | B2 | | C1 | | C1 | | C1 | | C2 | | C2 | |
| | กรอบหุ้ม IP55 | B1 | | B1 | | B2 | | C1 | | C1 | | C1 | | C2 | | C2 | |
| **กระแสเอาท์พุท** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | ต่อเนื่อง (3 x 200-240 V) [A] | 24.2 | 30.8 | 30.8 | 46.2 | 46.2 | 59.4 | 59.4 | 74.8 | 74.8 | 88 | 88 | 115 | 115 | 143 | 143 | 170 |
| | เป็นจังหวะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 200-240 V) [A] | 38.7 | 33.9 | 49.3 | 50.8 | 73.9 | 65.3 | 89.1 | 82.3 | 112 | 96.8 | 132 | 127 | 173 | 157 | 215 | 187 |
| | ต่อเนื่อง KVA (208 V AC) [KVA] | 8.7 | 11.1 | 11.1 | 16.6 | 16.6 | 21.4 | 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] | 22 | 28 | 28 | 42 | 42 | 54 | 54 | 68 | 68 | 80 | 80 | 104 | 104 | 130 | 130 | 154 |
| | เป็นจังหวะ (โหลดเกิน 60 วินาที) (3 x 200-240 V) [A] | 35.2 | 30.8 | 44.8 | 46.2 | 67.2 | 59.4 | 81 | 74.8 | 102 | 88 | 120 | 114 | 156 | 143 | 195 | 169 |
| | ขนาดสายเคเบิลสูงสุด [มม.$^2$ / AWG] [2)] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1] | 63 | | 63 | | 80 | | 125 | | 125 | | 160 | | 200 | | 250 | |
| | ค่าประเมินของกำลังสูญเสีย ที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4)] | 239 | 310 | 371 | 514 | 463 | 602 | 624 | 737 | 740 | 845 | 874 | 1140 | 1143 | 1353 | 1400 | 1636 |
| | น้ำหนัก กรอบหุ้ม IP21, IP 55 [กก] | 23 | | 23 | | 27 | | 45 | | 45 | | 45 | | 65 | | 65 | |
| | ประสิทธิภาพ [4)] | 0.964 | | 0.959 | | 0.964 | | 0.964 | | 0.965 | | 0.965 | | 0.966 | | 0.966 | |

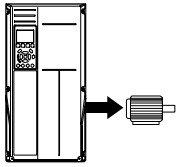
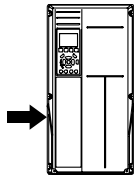
*โหลดเกินสูง = 160%ของแรงบิดในช่วง 60วินาที และ โหลดเกินปกติ = 110%ของแรงบิดในช่วง 60วินาที

| 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 |
| กรอบหุ้ม IP20/IP21 | | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A2 | A3 | A3 |
| กรอบหุ้ม IP20 (เฉพาะ FC 301) | | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 | | | | | |
| กรอบหุ้ม IP55 | | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 |
| **กระแสเอาท์พุท โหลดเกินสูง 160% สำหรับ 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 |
| | เป็นจังหวะ (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 |
| | เป็นจังหวะ (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 (ไฟหลัก, มอเตอร์, เบรค) [AWG] [2] [มม$^2$] | | | | 24 - 10 AWG 0.2 - 4 mm$^2$ | | | | | 24 - 10 AWG 0.2 - 4 mm$^2$ | |
| **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 |
| | เป็นจังหวะ (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 |
| | เป็นจังหวะ (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 |
| | ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่อง[1]สูงสุด [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 กรอบหุ้ม IP20 [กก.] | 4.7 | 4.7 | 4.8 | 4.8 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 6.6 | 6.6 |
| | กรอบหุ้ม IP55 | 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 มีแค่เพียงโหลดเกินสูง 160%



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

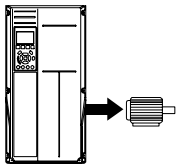
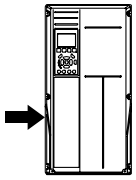
| FC 301/FC 302 | | P11K | | P15K | | P18K | | P22K | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| โหลดสูง/ปกติ* | | HO | NO | HO | NO | HO | NO | HO | NO |
| | เอาท์พุทเพลาทั่วไป [kW] | 11 | 15 | 15 | 18.5 | 18.5 | 22.0 | 22.0 | 30.0 |
| | กรอบหุ้ม IP21 | B1 | | B1 | | B2 | | B2 | |
| | กรอบหุ้ม IP55 | 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 |
| | น้ำหนัก กรอบหุ้ม IP21, IP 55 [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



MG.33.B8.9A - VLT® เป็นเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนของ Danfoss

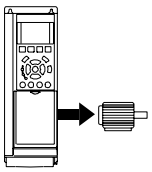
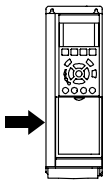
**แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 380 - 500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)**

| 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 |
| | กรอบหุ้ม IP21 | C1 | | C1 | | C1 | | C2 | | C2 | |
| | กรอบหุ้ม IP55 | 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] | | | | | | | | | | |
| | ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่องสูงสุด [A] [1] | 100 | | 125 | | 160 | | 250 | | 250 | |
| | ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4] | 570 | 698 | 697 | 843 | 891 | 1083 | 1022 | 1384 | 1232 | 1474 |
| | น้ำหนักกรอบหุ้ม IP21, IP 55 [กก.] | 45 | | 45 | | 45 | | 65 | | 65 | |
| | ประสิทธิภาพ[4] | 0.983 | | 0.983 | | 0.982 | | 0.983 | | 0.985 | |

*โหลดเกินสูง = 160% ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที และโหลดเกินปกติ = 110% ของแรงบิดในช่วง 60 วินาที

## ข้อมูลทางไฟฟ้า

**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 |
| | เป็นจังหวะ (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 |
| | เป็นจังหวะ (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 (ไฟหลัก, มอเตอร์, เบรค) [AWG] [2] [มม$^2$] | | | 24 - 10 AWG 0.2 - 4 mm$^2$ | | | - | | 24 - 10 AWG 0.2 - 4 mm$^2$ | |
| **กระแสอินพุทสูงสุด** | | | | | | | | | | |
|  | ต่อเนื่อง (3 x 525-600 V) [A] | 1.7 | 2.4 | 2.7 | 4.1 | 5.2 | - | 5.8 | 8.6 | 10.4 |
| | เป็นจังหวะ (3 x 525-600 V) [A] | 2.7 | 3.8 | 4.3 | 6.6 | 8.3 | - | 9.3 | 13.8 | 16.6 |
| | ฟิวส์ก่อนเข้าเครื่อง[1]สูงสุด [A] | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | - | 20 | 32 | 32 |
| | สภาพแวดล้อม | | | | | | | | | |
| | ค่าประเมินของกำลังสูญเสียที่โหลดสูงสุดที่พิกัด [W] [4] | 35 | 50 | 65 | 92 | 122 | - | 145 | 195 | 261 |
| | กรอบหุ้ม IP 20 | | | | | | | | | |
| | น้ำหนักกรอบหุ้ม 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 |

1) สำหรับประเภทฟิวส์ ดูที่หัวข้อ *ฟิวส์*

2) เกจลวดอเมริกัน

3) วัดโดยใช้สายเคเบิลมอเตอร์ 5 ม. แบบมีชีลที่โหลดที่พิกัดและความถี่ที่พิกัด

4) กำลังสูญเสียทั่วไปคือที่สภาวะโหลดพิกัด และคาดว่าจะอยู่ภายในช่วง +/-15% (ความทนทานสัมพันธ์กับแรงดันและสภาพสายเคเบิลที่ต่างกัน)
ค่าต่างๆ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพมอเตอร์ทั่วไป (เส้นกรอบ eff2/eff3) มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่ายังจะเพิ่มการสูญเสียกำลังในตัวแปลงความถี่และด้านตรงข้ามด้วย
หากความถี่การสวิตช์ชิ่งถูกเพิ่มขึ้นจากระดับปกติกำลังสูญเสียอาจจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก
การใช้พลังงานของ LCP และการ์ดควบคุมทั่วไปจะรวมไว้ด้วย อุปกรณ์เสริมเพิ่มเติมและโหลดของลูกค้าอาจเพิ่มถึง 30W ในการสูญเสียนี้ (แม้ว่าโดยทั่วไปจะเพียง 4W เพิ่มเติมสำหรับการ์ดควบคุมโหลดเต็มกำลัง หรืออุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต A หรือสล็อต B แต่ละสล็อต)
แม้ว่าจะทำการวัดจากอุปกรณ์ชั้นเลิศก็ตาม แต่ต้องเผื่อระดับความไม่แม่นยำของการวัดไว้ที่ (+/-5%)

## 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: 525-600 V ±10% |
| ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ | 50/60 Hz |
| ความไม่สมดุลสูงสุดชั่วคราวระหว่างเฟสแหล่งจ่ายไฟ | 3.0 % ของแรงดันไฟฟ้าพิกัดของแหล่งจ่าย |
| ตัวประกอบกำลังจริง (λ) | ≥ 0.9 ค่าที่ระบุที่โหลดพิกัด |
| ตัวประกอบกำลังการแทนที่ (cos ϕ) เข้าใกล้หนึ่ง | (> 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 RMS แอมแปร์แบบสมมาตร แรงดันสูงสุด 240/500/600 V*

| เอาท์พุทมอเตอร์ (U, V, W): | |
|---|---|
| แรงดันเอาท์พุท | 0 - 100% ของแรงดันแหล่งจ่ายไฟ |
| ความถี่เอาท์พุท | FC 301:0.2 - 1000 Hz / FC 302:0-1000 Hz |
| การเปิดปิดของเอาท์พุท | ไม่จำกัด |
| เวลาที่ใช้เปลี่ยนความเร็ว | 0.01 - 3600 วินาที |

| คุณลักษณะแรงบิด | |
|---|---|
| แรงบิดเริ่มต้น (แรงบิดคงที่) | สูงสุด 160% เป็นเวลา 60 วินาที* |
| แรงบิดเริ่มต้น | สูงสุด 180% สูงถึง 0.5 วินาที* |
| แรงบิดโอเวอร์โหลด (แรงบิดคงที่) | สูงสุด 160% เป็นเวลา 60 วินาที* |
| แรงบิดเริ่มต้น (แรงบิดผันแปร) | สูงสุด 110% เป็นเวลา 60 วินาที* |
| แรงบิดโอเวอร์โหลด (แรงบิดผันแปร) | สูงสุด 110% เป็นเวลา 60 วินาที |

**เปอร์เซ็นต์เทียบกับแรงบิดที่ระบุของ FC 300*

| ความยาวและขนาดหน้าตัดของสายเคเบิล: | |
|---|---|
| ความยาวสายเคเบิลมอเตอร์สูงสุด แบบชีล | FC 301: 50 ม./FC 301 (กรอบหุ้มA1): 25 ม./FC 302: 150 ม. |
| ความยาวสายเคเบิลมอเตอร์สูงสุดแบบไม่มีชีล/ไม่มีปลอกโลหะ | FC 301: 75 ม./FC 301 (กรอบหุ้มA1): 50 ม./FC 302: 300 ม. |
| ขนาดหน้าตัดสูงสุดของสายเคเบิลสำหรับมอเตอร์, แหล่งจ่ายไฟหลัก, การแบ่งโหลด และเบรค (ดูในหัวข้อข้อมูลทางไฟฟ้าในคู่มือการออกแบบ FC 300 MG.33.BX.YY สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม), (0.25 kW - 7.5 kW) | 4 มม.$^2$/10 AWG |
| ขนาดหน้าตัดสูงสุดของเคเบิลสำหรับมอเตอร์, ไฟสายหลัก, การแบ่งโหลด และการเบรค (ดูหัวข้อ Electrical Data (ข้อมูลทางไฟฟ้า) ใน FC 300 Design Guide MG.33.BX.YY (คู่มือการออกแบบ FC 300 MG.33.BX.YY) สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม), (11-15 kW) | 16 มม. $^2$/6 AWG |
| ขนาดหน้าตัดสูงสุดของเคเบิลสำหรับมอเตอร์, ไฟสายหลัก, การแบ่งโหลด และการเบรค (ดูหัวข้อ Electrical Data (ข้อมูลทางไฟฟ้า) ใน FC 300 Design Guide MG.33.BX.YY (คู่มือการออกแบบ FC 300 MG.33.BX.YY) สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม), (18.5-22 kW) | 35 มม.$^2$/2 AWG |
| ขนาดหน้าตัดสูงสุดสำหรับขั้วต่อสายควบคุม ซึ่งเป็นสายอ่อน/สายแข็งโดยไม่มีหางปลา | 1.5 มม.$^2$/16 AWG |
| ขนาดหน้าตัดสูงสุดสำหรับขั้วต่อสายควบคุม ซึ่งเป็นสายอ่อน/สายแข็งพร้อมหางปลา | 1 มม.$^2$/18 AWG |
| ขนาดหน้าตัดสูงสุดสำหรับขั้วต่อสายควบคุม ซึ่งเป็นสายอ่อน/สายแข็งพร้อมหางปลาและปลอกหุ้ม | 0.5 มม.$^2$/20 AWG |
| ขนาดหน้าตัดต่ำสุดสำหรับขั้วต่อสายควบคุม | 0.25 มม.$^2$/24 AWG |

การป้องกันและคุณสมบัติ:

- การป้องกันมอเตอร์ จากการเกิดความร้อนสะสมสูงเนื่องจากโหลดเกิน ด้วยการคำนวณแบบอิเล็กทรอนิก

## ข้อมูลทางไฟฟ้า

- การตรวจดูอุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อน ทำให้มั่นใจได้ว่าตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานเมื่ออุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 95 ฐC ฑ 5 ฐC อุณหภูมิที่โหลดเกินจะไม่สามารถถูกรีเซ็ตได้จนกว่าอุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อนจะต่ำกว่า 70 ฐC ฑ 5 ฐC (คำแนะนำ - อุณหภูมิเหล่านี้อาจแตกต่างไปตามแต่ขนาดกำลังไฟ, กรอบหุ้ม ฯลฯ)
- ตัวแปลงความถี่มีการป้องกันจากการลัดวงจรบนขั้วต่อมอเตอร์ U, V, W
- หากเฟสหลักขาดหายไป ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานหรือส่งค่าเตือน (ขึ้นอยู่กับโหลด)
- การตรวจดูแลแรงดันไฟฟ้าของวงจรขั้นกลาง ทำให้มั่นใจว่าตัวแปลงความถี่นี้จะตัดการทำงาน ถ้าแรงดันของวงจรต่ำหรือสูงเกินไป
- ตัวแปลงความถี่ตรวจสอบระดับที่รุนแรงของอุณหภูมิภายใน กระแสโหลด แรงดันสูงในวงจรขั้นกลาง และความเร็วมอเตอร์ต่ำ เพื่อเป็นการตอบรับระดับที่รุนแรง ตัวแปลงความถี่สามารถปรับความถี่การสวิตช์ และ/หรือ เปลี่ยนรูปแบบการสวิตช์เพื่อความมั่นใจในสมรรถนะของชุดขับเคลื่อน

| อินพุทดิจิทัล: | |
|---|---|
| อินพุทดิจิตัลที่สามารถตั้งโปรแกรมได้ | 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 โลจิก '0' PNP | < 5 V DC |
| ระดับแรงดันไฟฟ้า โลจิก '1' PNP | > 10 V DC |
| ระดับแรงดันไฟฟ้า โลจิก '0' NPN[2)] | > 19 V DC |
| ระดับแรงดันไฟฟ้า โลจิก '1' NPN[2)] | < 14 V DC |
| แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่อินพุท | 28 V DC |
| ความต้านทานอินพุท $R_i$ | ประมาณ 4 kฺ |

| ขั้วต่อ 37 หยุดแบบปลอดภัย [3)] (ขั้วต่อ 37 คือโลจิก PNP ถาวร) | |
|---|---|
| ระดับแรงดันไฟฟ้า | 0 - 24 V DC |
| ระดับแรงดันไฟฟ้า โลจิก'0' PNP | < 4 V DC |
| ระดับแรงดันไฟฟ้า โลจิก'1' PNP | > 20 V DC |
| กระแสอินพุทที่ระบุที่ 24 V | 50 mA rms |
| กระแสอินพุทที่ระบุที่ 20 V | 80 mA rms |
| ตัวเก็บประจุอินพุท | 400 nF |

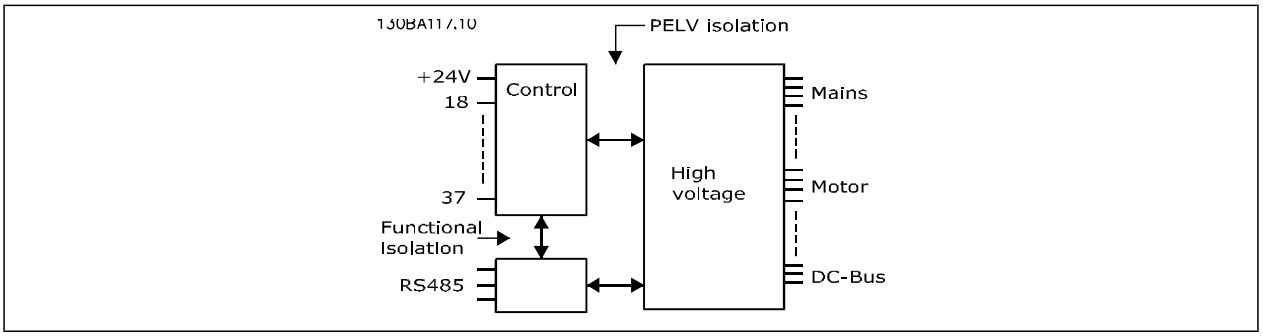
*อินพุทดิจิตัลทั้งหมดถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ*
*1) ขั้วต่อ 27 และ 29 ยังสามารถตั้งโปรแกรมเป็นเอาท์พุทได้*
*2) ยกเว้นอินพุทการหยุดแบบปลอดภัย ขั้วต่อ 37*
*3) ขั้วต่อ 37 มีเฉพาะใน FC 302 และ FC 301 A1 กับการหยุดแบบปลอดภัย สามารถใช้เป็นอินพุทการหยุดแบบปลอดภัยเท่านั้น 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 และฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัยได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่จำเป็นของ EN 60204-1, EN 50178, EN 61800-3 และ EN 954-1*

| 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 |

## ข้อมูลทางไฟฟ้า

| | |
|---|---|
| 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[3], 33[1] / 32[2], 33[2] [3] |
| ความถี่สูงสุดที่ขั้วต่อ 29, 32, 33[3] | 110 kHz (ขับด้วย Push-pull) |
| ความถี่สูงสุดที่ขั้วต่อ 29, 32, 33[3] | 5 kHz (คอลเลคเตอร์เปิด) |
| ความถี่ต่ำสุดที่ขั้วต่อ 29, 32, 33[3] | 4 Hz |
| ระดับแรงดันไฟฟ้า | ดูส่วนที่เกี่ยวกับอินพุทดิจิตัล |
| แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่อินพุท | 28 V DC |
| ความต้านทานอินพุท, $R_i$ | ประมาณ 4 KΩ |
| ความแม่นยำของอินพุทแบบพัลส์ (0.1 - 1 kHz) | ความผิดพลาดสูงสุด: 0.1% ของค่าเต็มสเกล |
| ความแม่นยำของอินพุทเอ็นโคดเดอร์ (1 -110 kHz) | ความผิดพลาดสูงสุด: 0.05 % ของค่าเต็มสเกล |

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

เอาท์พุทอนาล็อก:

| | |
|---|---|
| จำนวนเอาท์พุทอนาล็อกที่โปรแกรมได้ | 1 |
| หมายเลขขั้วต่อ | 42 |
| ช่วงกระแสของเอาท์พุทอนาล็อก | 0/4 - 20 mA |
| ลงดินสูงสุด - เอ้าท์พุทอนาล็อก | 500 Ω |
| ความแม่นยำของเอาท์พุทอนาล็อก | ความผิดพลาดสูงสุด: 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)*

เอาท์พุทดิจิทัล:

| | |
|---|---|
| เอาต์พุตดิจิทัล/พัลส์ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้ | 2 |

## ข้อมูลทางไฟฟ้า

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

*1) ขั้วต่อ 27 และ 29 ยังสามารถตั้งโปรแกรมเป็นอินพุทได้*
*2) ขั้วต่อ 29: Only FC 302.*

*เอาท์พุทดิจิตัลถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (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 ฑ0.5 V |
| โหลดสูงสุด | 20.0 mA |

*แหล่งจ่ายไฟ DC 10 V ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ*

คุณลักษณะการควบคุม:

| | |
|---|---|
| ความละเอียดในการจำแนกของความถี่เอาท์พุทที่ 0 - 1000 Hz | FC 301: +/- 0.013 Hz / FC 302: +/- 0.003 Hz |

## ข้อมูลทางไฟฟ้า

| | |
|---|---|
| ความแม่นยำแบบทำซ้ำของ *การสตาร์ท/หยุดอย่างแม่นยำ* (ขั้วต่อ 18, 19) | FC 301: ≤฿ 1ms / FC 302: ≤฿ 0.1 msec |
| เวลาตอบสนองของระบบ (ขั้วต่อ 18, 19, 27, 29, 32, 33) | FC 301: ≤ 10 mS / FC 302: ≤ 2 ms |
| ช่วงควบคุมความเร็ว (วงรอบเปิด) | 1:100 ของความเร็วซิงโครนัส |
| ช่วงควบคุมความเร็ว (วงรอบปิด) | 1:1000 ของความเร็วซิงโครนัส |
| ความแม่นยำของความเร็ว (วงรอบเปิด) | 30 - 4000 rpm: ความผิดพลาด ฿ 8 rpm |
| ความแม่นยำของความเร็ว (วงรอบปิด) ขึ้นยู่กับอุปกรณ์การป้อนกลับที่มีความละเอียดสูง | 0 - 6000 rpm: ความผิดพลาด ฿ 0.15 rpm |

*คุณลักษณะการควบคุมทั้งหมดอ้างอิงกับมอเตอร์อะซิงโครนัส 4 ขั้ว*

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) | สูงสุด 50 °C (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงสุด 45 °C) |
| 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 |

*การเชื่อมต่อกับพีซีดำเนินการโดยผ่านทางสายเคเบิล USB แม่ข่าย/อุปกรณ์มาตรฐาน*
*การเชื่อมต่อ USB ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ*
*การเชื่อมต่อกราวด์ USB ไม่ได้ ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากสายดินป้องกัน ให้ใช้แลปท็อปแบบไอโซเลตเพื่อเป็นการเชื่อมต่อพีซีเข้ากับคอนเนคเตอร์ USB บนชุดขับ FC 300*

### 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 ($\eta_{MOTOR}$)**

ประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับตัวแปลงความถี่ขึ้นอยู่กับระดับของการทำแม่เหล็ก โดยทั่วไป ประสิทธิภาพจะดีเท่ากับการทำงานกับแหล่งจ่ายไฟหลัก 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 ($\eta_{SYSTEM}$)**

ในการคำนวณประสิทธิภาพระบบ ประสิทธิภาพของรุ่น FC 300 ($\eta_{VLT}$) จะถูกคูณด้วยประสิทธิภาพของมอเตอร์ ($\eta_{MOTOR}$):

$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

## ☐ เสียงรบกวน

การแทรกแซงแบบเสียงรบกวนของตัวแปลงความถี่มาจากสามแหล่งคือ:

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

ค่าทั่วไปที่วัดได้ในระยะ 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) |

## ☐ แรงดันค่ายอดของมอเตอร์

เมื่อทรานซิสเตอร์ในบริดจ์อินเวอร์เตอร์สวิทช์ แรงดันของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน dV/dt โดยขึ้นอยู่กับ:

- สายเคเบิลของมอเตอร์ (ประเภท ขนาดหน้าตัด ความยาว มีชีลหรือไม่มีชีล)
- ความเหนี่ยวนำ

การเหนี่ยวนำตามธรรมชาติเป็นสาเหตุให้เกิดค่าโอเวอร์ชูต $U_{PEAK}$ ในแรงดันมอเตอร์ ก่อนที่จะสามารถเสถียรได้เองที่ระดับที่อิงตามแรงดันในวงจรขั้นกลาง เวลาไต่ถึงค่ายอดและแรงดันค่ายอด $U_{PEAK}$ จะส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์ หากแรงดันค่ายอดสูงเกินไป โดยเฉพาะมอเตอร์ที่ไม่มีฉนวนของขดลวดเฟสจะได้รับผลกระทบ หากสายเคเบิลมอเตอร์สั้น (ไม่กี่เมตร) เวลาไต่ถึงค่ายอดและแรงดันค่ายอดจะลดลง
หากสายเคเบิลมอเตอร์ยาวเกินไป (100 เมตร) เวลาไต่ถึงค่ายอดและแรงดันค่ายอดจะเพิ่มขึ้น

ในมอเตอร์ที่ไม่มีกระดาษฉนวนระหว่างเฟส หรือการเสริมฉนวนอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับทำงานกับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (เช่น ตัวแปลงความถี่) ให้ติดตั้งตัวกรอง du/dt หรือตัวกรองคลื่นไซน์ที่เอาท์พุทของ FC 100

# เงื่อนไขพิเศษ

## วัตถุประสงค์ของการลดค่าพิกัด

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

## การลดพิกัดอุณหภูมิแวดล้อม

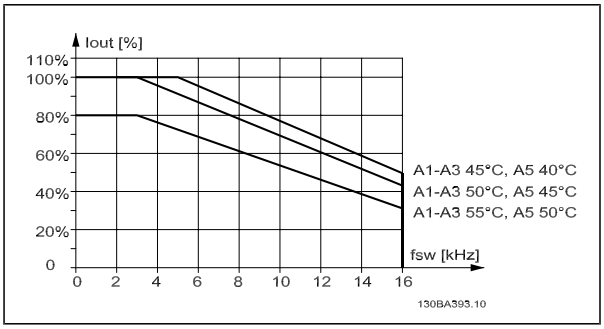
อุณหภูมิเฉลี่ย ($T_{AMB, AVG}$) ที่ถูกวัดมากกว่า 24 ชั่วโมงจะต้องต่ำกว่าอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดที่อนุญาต 5 °C เป็นอย่างน้อย ($T_{AMB,MAX}$)

หากตัวแปลงความถี่ทำงานที่อุณหภูมิแวดล้อมสูง ควรลดกระแสเอาท์พุทที่ต่อเนื่องลง

การลดพิกัดขึ้นอยู่กับรูปแบบของการสลับ ซึ่งสามารถตั้งค่าให้เป็น 60 PWM หรือ SFAVM ในพารามิเตอร์ 14-00

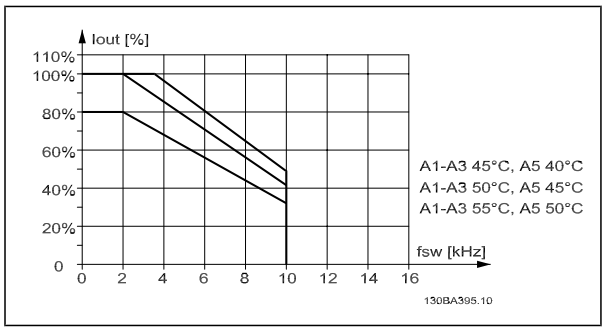
**กรอบหุ้ม**

### 60 PWM - Pulse Width Modulation



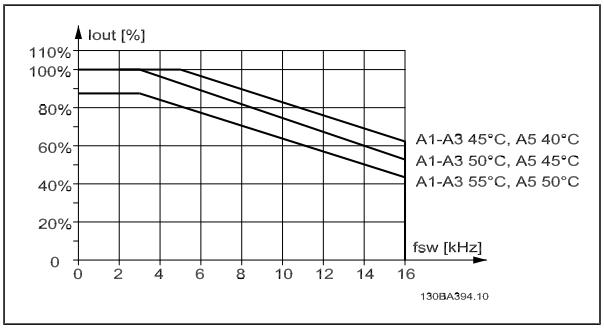

การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ สำหรับกรอบหุ้ม A โดยการใช้ 60 PWM

### SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation

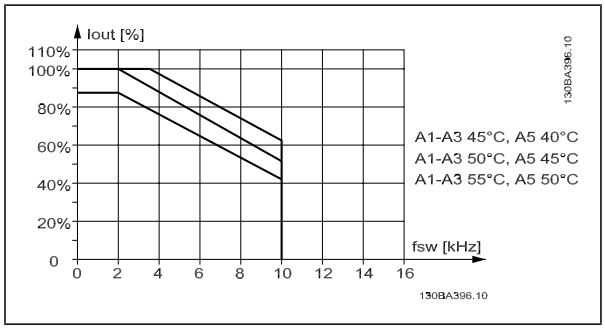



การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ สำหรับกรอบหุ้ม A โดยการใช้ SFAVM

ในกรอบหุ้ม A ความยาวของสายเคเบิลของมอเตอร์มีผลกระทบสูงที่สัมพันธ์กับการลดพิกัดที่แนะนำ ดังนั้นการลดพิกัดที่แนะนำได้แสดงไว้สำหรับการใช้สายเคเบิลที่ยาวสูงสุด 10 เมตร




การลดพิกัดของ $I_{1out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ สำหรับกรอบหุ้ม A โดยการใช้ 60 PWM และสายเคเบิลยาวไม่เกิน 10 ม.

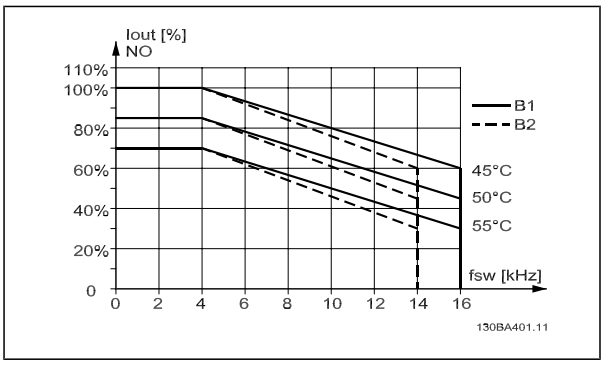



การลดพิกัดของ $I_{1out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ สำหรับกรอบหุ้ม A โดยการใช้ SFAVM และสายเคเบิลยาวไม่เกิน 10 ม.

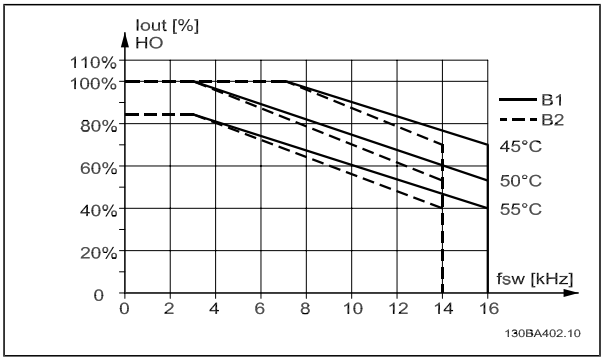
**กรอบหุ้ม B**

สำหรับกรอบหุ้ม B และ C การลดพิกัดจะขึ้นอยู่กับโหมดโหลดเกินที่ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 1-04

### 60 PWM - Pulse Width Modulation

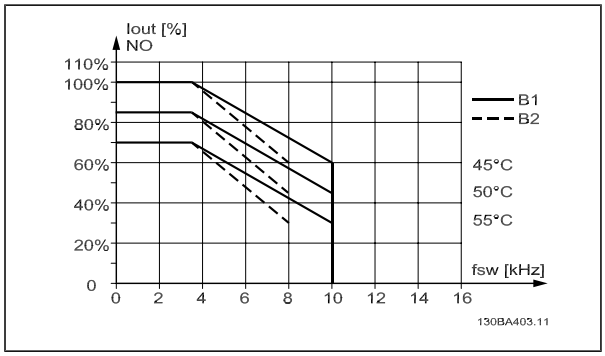



การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$สำหรับกรอบหุ้ม B โดยการใช้ 60 PWM และสายเคเบิลยาวไม่เกิน 10 ม.

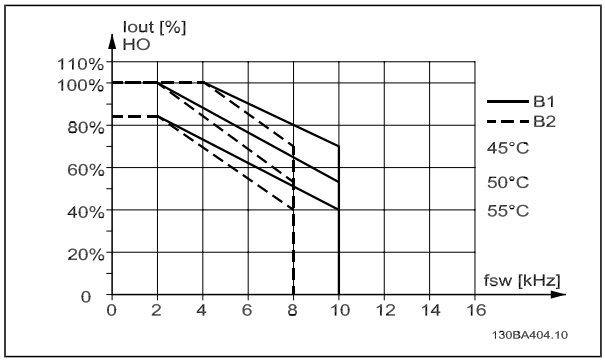



การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ ที่แตกต่างสำหรับกรอบหุ้ม B โดยการใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)

### SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation



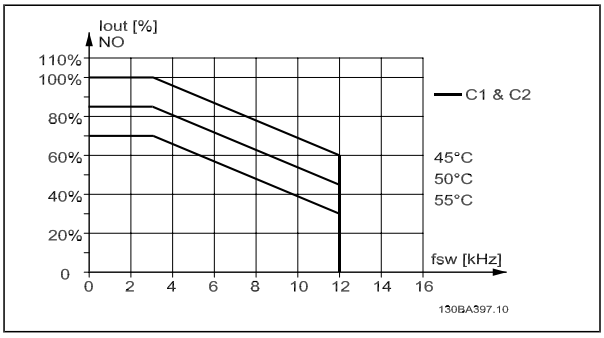

การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ สำหรับกรอบหุ้ม B โดยการใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ(110%เหนือกว่าแรงบิด)




การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ ที่แตกต่างสำหรับกรอบหุ้ม B โดยการใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160%เหนือแรงบิด)

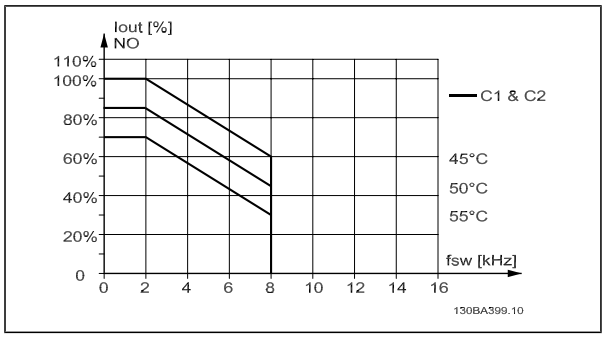
**กรอบหุ้ม C**

### 60 PWM - Pulse Width Modulation

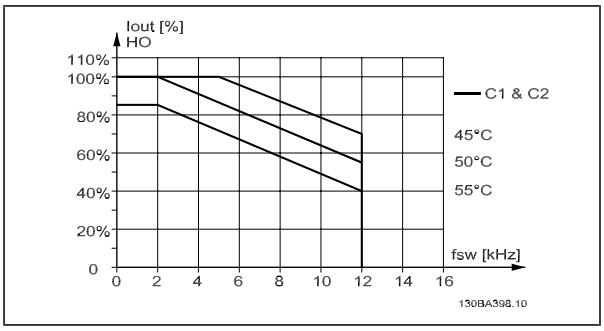



การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ สำหรับกรอบหุ้ม C โดยการใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดปกติ (110% เหนือกว่าแรงบิด)

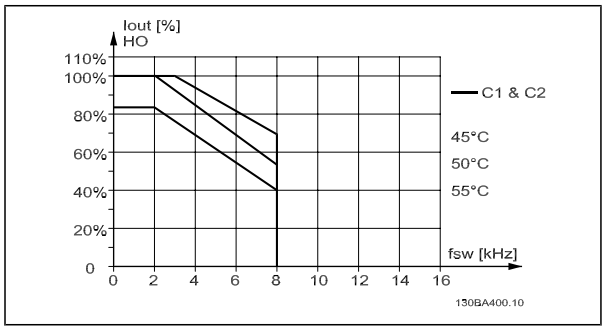
### SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation




การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ สำหรับกรอบหุ้ม C โดยการใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดปกติ(110%เหนือกว่าแรงบิด)




การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ ที่แตกต่างสำหรับกรอบหุ้ม C โดยการใช้ 60 PWM ในโหมดแรงบิดสูง (160% เหนือแรงบิด)

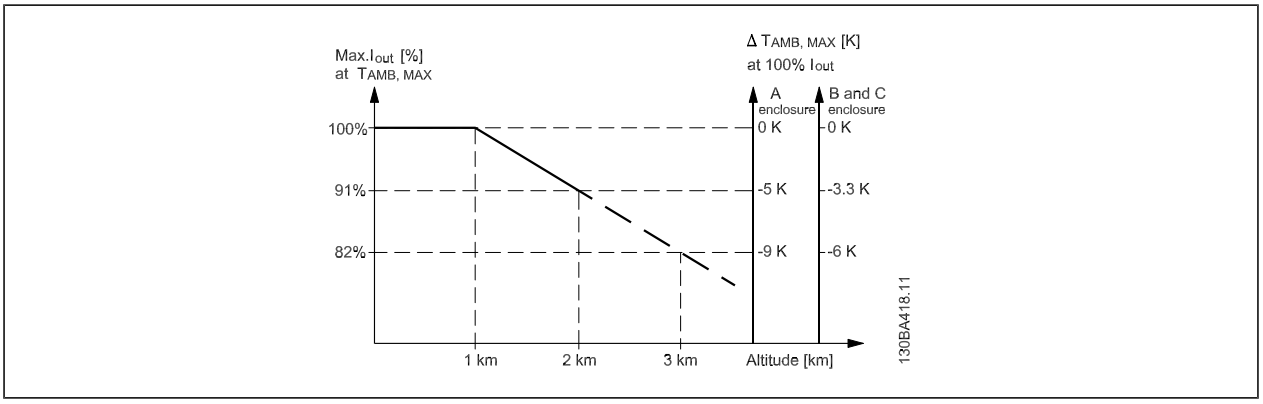



การลดพิกัดของ $I_{out}$ สำหรับอุณหภูมิ $T_{AMB,MAX}$ ที่แตกต่างสำหรับกรอบหุ้ม C โดยการใช้ SFAVM ในโหมดแรงบิดสูง (160%เหนือแรงบิด)

### การลดพิกัดสำหรับแรงดันอากาศต่ำ

ความสามารถในการระบายความร้อนของอากาศจะลดลงเมื่อความดันอากาศต่ำ

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




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

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

### การลดพิกัดสำหรับการรันที่ความเร็วต่ำ

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

ทางเลือกที่จะลดระดับของภาระของมอเตอร์โดยการเลือกมอเตอร์ให้ใหญ่ขึ้น อย่างไรก็ตาม การออกแบบของตัวแปลงความถี่จะกำหนดขีดจำกัดของขนาดมอเตอร์

### การลดพิกัดสำหรับการติดตั้งสายเคเบิลมอเตอร์แบบยาวหรือสายเคเบิลที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่ขึ้น

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

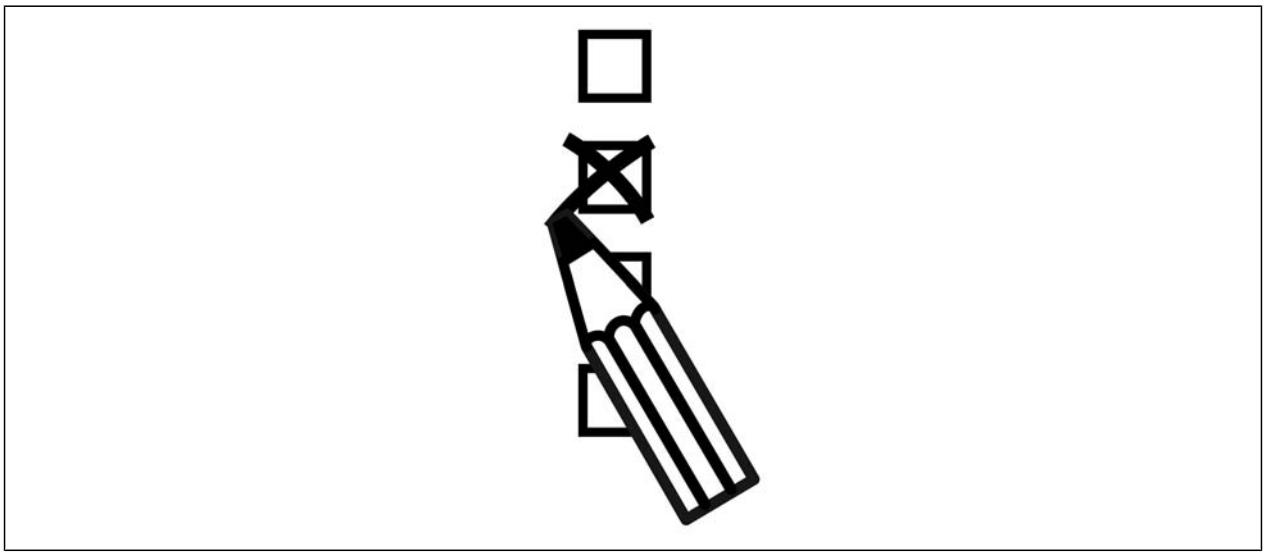
ตัวแปลงความถี่นี้ได้รับการออกแบบให้ทำงานโดยใช้สายเคเบิลมอเตอร์ที่มีขนาดหน้าตัดค่าพิกัด หากใช้สายเคเบิลที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่ขึ้น ให้ลดกระแสเอาท์พุทลง 5% สำหรับทุกขั้นการเพิ่มของขนาดหน้าตัด
(ขนาดหน้าตัดที่เพิ่มขึ้นของสายเคเบิลจะทำให้เกิดความเป็นตัวเก็บประจุรั่วไหลลงดินที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีกระแสรั่วไหลลงดินเพิ่มขึ้น)

## ข้อมูลทางไฟฟ้า

**การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันสมรรถนะ**

ตัวแปลงความถี่จะตรวจสอบระดับความรุนแรงของอุณหภูมิภายใน กระแสโหลด แรงดันสูงบนวงจรและความเร็วมอเตอร์ต่ำอยู่เสมอ สำหรับการตอบสนองต่อระดับที่รุนแรง ตัวแปลงความถี่สามารถปรับการสลับความถี่ และ/หรือเปลี่ยนรูปแบบการสลับเพื่อที่จะประกันสมรรถนะของชุดขับได้

# วิธีการสั่งซื้อ



### การกำหนดรูปแบบชุดขับเคลื่อน

สามารถออกแบบตัวแปลงความถี่ FC 300 ตามความต้องการประยุกต์ใช้งานได้ โดยใช้ระบบตัวเลขการสั่งซื้อ

สำหรับรุ่น FC 300 คุณสามารถสั่งซื้อชุดขับเคลื่อนมาตรฐานและชุดขับเคลื่อนพร้อมกับผสานอุปกรณ์เสริม โดยส่งข้อความรหัสประเภทที่อธิบายถึงผลิตภัณฑ์ไปให้ฝ่ายขายของ Danfoss ในประเทศของคุณ ดังนี้:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

ความหมายของตัวอักษรในข้อความนี้สามารถดูได้จากหน้าที่ระบุหมายเลขการสั่งซื้อในบท *วิธีเลือก VLT ของคุณ* ในตัวอย่างข้างต้น Profibus DP V1 และอุปกรณ์เสริมไฟสำรอง 24 V ถูกรวมไว้ในชุดขับเคลื่อน

หมายเลขการสั่งซื้อ สำหรับอุปกรณ์ที่ต่างแบบจาก FC 300 มาตรฐาน สามารถดูได้จากบท *วิธีเลือก VLT ของคุณ*

จากตัวกำหนดรูปแบบชุดขับเคลื่อนที่ใช้ทางอินเทอร์เน็ต ที่เรียกว่าเครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับเคลื่อน (Drive Configurator) คุณสามารถกำหนดรูปแบบชุดขับเคลื่อนที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานที่เหมาะสม และสร้างข้อความรหัสประเภทขึ้น เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับเคลื่อนจะสร้างหมายเลขการขาย 8 หลัก เพื่อนำส่งให้กับสำนักงานขายในพื้นที่ของคุณ
นอกจากนี้ คุณสามารถสร้างรายการโปรเจ็กต์ที่รวมผลิตภัณฑ์หลายๆ แบบ และส่งให้กับตัวแทนขายของ Danfoss

เครื่องมือกำหนดรูปแบบชุดขับเคลื่อน สามารถดูได้จากไซต์ทางอินเทอร์เน็ตที่: www.danfoss.com/drives

### รหัสประเภทแบบฟอร์มการสั่งซื้อ

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

130BA052.14

## วิธีการสั่งซื้อ

| | |
|---|---|
| กลุ่มผลิตภัณฑ์ | 1-3 |
| VLT ซีรีส์ | 4-6 |
| พิกัดกำลัง | 8-10 |
| เฟส | 11 |
| แรงดันหลัก | 12 |
| กรอบหุ้ม | 14-15 |
| ประเภทกรอบหุ้ม | |
| ชั้นกรอบหุ้ม | |
| แรงดันแหล่งจ่ายไฟควบคุม | |
| การกำหนดรูปแบบฮาร์ดแวร์ | |
| ตัวกรอง RFI | 16-17 |
| เบรค | 18 |
| จอแสดงผล (LCP) | 19 |
| การเคลือบ PCB | 20 |
| อุปกรณ์เสริมชุดหลัก | 21 |
| การปรับให้เหมาะสม A | 22 |
| การปรับให้เหมาะสม B | 23 |
| รีลิสของซอฟต์แวร์e | 24-27 |
| ภาษาของซอฟต์แวร์ | 28 |
| อุปกรณ์เสริม A | 29-30 |
| อุปกรณ์เสริม B | 31-32 |
| อุปกรณ์เสริม C0, MCO | 33-34 |
| อุปกรณ์เสริม C1 | 35 |
| ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริม C | 36-37 |
| อุปกรณ์เสริม D | 38-39 |

| คำอธิบาย | ตำแหน่ง | ทางเลือกที่เป็นไปได้ |
|---|---|---|
| กลุ่มผลิตภัณฑ์ | 1-3 | FC 30x |
| ซีรีส์ของชุดขับ | 4-6 | FC 301<br>FC 302 |
| พิกัดกำลัง | 8-10 | 0.25-75 kW |
| เฟส | 11 | สามเฟส (T) |
| แรงดันหลัก | 11-12 | T 2: 200-240 V AC<br>T 4: 380-480 V AC<br>T 5: 380-500 V AC<br>T 6: 525-600 V AC |
| กรอบหุ้ม | 14-15 | E20: IP20<br>E21: IP 21/NEMA Type 1<br>E55: IP 55/NEMA Type 12<br>Z20: IP 20[1)]<br>Z21: IP 21[1)]<br>E66: IP 66 |
| ตัวกรอง RFI | 16-17 | H1: ตัวกรอง RFI ชั้น A1/B1<br>H2: ไม่มีตัวกรอง RFI ชั้นการสังเกต A2<br>H3: ตัวกรองRFI ชั้น A1/B1[1)]<br>HX ไม่มีตัวกรอง (600 V เท่านั้น) |
| เบรค | 18 | B: รวมตัวสับเบรค<br>X: ไม่รวมตัวสับเบรค<br>T: หยุดแบบปลอดภัยไม่มีเบรค[1)]<br>U: หยุดแบบปลอดภัยตัวสับเบรค[1)] |
| จอแสดงผล | 19 | G: แผงควบคุมหน้าเครื่อง (LCP) แบบกราฟิก<br>N: แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบตัวเลข (LCP)<br>X: ไม่มีแผงควบคุมหน้าเครื่องl |
| การเคลือบ PCB | 20 | C: PCB เคลือบ<br>X ไม่เคลือบ PCB |
| อุปกรณ์เสริมชุดหลัก | 21 | X: ไม่มีอุปกรณ์เสริมชุดหลัก<br>1: ปลดแหล่งจ่ายไฟหลัก<br>D การแบ่งโหลด[2)]<br>8: ปลดแหล่งจ่ายไฟหลักและโหลด<br>การแบ่งโหลด[2)] |
| การปรับให้เหมาะสม | 22 | สำรองไว้ |
| การปรับให้เหมาะสม | 23 | สำรองไว้ |
| รีลิสของซอฟต์แวร์ | 24-27 | ซอฟต์แวร์ทำงานจริง |
| ภาษาของซอฟต์แวร์ | 28 | |
| อุปกรณ์เสริม A | 29-30 | A0: MCA 101 Profibus DP V1<br>A4: MCA 104 DeviceNet<br>A6: MCA 105 CANOpen<br>AX: ไม่มีฟิลด์บัส |
| อุปกรณ์เสริม B | 31-32 | BX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม<br>BK: MCB 101 อุปกรณ์เสริม I/O สำหรับใช้งานทั่วไป<br>BR: MCB 102 อุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์<br>BU: MCB 103 อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์<br>BP: MCB 105 อุปกรณ์เสริมรีเลย์<br>BZ: MCB 108 อินเตอร์เฟซ PLC นิรภัย |
| อุปกรณ์เสริม C0 | 33-34 | CX ไม่มีอุปกรณ์เสริม<br>C4: MCO 305 ตัวควบคุมการเคลื่อนที่ที่โปรแกรมได้ |
| อุปกรณ์เสริม C1 | 35 | |
| ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เสริม C | 36-37 | |
| อุปกรณ์เสริม D | 38-39 | DX: ไม่มีอุปกรณ์เสริม<br>D0: DC สำรอง<br>D0: MCB 107 ส่วนขยาย ไฟสำรอง 24 V |

1): FC 301/A1 กรอบหุ้มเท่านั้น

2): ขนาดกำลัง ≥ 11 kW เท่านั้น

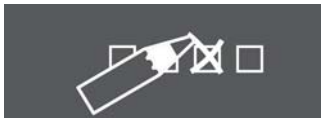
ตัวเลือกและอุปกรณ์เสริมทั้งหมดไม่สามารถใช้ได้สำหรับความแตกต่างของ FC301/FC 302 แต่ละตัว เพื่อตรวจสอบว่าเวอร์ชันที่เหมาะสมมีอยู่ โปรดศึกษาจาก Drive Configurator ทางอินเทอร์เน็ต

# วิธีการสั่งซื้อ

## หมายเลขการสั่งซื้อ: อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

| ประเภท | คำอธิบาย | หมายเลขการสั่งซื้อ | |
|---|---|---|---|
| **ฮาร์ดแวร์เบ็ดเตล็ด** | | | |
| ตัวเชื่อมต่อดีซีลิงค์ | บล็อคขั้วต่อสำหรับการเชื่อมต่อดีซีลิงค์บนกรอบขนาด A2/A3 | 130B1064 | |
| ชุด IP 21/4X top/TYPE 1 | กรอบหุ้ม ขนาดโครง A1: IP21/IP 4X Top/TYPE 1 | 130B | |
| ชุด IP 21/4X top/TYPE 1 | กรอบหุ้ม, ขนาดเฟรม A2: IP21/IP 4X Top/TYPE 1 | 130B1122 | |
| ชุด IP 21/4X top/TYPE 1 | กรอบหุ้ม, ขนาดเฟรม A3: IP21/IP 4X Top/TYPE 1 | 130B1123 | |
| Profibus D-Sub 9 | ชุดคอนเนคเตอร์ย่อย D สำหรับ IP20 ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3 | 130B1112 | |
| แผ่นชิลด์ของ Profibus | ชุดแผ่นชิลด์ของ Profibus สำหรับ IP20 ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3 | 130B0524 | |
| บล็อคขั้วต่อ | สรุปล็อคขั้วต่อสำหรับเปลี่ยนขั้วต่อโหลดแบบสปริง ตัวเชื่อมต่อ 1 pc 10 pin 1 pc 6 pin and 1 pc 3 pin | 130B1116 | |
| แท่นตั้งพื้นสำหรับชุดตัวต้านทานแบบเรียบขนาดเฟรม A2 | | 175U0085 | |
| แท่นตั้งพื้นสำหรับชุดตัวต้านทานแบบเรียบขนาดเฟรม A3 | | 175U0088 | |
| แท่นตั้งพื้นสำหรับชุดตัวต้านทานแบบเรียบ 2 ชุดขนาดเฟรม A2 | | 175U0087 | |
| แท่นตั้งพื้นสำหรับชุดตัวต้านทานแบบเรียบ 2 ชุดขนาดเฟรม A3 | | 175U0086 | |
| **LCP** | | | |
| LCP 101 | แผงควบคุมหน้าเครื่องแบบตัวเลข (NLCP) | 130B1124 | |
| LCP 102 | แผงควบคุมหน้าเครื่อง (LCP) แบบกราฟิก | 130B1107 | |
| สายเคเบิล LCP | สายเคเบิล LCP แยก, 3 ม. | 175Z0929 | |
| ชุด LCP | ชุดคิทติดตั้งแผงควบคุม รวม LCP แบบกราฟิก, ตัวยึด, เคเบิล 3 ม. และตัวซีล (gasket) | 130B1113 | |
| ชุด LCP | ชุดคิทติดตั้งแผงควบคุม รวม LCP แบบตัวเลข, ตัวยึด และตัวซีล (gasket) | 130B1114 | |
| ชุด LCP | ชุดคิทติดตั้งสำหรับแผงควบคุมทุกแบบ รวม ตัวยึด, เคเบิล 3 m และตัวซีล (gasket) | 130B1117 | |
| **อุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต A** | | **ไม่เคลือบ** | **เคลือบ** |
| MCA 101 | อุปกรณ์เสริม Profibus DP V0/V1 | 130B1100 | 130B1200 |
| MCA 104 | อุปกรณ์เสริม DeviceNet | 130B1102 | 130B1202 |
| MCA 105 | CANopen | 130B1103 | 130B1205 |
| **อุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต 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 นิรภัย (คอนเวอร์เตอร์ DC/DC) | 130B1120 | 130B1220 |
| **อุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต C** | | | |
| MCO 305 | ตัวควบคุมการเคลื่อนที่แบบโปรแกรมได้ | 130B1134 | 130B1234 |
| ชุดติดตั้งสำหรับขนาดเฟรม A2 และ A3 | | 130B7530 | - |
| ชุดติดตั้งสำหรับขนาดเฟรม A5 | | 130B7532 | - |
| ชุดติดตั้งสำหรับขนาดเฟรม B และ C | | 130B7533 | - |
| **อุปกรณ์เสริมสำหรับสล็อต D** | | | |
| MCB 107 | ไฟสำรอง 24 V DC | 130B1108 | 130B1208 |
| **อุปกรณ์เสริมภายนอก** | | | |
| IP สำหรับอีเทอร์เน็ต | แม่ข่ายอีเทอร์เน็ต | 175N2584 | - |
| **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 | แผ่นยึดหลังกรอบหุ้ม A5 สำหรับ | 130B1098 | |
| คอนเน็คเตอร์สำหรับ FC 300 Profibus | คอนเน็คเตอร์ของ Profibus 10 ชิ้น | 130B1075 | |
| คอนเน็คเตอร์สำหรับ FC 300 DeviceNet | คอนเน็คเตอร์ของ DeviceNet 10 ชิ้น | 130B1074 | |
| คอนเน็คเตอร์ FC 302 10 ขั้ว | คอนเน็คเตอร์แบบอัดสปริง 10 ขั้ว 10 ชิ้น | 130B1073 | |
| คอนเน็คเตอร์ FC 301 8 ขั้ว | คอนเน็คเตอร์แบบอัดสปริง 8 ขั้ว 10 ชิ้น | 130B1072 | |
| คอนเน็คเตอร์ FC 300 5 ขั้ว | คอนเน็คเตอร์แบบอัดสปริง 5 ขั้ว 10 ชิ้น | 130B1071 | |
| คอนเน็คเตอร์สำหรับ FC 300 RS485 | คอนเน็คเตอร์แบบอัดสปริง 3 ขั้ว 10 ชิ้น สำหรับ RS485 | 130B1070 | |
| คอนเน็คเตอร์ FC 300 3 ขั้ว | คอนเน็คเตอร์แบบอัดสปริง 3 ขั้ว 10 ชิ้น สำหรับรีเลย์ 01 | 130B1069 | |
| คอนเน็คเตอร์ FC 302 3 ขั้ว | คอนเน็คเตอร์แบบอัดสปริง 3 ขั้ว 10 ชิ้น สำหรับรีเลย 02 | 130B1068 | |
| คอนเน็คเตอร์สำหรับ FC 300 แหล่งจ่ายไฟหลัก | คอนเน็คเตอร์ของสายหลัก IP20/21 10 ชิ้น | 130B1067 | |
| คอนเน็คเตอร์สำหรับ FC 300 แหล่งจ่ายไฟหลัก | คอนเน็คเตอร์ของของสายหลัก IP55 10ชิ้น | 130B1066 | |
| คอนเน็คเตอร์ของมอเตอร์สำหรับ FC 300 | คอนเน็คเตอร์ของมอเตอร์ 10 ชิ้น | 130B1065 | |
| คอนเน็คเตอร์สำหรับบัสของเบรกกระแสตรง FC 300 | คอนเน็คเตอร์ เบรก/การแบ่งโหลด 10 ชิ้น | 130B1073 | |
| ถุงใส่อุปกรณ์เสริม A1 | ถุงใส่อุปกรณ์เสริม ขนาดเฟรม A1 | 130B1021 | |
| ถุงใส่อุปกรณ์เสริม A5 | ถุงใส่อุปกรณ์เสริม ขนาดเฟรม A5 (IP55) | 130B1023 | |
| ถุงใส่อุปกรณ์เสริม A2 | ถุงใส่อุปกรณ์เสริม, ขนาดเฟรม A2/A3 | 130B1022 | |
| ถุงใส่อุปกรณ์เสริม B1 | ถุงใส่อุปกรณ์เสริม ขนาดเฟรม B1 | 130B1024 | |
| ถุงใส่อุปกรณ์เสริม B2 | ถุงใส่อุปกรณ์เสริมขนาดเฟรม B2 | 130B1025 | |
| ถุงใส่อุปกรณ์เสริม CO 305 | | 130B7535 | |

สามารถสั่งซื้ออุปกรณ์เสริมเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในจากโรงงานได้ โปรดดูข้อมูลการสั่งซื้อ สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับความเข้ากันได้ของอุปกรณ์เสริมฟิลด์บัสและอุปกรณ์เสริมสำหรับการประยุกต์ใช้งานกับเวอร์ชันของซอฟต์แวร์เก่า โปรดติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ



**หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวต้านทานเบรค**
**สายหลัก 200-240 V**

| | | | FC 301/302 ตัวต้านทานที่เลือก | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | มาตรฐาน IP 20 | | | | | | | อลูมิเนียมที่หุ้ม (Flatpack) 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] สั่งซื้อ 2 ชิ้นเพราะความต้านทานต้องต่อแบบขนานกัน
[b]โหลดสูงสุดด้วยความต้านทานในโปรแกรมมาตรฐานของ Danfoss
[c] $R_{br,nom}$ เป็นค่าความต้านทานปกติ(ที่แนะนำ) ซึ่งประกันว่ากำลังเบรกที่เพลามอเตอร์เท่ากับ 145%/160% สำหรับ 1 นาที

| หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวต้านทานเบรค แหล่งจ่ายไฟฟ้า 380-500 V / 380-480 V | | | FC 301/302 ตัวต้านทานที่เลือก | | | | | | | | | | โหลดแรงบิดสูงสุด[b] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | มาตรฐาน IP 20 | | | | | | | อลูมิเนียมที่หุ้ม (Flatpack) IP65 | | | | |
| | | | 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] สั่งซื้อ 2 ชิ้นเพราะความต้านทานต้องต่อแบบขนานกัน

[b] โหลดสูงสุดด้วยความต้านทานในโปรแกรมมาตรฐานของ Danfoss

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

## วิธีการสั่งซื้อ

### ☐ หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวกรองฮาร์โมนิค

ตัวกรองฮาร์โมนิค ใช้สำหรับการลดฮาร์โมนิคที่สำคัญ

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

| 380-415V, 50Hz | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $I_{AHF,N}$ | มอเตอร์ทั่วไปที่ใช้ [kW] | หมายเลขการสั่งซื้อของ Danfoss | | FC 301/FC 302 |
| | | AHF 005 | AHF 010 | |
| 10 A | 4, 5.5 | 175G6600 | 175G6622 | P4K0, P5K5 |
| 19 A | 7.5 | 175G6601 | 175G6623 | P7K5 |
| 46 A | 11 | 175G6602 | 175G6624 | P11K |
| 35 A | 15, 18.5 | 175G6603 | 175G6625 | P15K, P18K |
| 43 A | 22 | 175G6604 | 175G6626 | P22K |

| 440-480V, 60Hz | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $I_{AHF,N}$ | มอเตอร์ทั่วไปที่ใช้ [HP] | หมายเลขการสั่งซื้อของ Danfoss | | FC 301/FC 302 |
| | | 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 |

| 500V, 50Hz | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $I_{AHF,N}$ | มอเตอร์ทั่วไปที่ใช้ [kW] | หมายเลขการสั่งซื้อของ Danfoss | | FC 301/FC 302 |
| | | AHF 005 | AHF 010 | |
| 10 A | 4, 5.5 | 175G6644 | 175G6656 | P4K0, P5K5 |
| 19 A | 7.5, 11 | 175G6645 | 175G6634 | P7K5, P11K |
| 26 A | 15, 18.5 | 175G6646 | 175G6635 | P15K, P18K |
| 35 A | 22 | 175G6647 | 175G6636 | P22K |

ความสอดคล้องของตัวแปลงความถี่และตัวกรองได้รับการคำนวณล่วงหน้าโดยยึดตามแรงดัน 400V/480V ด้วยโหลดมอเตอร์ทั่วไป (4 ขั้ว) และแรงบิด 160 %

### ☐ หมายเลขการสั่งซื้อ: ชุดตัวกรองคลื่นไซน์, 200-240 VAC

| แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 200 - 240 V | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FC 301/FC 302 | กระแสพิกัด ที่ 200 V | แรงบิดสูงสุด ที่ CT/VT | ความถี่ เอาท์พุทสูงสุด | การสูญกำลัง | หมายเลขการสั่งซื้อ IP00 | หมายเลขการสั่งซื้อ IP20 |
| PK25 - PK37 | 2.5 A | 160% | 120 Hz | 60 W | 130B2404 | 130B2439 |
| PK55 | 4.5 A | 160% | 120 Hz | 70 W | 130B2406 | 130B2441 |
| PK75 - P1K5 | 8 A | 160% | 120 Hz | 80 W | 130B2408 | 130B2443 |
| P2K2 - P3K7 | 17 A | 160% | 120 Hz | 125 W | 130B2411 | 130B2446 |

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
เมื่อใช้ตัวกรองคลื่นไซน์ ความถี่การสวิตช์จะต้องมีค่าต่ำสุด 4.5 kHz (ดูพารามิเตอร์ 14-01)

## วิธีการสั่งซื้อ

### ☐ หมายเลขการสั่งซื้อ: ชุดตัวกรองคลื่นไซน์, 380-500 VAC

| แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 380 - 500 V | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FC 301/FC 302 | กระแสที่พิกัดที่ 380 V | แรงบิดสูงสุดที่ CT/ VT | ความถี่เอาท์พุทสูงสุด | การสูญกำลัง | หมายเลขการสั่งซื้อ IP00 | หมายเลขการสั่งซื้อ IP20 |
| PK37 - PK75 | 2.5 A | 160% | 120 Hz | 60 W | 130B2404 | 130B2439 |
| PP1K1 - P1K5 | 4.5 A | 160% | 120 Hz | 70 W | 130B2406 | 130B2441 |
| P2K2 - P3K0 | 8 A | 160% | 120 Hz | 80 W | 130B2408 | 130B2443 |
| P4K0 | 10A | 160% | 120 Hz | 95 W | 130B2409 | 130B2444 |
| P5K5 - P7K5 | 16 A | 160% | 120 Hz | 125 W | 130B2411 | 130B2446 |
| **แรงบิดโอเวอร์โหลดสูง** | | | | | | |
| P11K | 24 A | 160% | 60 Hz | 150 W | 130B2412 | 130B2447 |
| P15K - P18K | 38 A | 160% | 60 Hz | 180 W | 130B2413 | 130B2448 |
| P22K | 48 A | 160% | 60 Hz | 270 W | 130B2281 | 130B2307 |
| **แรงบิดโอเวอร์โหลดปกติ** | | | | | | |
| P11K - P15K | 38 A | 110% | 60 Hz | 180 W | 130B2413 | 130B2448 |
| P18K | 48 A | 110% | 60 Hz | 270 W | 130B2281 | 130B2307 |
| P22K | 62 A | 110% | 60 Hz | 310 W | 130B2282 | 130B2308 |

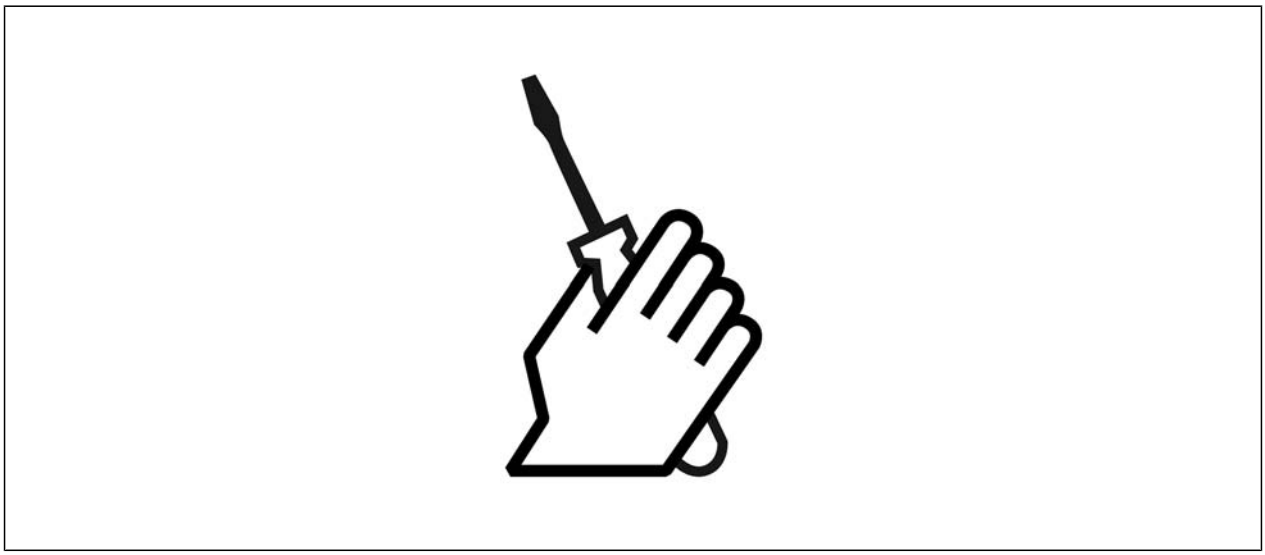
**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
เมื่อใช้ตัวกรองคลื่นไซน์ ความถี่การสวิตช์จะต้องมีค่าต่ำสุด 4.5 kHz (ดูพารามิเตอร์ 14-01)

### ☐ หมายเลขการสั่งซื้อ: ชุดตัวกรองคลื่นไซน์ 525-690 VAC

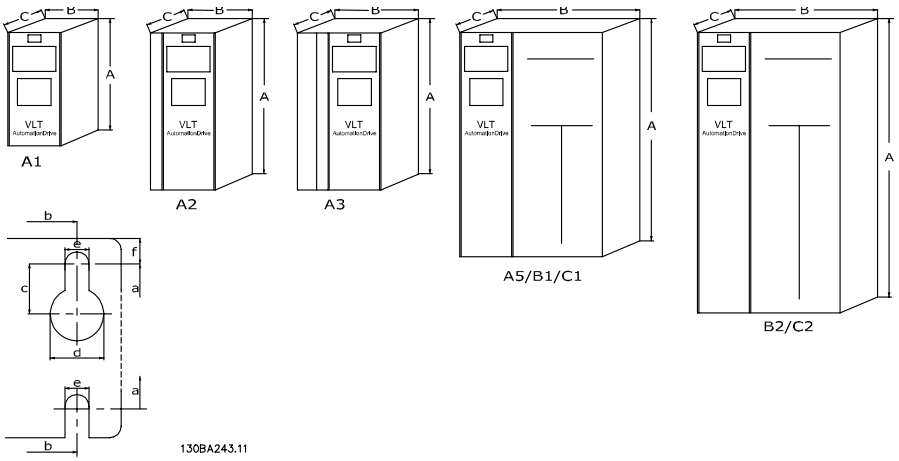
| แหล่งจ่ายไฟหลัก 3 x 525-690 V | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FC 301/FC 302 | กระแสพิกัดที่ 525 V | แรงบิดสูงสุดที่ CT/VT | ความถี่เอาท์พุทสูงสุด | การสูญกำลัง | หมายเลขการสั่งซื้อ IP00 | หมายเลขการสั่งซื้อ IP20 |
| PK75 - P7K5 | 13 A | 160% | 60 Hz | 170 W | 130B2321 | 130B2341 |

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
เมื่อใช้ตัวกรองคลื่นไซน์ ความถี่การสวิตช์จะต้องมีค่าต่ำสุด 4.5 kHz (ดูพารามิเตอร์ 14-01)

# วิธีการติดตั้ง



## ขนาดเชิงกล



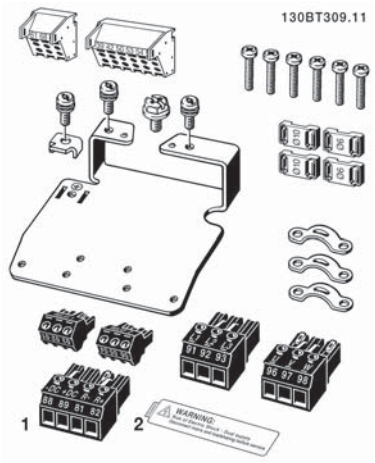

ดูตารางต่อไปนี้สำหรับขนาดกรอบหุ้ม

| ขนาดเชิงกล | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ขนาดเฟรม** | | **A1** | | **A2** | | **A3** | | **A5** | **B1** | **B2** | **C1** | **C2** |
| | | **0.25-1.5 kW (200-240 V) 0.37-1.5 kW (380-480 V)** | | **.25-3 kW (200-240 V) 0.37-4.0 kW (380-480/ 500 V) .75-4 kW (525-600 V)** | | **3.7 kW (200-240 V) 5.5-7.5 kW (380-480/ 500 V) 5.5-7.5 kW (525-600 V)** | | **.25-3.7 kW (200-240 V) 0.37-7.5 kW (380-480/ 500 V) .75-7.5 kW (525-600 V)** | **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<br>NEMA | | 20<br>โครงเครื่อง/ | 21<br>Type 1 | 20<br>โครงเครื่อง/ | 21<br>Type 1 | 20<br>โครงเครื่อง/ | 21<br>Type 1 | 55/66<br>Type 12 | 21/ 55/66<br>Type 1/Type 12 | 21/55/66<br>Type 1/Type 12 | 21/55/66<br>Type 1/Type 12 | 21/55/66<br>Type 1/Type 12 |
| **ความสูง** | | | | | | | | | | | | |
| ความสูงของแผ่นหลัง | A | 200 มม. | | 268 มม. | 375 มม. | 268 มม. | 375 มม. | 420 มม. | 480 มม. | 650 มม. | 680 มม. | 770 มม. |
| ความสูงที่มีแผ่นดีคับปลิง | A | 315.95 | - | 373.79 | - | 373.79 | - | - | - | - | | |
| ระยะห่างระหว่างรูยึด | a | 190 มม. | | 257 มม. | 350 มม. | 257 มม. | 350 มม. | 402 มม. | 454 มม. | 624 มม. | 648 มม. | 739 มม. |
| **ความกว้าง** | | | | | | | | | | | | |
| ความกว้างของแผ่นหลัง | B | 75 มม. | | 90 มม. | 90 มม. | 130 มม. | 130 มม. | 242 มม. | 242 มม. | 242 มม. | 308 มม. | 370 มม. |
| ความกว้างของแผ่นหลังมีตัวเลือก C หนึ่งอัน | B | | | 130 มม. | 130 มม. | 170 มม. | 170 มม. | 242 มม. | 242 มม. | 242 มม. | 308 มม. | 370 มม. |
| ความกว้างของแผ่นหลังมีตัวเลือก C หนึ่งอัน | B | | | 150 มม. | 150 มม. | 190 มม. | 190 มม. | 242 มม. | 242 มม. | 242 มม. | 308 มม. | 370 มม. |
| ระยะห่างระหว่างรูยึด | b | 60 มม. | | 70 มม. | 70 มม. | 110 มม. | 110 มม. | 215 มม. | 210 มม. | 210 มม. | 272 มม. | 334 มม. |
| **ความลึก** | | | | | | | | | | | | |
| ความลึกที่ไม่มีอุปกรณ์เสริม A/B | C | 205 มม. | | 205 มม. | 205 มม. | 205 มม. | 205 มม. | 195 มม. | 260 มม. | 260 มม. | 310 มม. | 335 มม. |
| มีอุปกรณ์เสริม A/B | C | 220 มม. | | 220 มม. | 220 มม. | 220 มม. | 220 มม. | 195 มม. | 260 มม. | 260 มม. | 310 มม. | 335 มม. |
| ไม่มีอุปกรณ์เสริม A/B | D | 207 มม. | | | 207 มม. | | 207 มม. | - | - | - | - | - |
| มีอุปกรณ์เสริม A/B | D | 222 มม. | | | 222 มม. | | 222 มม. | - | - | - | - | - |
| **รูสกรู** | | | | | | | | | | | | |
| | c | 6.0 มม. | | 8.0 มม. | 8.0 มม. | 8.0 มม. | 8.0 มม. | 8.25 มม. | 12 มม. | 12 มม. | 12 มม. | 12 มม. |
| | d | ø8 มม. | | ø11 มม | ø11 มม. | 811 มม. | 811 มม. | 812 มม. | 819 มม. | 819 มม. | ø19 มม. | 819 มม. |
| | e | 85 มม. | | 85.5 มม. | 85.5 มม. | 85.5 มม. | 85.5 มม. | 86.5 มม. | 89 มม. | 89 มม. | 89.8 มม. | 89.8 มม. |
| | f | 5 มม. | | 9 มม. | 9 มม. | 9 มม. | 9 มม. | 9 มม. | 9 มม. | 9 มม. | 17.6 มม. | 18 มม. |
| **น้ำหนักสูงสุด** | | 2.7 kg | | 4.9 kg | 5.3 kg | 6.6 kg | 7.0 kg | 13.5/14.2 kg | 23 kg | 27 kg | 43 kg | 61 kg |

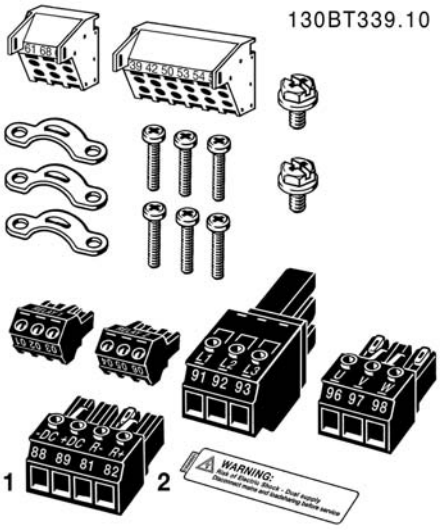
# การติดตั้งทางกลไก

## ถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ

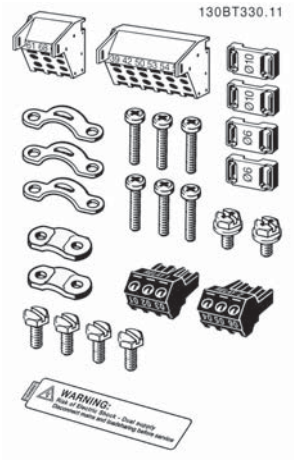
ชิ้นส่วนต่อไปนี้จะพบรวมอยู่ในกระเป๋าอุปกรณ์เสริมสำหรับ FC 100/300



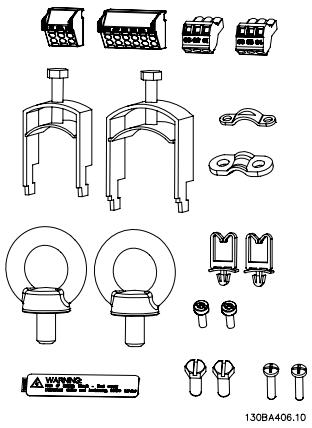

(ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3)
IP20/โครงเครื่อง




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 มีเฉพาะในเครื่องรุ่นที่มีสวิตช์คลายพลังงานเบรค มีรีเลย์คอนเนคเตอร์ 1 ชุดรวมอยู่ใน FC 101/301 สำหรับการเชื่อมต่อดีซีลิงค์ (การแบ่งโหลด) สามารถสั่งซื้อคอนเนคเตอร์ 1 แยกต่างหากได้ (รหัสที่ 130B1064)
คอนเน็คเตอร์ชนิด 8 ขั้วจะมีอยู่ในถุงอุปกรณ์ประกอบสำหรับ FC 101/301 ไม่มีการหยุดแบบปลอดภัย

# วิธีการติดตั้ง

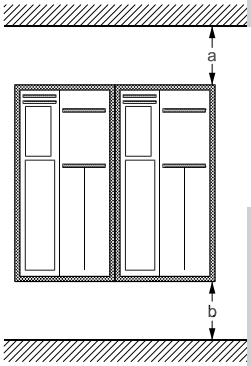
## การติดตั้งเชิงกล

FC 300 IP20 ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3 เช่นเดียวกับ IP21/ IP55 ขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2 สามารถ ติดตั้งแบบชิดกันได้ ด้วยเงื่อนไขของการระบายความร้อน ต้องมีช่องว่างอย่างน้อย 100 มม. ด้านบนและด้านล่างของตัวแปลงความถี่

เมื่อใช้ชุดกรอบหุ้ม IP 21 (130B1122 หรือ 130B1123) ต้องมีระยะห่างระหว่างชุดขับเคลื่อนเท่ากับ 50 มม. เป็นอย่างน้อย

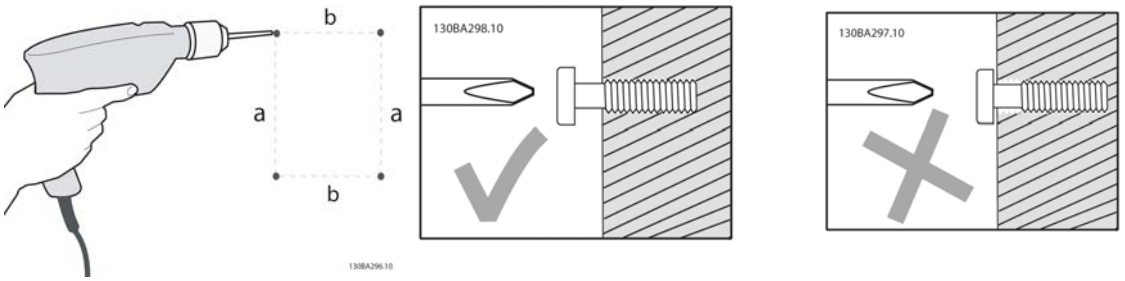
เพื่อให้สภาพของการระบายความร้อน ให้ผลดีที่สุด ช่วยให้อากาศไหลผ่านด้านบนและด้านล่างของตัวแปลงความถี่ ดูตารางด้านล่าง

**อากาศที่ไหลผ่านกรอบหุ้มที่แตกต่างกัน**

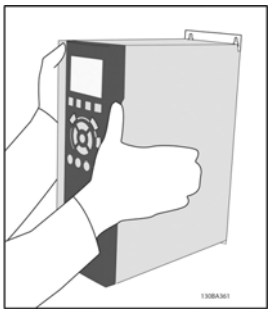



| กรอบหุ้ม: | A1 | A2 | A3 | A5 | B1 | B2 | C1 | C2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a (มม.): | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 225 |
| b (มม.): | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 225 |

1. เจาะรูตามระยะที่ให้มา
2. คุณต้องใช้สกรูที่เหมาะสมกับพื้นผิวที่ต้องการติดตั้ง FC 300 ขันสกรูทั้ง 4 ตัวให้แน่น



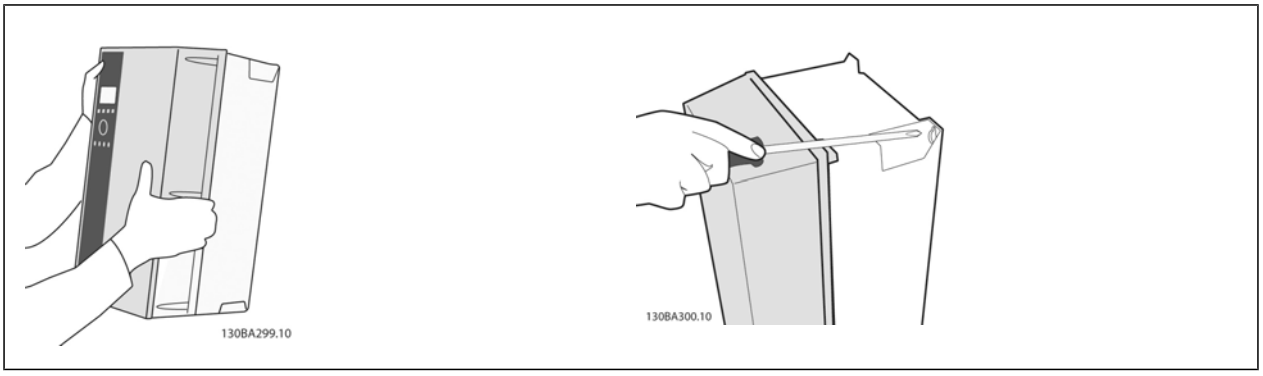

การติดตั้งขนาดเฟรม A1 A2 และ A3:



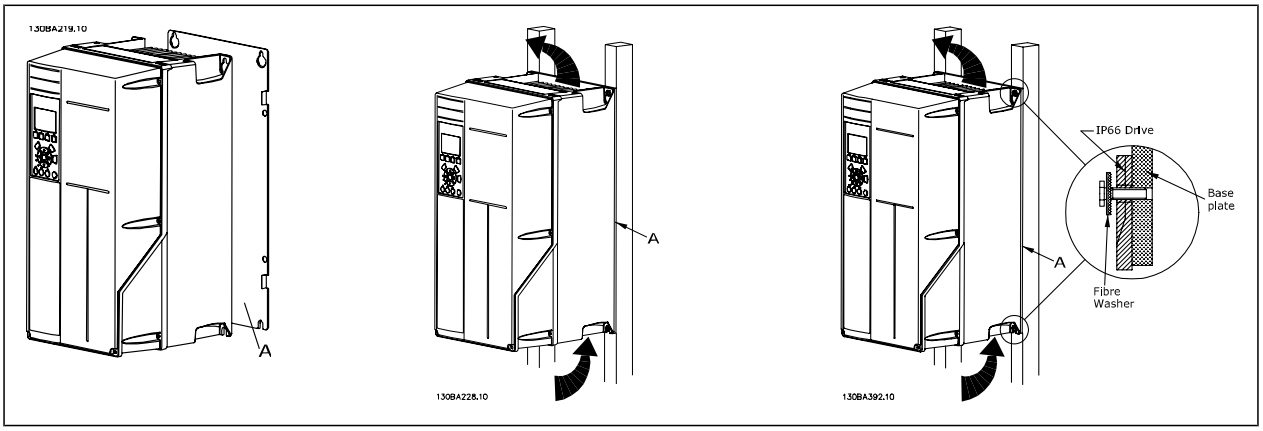
## วิธีการติดตั้ง

การติดตั้งขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2:

ผนังด้านหลังจะต้องมีความแข็งแรงเพื่อการระบายความร้อนที่ดีที่สุด




กาติดตั้งขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2 บนผนังที่ไม่แข็งแรง ชุดขับเคลื่อนต้องติดตั้งบนแผ่นยึดด้านหลัง A เนื่องจากไม่มีอากาศที่ไหลผ่านแผ่นระบายความร้อนอย่างเพียงพอ




### ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งเชิงกล

ปฏิบัติตามข้อกำหนดที่มีผลบังคับใช้กับการรวมและชุดติดตั้งภาคสนาม สังเกตข้อมูลในรายการ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายหรือการบาดเจ็บที่รุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ขนาดใหญ่

จะต้องลดอุณหภูมิของตัวแปลงความถี่ด้วยวิธีการระบายอากาศ
เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ร้อนเกินไป จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าอุณหภูมิแวดล้อม *ไม่สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่กำหนดไว้สำหรับตัวแปลงความถี่* และ *ไม่เกิน* อุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมง พบได้ในย่อหน้า *การลดพิกัดสำหรับอุณหภูมิแวดล้อม*
ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วง 45 °C - 55 °C การลดพิกัดของตัวแปลงความถี่จะเป็นสิ่งที่สำคัญ ดู*การลดพิกัดสำหรับอุณหภูมิแวดล้อม*
ตัวแปลงความถี่จะมีอายุการใช้งานลดลง หากไม่ได้ทำการลดพิกัดสำหรับอุณหภูมิแวดล้อม

### การติดตั้งภาคสนาม

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

# การติดตั้งทางไฟฟ้า

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
**สายเคเบิลทั่วไป**
การติดตั้งสายเคเบิลต้องสอดคล้องระเบียบข้อบังคับภายในประเทศเกี่ยวกับพื้นที่หน้าตัดและอุณหภูมิแวดล้อม แนะนำให้ใช้ตัวนำทองแดง (60/75°C)

**ตัวนำอลูมิเนียม**
ขั้วต่อสามารถต่อเข้ากันกับตัวนำอลูมิเนียมได้ แต่ผิวสัมผัสของตัวนำจะต้องสะอาดและจะต้องกำจัดคราบออกซิไดซ์ออกและหุ้มปิดด้วยวาสลีนที่มีความเป็นกลางปราศจากกรดก่อนที่จะเชื่อมต่อตัวนำนี้
นอกจากนี้ จะต้องขันย้ำสกรูที่ขั้วต่อนี้อีกครั้งหนึ่งภายหลังจาก 2 วัน เนื่องจากอลูมิเนียมมีความอ่อนตัว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้รอยต่อที่ขั้วนี้มีความแน่นเพียงพออยู่เสมอ มิฉะนั้นผิวอลูมิเนียมจะเกิดการออกซิไดซ์ขึ้นได้อีก

| แรงบิดในการขันแน่น | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ขนาด FC | 200 - 240 V | 380 - 500 V | 525 - 600 V | สายเคเบิลสำหรับ: | แรงบิดในการขันแน่น |
| A1 | .25-1.5 kW | .37-1.5 kW | - | สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรค, การแบ่งโหลด และมอเตอร์ | 0.5 -0.6 Nm |
| A2 | .25-2.2 kW | .37-4 kW | 0.75-4 kW | | |
| A3 | 3-3.7 kW | 5.5-7.5 kW | 5.5-7.5 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 ตัวต้านทานเบรค, การแบ่งโหลด และมอเตอร์<br>รีเลย์<br>ลงดิน | 1.8 Nm<br>0.5 -0.6 Nm<br>2 -3 Nm |
| B2 | 11 kW | 18.5-22 kW | - | สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรก และการแบ่งโหลด<br>สายเคเบิลมอเตอร์<br>รีเลย์<br>ลงดิน | 4.5 Nm<br>4.5 Nm<br>0.5 -0.6 Nm<br>2 -3 Nm |
| C1 | 15-22 kW | 30-45 kW | - | สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรก และการแบ่งโหลด<br>สายเคเบิลมอเตอร์<br>รีเลย์<br>ลงดิน | 10 Nm<br>10 Nm<br>0.5 -0.6 Nm<br>2 -3 Nm |
| C2 | 30-37 kW | 55-75 kW | - | สายเคเบิลของแหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทานเบรก และการแบ่งโหลด<br>สายเคเบิลมอเตอร์<br>รีเลย์<br>ลงดิน | 14 Nm<br>10 Nm<br>0.5 -0.6 Nm<br>2 -3 Nm |

## การถอดแผ่นเจาะสำหรับสายเคเบิลเพิ่มเติม

1. ถอดช่องร้อยสายเคเบิลออกจากตัวแปลงความถี่ (ระวังอย่าให้วัตถุแปลกปลอมหลุดเข้าไปในตัวแปลงความถี่เมื่อนำแผ่นเจาะออก)
2. ต้องมีจุดรับช่องร้อยสายเคเบิลใกล้ๆ กับแผ่นเจาะที่คุณจะนำออก
3. ในตอนนี้สามารถนำแผ่นเจาะออกได้โดยใช้สิ่วและค้อน
4. นำเศษเสี้ยนออกจากช่อง
5. ติดตั้งช่องร้อยสายเคเบิลกับตัวแปลงความถี่

### ☐ การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก และการต่อลงดิน

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ปลั๊กคอนเน็กเตอร์สำหรับแหล่งจ่ายไฟสามารถใช้งานได้กับ FC 300 จนถึงขนาด 7.5 kW

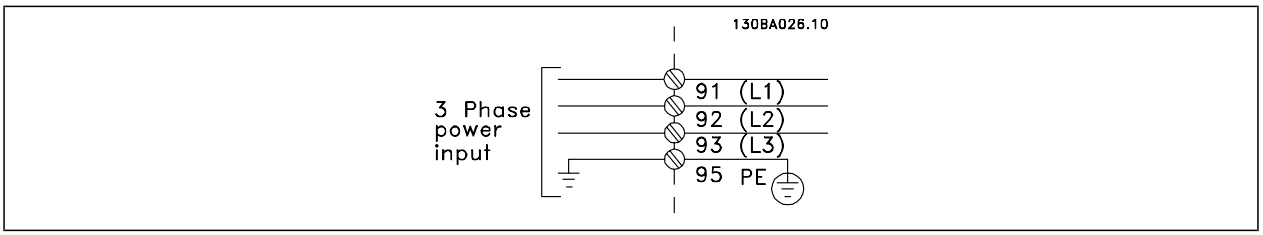
1. ยึดสกรูสองตัวในแผ่นประกับยึด เลื่อนให้ตรงตำแหน่งและขันสกรูให้แน่น
2. ตรวจดูให้แน่ใจว่า FC 300 มีการต่อลงดินอย่างเหมาะสม เชื่อมต่อกับส่วนเชื่อมต่อสายดิน (ขั้วต่อ 95) ใช้สกรูจากถุงใส่อุปกรณ์เสริม
3. เสียบปลั๊กคอนเน็กเตอร์ 91(L1), 92(L2), 93(L3) จากถุงใส่อุปกรณ์เสริม เข้ากับขั้วต่อที่มีสัญลักษณ์ MAINS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

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ตรวจสอบว่าแรงดันไฟฟ้าสายหลักสอดคล้องกับค่าแรงดันไฟฟ้าสายหลักที่ระบุไว้บนป้ายชื่อของ FC 300

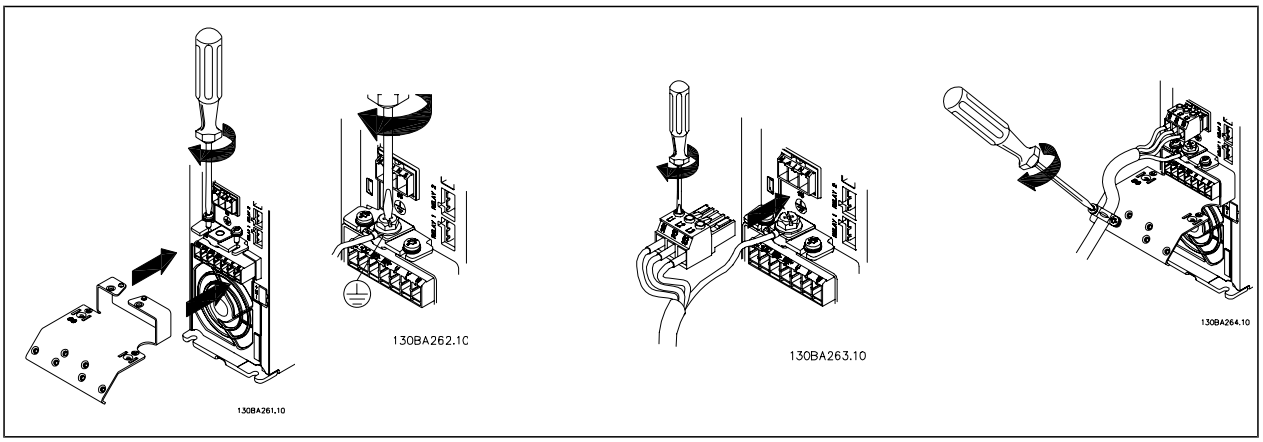
**ไฟสายหลักสำหรับ IT**
ห้ามต่อตัวแปลงความถี่ชนิด 400 V ที่มีตัวกรอง RFI-filters เข้ากับแหล่งจ่ายไฟสายหลักที่มีแรงดันระหว่างเฟสกับดินสูงเกินกว่า 440 V

หน้าตัดของสายเคเบิลเชื่อมต่อลงดินจะต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 มม.$^2$ หรือสองเท่าของค่าพิกัดของสายหลักโดยต่อปลายแยกจากกันตามมาตรฐาน EN 50178

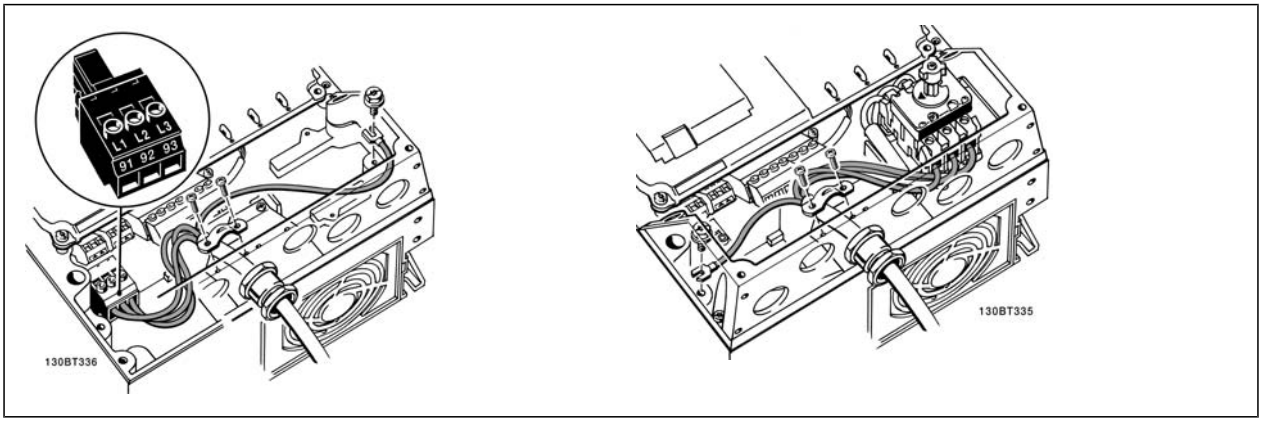
การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักจะประกอบเข้ากับสวิทช์ตัดตอนหลักถ้าหากสวิทช์ติดตั้งมาด้วย




การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักสำหรับขนาดเฟรม A1, A2 และ A3:

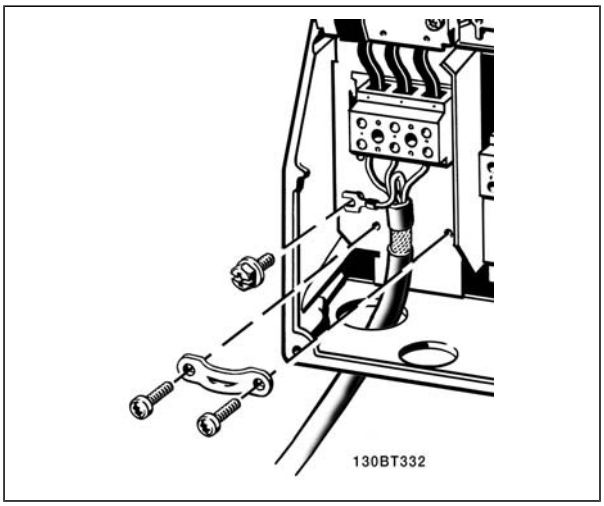



การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลักของกรอบหุ้ม A5 (IP 55/66)

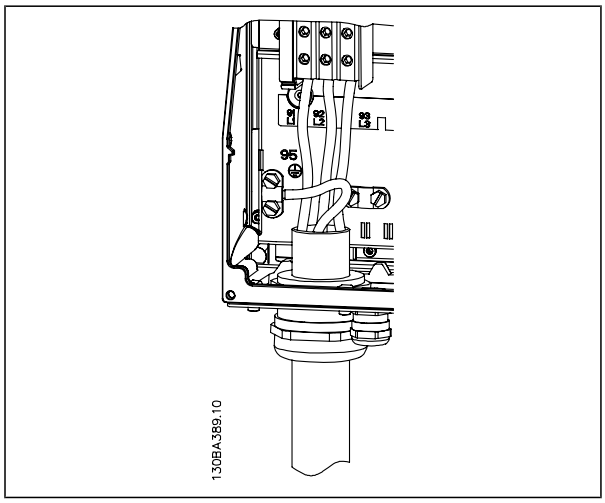



เมื่อใช้สวิตช์ตัดตอน (กรอบหุ้ม A5) PEจะต้องยึดทางด้านซ้ายของชุดขับเคลื่อน

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

## การเชื่อมต่อมอเตอร์

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
สายเคเบิลมอเตอร์ต้องเป็นแบบชีล ถ้ามีการใช้สายเคเบิลแบบไม่มีชีล อาจไม่สอดคล้องกับข้อกำหนด EMC บางข้อ ใช้สายเคเบิลมอเตอร์แบบมีชีล/ไม่มีชีล ที่ตรงตามข้อกำหนดการแพร่กระจาย EMC สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูที่ *ข้อมูลจำเพาะด้าน EMC* ใน *คู่มือการออกแบบชุดขับเคลื่อนอัตโนมัติ VLT® FC 300*

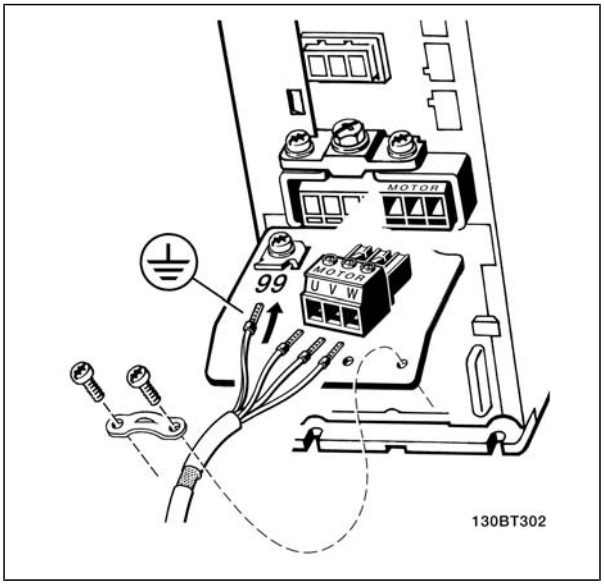
ดูหัวข้อข้อมูลจำเพาะทั่วไปสำหรับขนาดของภาคตัดขวางและความยาวสายเคเบิลที่เหมาะสม

**ส่วนชีลของสายเคเบิล:** หลีกเลี่ยงการติดตั้งด้วยการบิดเกลียวที่ปลายสายชีล (หางหมู) ซึ่งจะลดประสิทธิผลในการชีลที่ความถี่สูง ถ้าจำเป็นต้องตัดส่วนชีลเพื่อติดตั้งตัวแยก (Isolator) ของมอเตอร์ หรือคอนแทคเตอร์ของมอเตอร์ ชีลต้องถึงกันโดยต่อเนื่องให้มีอิมพีแดนซ์ HF(ความถี่สูง) ที่ต่ำที่สุด
ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลมอเตอร์เข้ากับทั้งแผ่นดีคัปปลิงของ FC 300 และต่อไปยังกล่องโลหะของมอเตอร์
ทำการเชื่อมต่อส่วนชีลกับพื้นที่ส่วนใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ตัวรัดสายเคเบิล) ซึ่งทำได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งที่ให้มาพร้อมกับ FC 300
ถ้าจำเป็นต้องแยกการชีลเพื่อติดตั้งตัวแยกมอเตอร์ หรือรีเลย์มอเตอร์ ส่วนชีลต้องต่อด้วยอิมพีแดนซ์ HF ที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

**ความยาวและภาคตัดขวางของสายเคเบิล** ตัวแปลงความถี่นี้ผ่านการทดสอบด้วยสายเคเบิลตามความยาวและภาคตัดขวางของสายเคเบิลตามที่ให้ไว้ หากภาคตัดขวางเพิ่มขึ้นค่าความเป็นตัวเก็บประจุของสายเคเบิล ซึ่งรวมถึงการรั่วไหลของกระแสอาจเพิ่มขึ้น และความยาวสายเคเบิลต้องถูกลดลงตามลำดับ พยายามใช้สายเคเบิลมอเตอร์ให้สั้นที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อลดระดับสัญญาณรบกวนและกระแสรั่วไหล

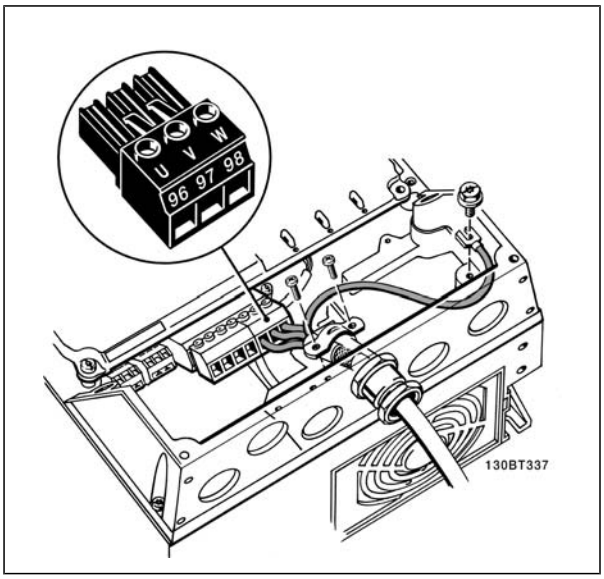
**ความถี่สวิตชิ่ง** เมื่อใช้ตัวแปลงความถี่ร่วมกับตัวกรองคลื่นไซน์ เพื่อลดเสียงรบกวนจากมอเตอร์ จะต้องตั้งความถี่สวิตชิ่งตามคำแนะนำของตัวกรองคลื่นไซน์ ในพารามิเตอร์ 14-01

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) และสายเคเบิลมอเตอร์กับขั้วต่อที่มีคำว่า MOTOR
5. ยึดสายเคเบิลแบบชีลเข้ากับแผ่นดีคัปปลิงให้แน่น โดยใช้สกรูและแหวนจากถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ

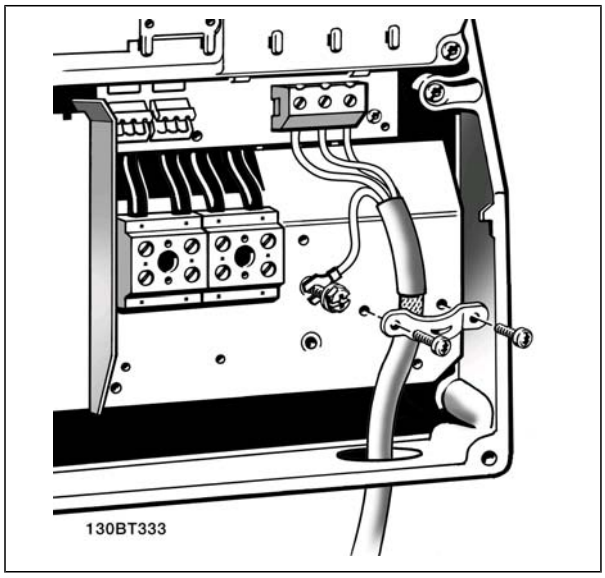



การเชื่อมต่อมอเตอร์สำหรับ A1, A2 และ A3

## วิธีการติดตั้ง

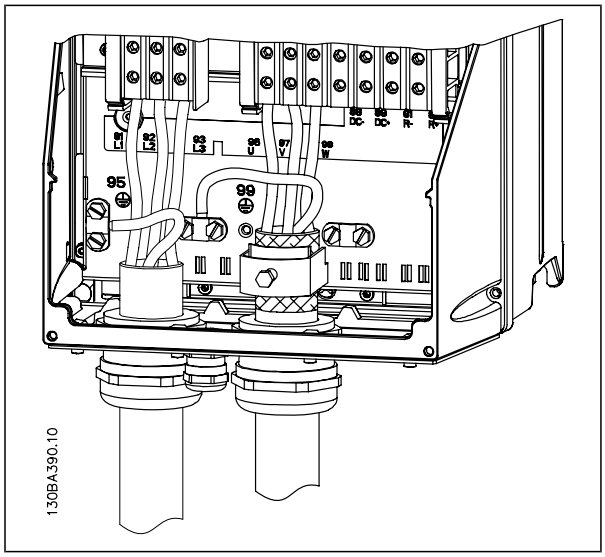



การเชื่อมต่อมอเตอร์สำหรับกรอบหุ้ม A5 (IP 55/66/NEMA Type 12)




การเชื่อมต่อมอเตอร์สำหรับกรอบหุ้ม B1 และ B2 (IP 21/NEMA Type 1, IP 55/NEMA Type 12 และ IP66/NEMA Type 4X)

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

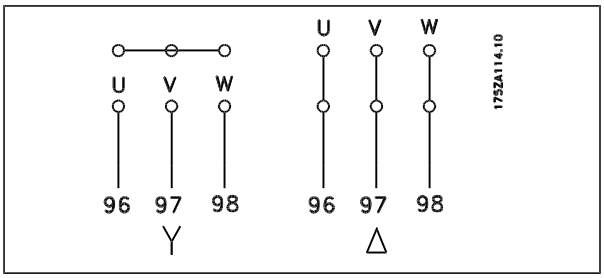



การเชื่อมต่อมอเตอร์ของกรอบหุ้ม C1 และ C2 (IP 21/NEMA Type 1 และ IP 55/66/NEMA Type 12)

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

[1)]การเชื่อมต่อสายดิน

## วิธีการติดตั้ง




**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ในมอเตอร์ที่ไม่มีกระดาษฉนวนระหว่างเฟส หรือการเสริมฉนวนอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับทำงานกับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (เช่น ตัวแปลงความถี่) ให้ติดตั้งตัวกรองคลื่นไซน์ที่เอาท์พุทของ FC 300

### ฟิวส์

**การป้องกันวงจรย่อย (Branch Circuit):**

เพื่อป้องกันการติดตั้งต่ออันตรายจากไฟฟ้าและเพลิงไหม้ ทุกวงจรย่อยในการติดตั้ง สวิตช์เกียร์ เครื่องจักร ฯลฯ จะต้องมีการป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและกระแสไฟเกิน ตามกฎระเบียบทั้งในและต่างประเทศ

**การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร:**

ตัวแปลงความถี่จะต้องมีการป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟฟ้าหรือเพลิงไหม้ Danfoss แนะนำให้ใช้ฟิวส์ตามที่ได้ระบุไว้ด้านล่างนี้ เพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์อื่นๆ ในกรณีที่เกิดฟอลต์ขึ้นภายในชุดขับเคลื่อน ตัวแปลงความถี่จะต้องมีการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรอย่างสมบูรณ์ ในกรณีที่เกิดการลัดวงจรที่เอาท์พุทของมอเตอร์

**การป้องกันกระแสไฟเกิน**

ต้องมีการป้องกันโหลดเกินเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากเพลิงไหม้ อันเนื่องมาจากสายเคเบิลในการติดตั้งมีความร้อนสูงเกินไป ตัวแปลงความถี่มีการป้องกันกระแสไฟเกินติดตั้งอยู่ภายใน ซึ่งสามารถใช้ป้องกันการเกิดโหลดเกินที่ต้นทาง (ไม่รวมการประยุกต์ใช้งานแบบ UL) See par. 4-18. นอกจากนี้ ยังสามารถนำฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรคเกอร์ มาใช้ในการป้องกันการเกิดกระแสเกินในการติดตั้ง การป้องกันกระแสเกิน จะต้องดำเนินการเสมอโดยยึดกฎระเบียบในประเทศ

ฟิวส์ที่ใช้ จะต้องได้รับการออกแบบสำหรับการป้องกันในวงจร ซึ่งสามารถจ่ายกระแสสูงสุดได้ถึง 100,000 $A_{rms}$ (สมมาตร), แรงดันสูงสุด 500 V

**เมื่อไม่ต้องสอดคล้องกับ UL**

หากไม่มีความจำเป็นที่จะต้องสอดคล้องกับ UL/cUL แนะนำให้ใช้ฟิวส์ดังต่อไปนี้ ซึ่งจะยังคงสอดคล้องกับมาตรฐาน EN50178:
ในกรณีที่เกิดการทำงานผิดปกติ การไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวแปลงความถี่โดยไม่จำเป็น

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

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

1) ขนาดฟิวส์สูงสุด - ดูกฎระเบียบในประเทศและระหว่างประเทศสำหรับการเลือกขนาดฟิวส์ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้

### ความสอดคล้อง UL

### 200-240 V

| FC 300 | Bussmann | Bussmann | Bussmann | SIBA | Littel fuse | Ferraz-Shawmut | Ferraz-Shawmut |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kW | ประเภทท RK1 | ประเภท J | ประเภท T | ประเภทท RK1 | ประเภทท RK1 | ประเภท CC | ประเภทท 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 | Littel fuse | Ferraz-Shawmut | Ferraz-Shawmut |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kW | ประเภทท RK1 | ประเภท J | ประเภทท T | ประเภทท RK1 | ประเภทท RK1 | ประเภทท CC | ประเภทท 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

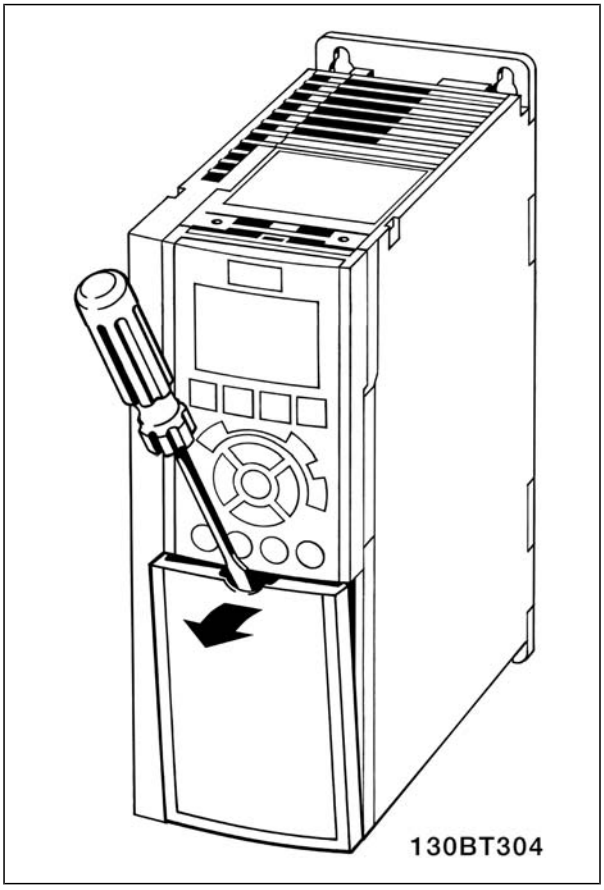
ฟิวส์ L50S จาก LITTEL FUSE อาจจะใช้แทน L50S สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

ฟิวส์ A6KR จาก FERRAZ SHAWMUT อาจจะใช้แทน A2KR สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

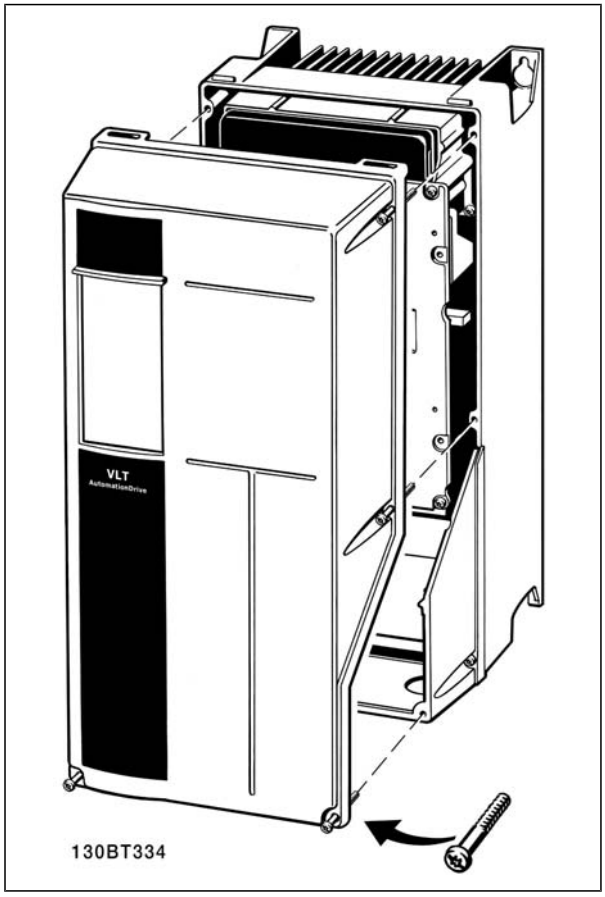
ฟิวส์ A50X จาก FERRAZ SHAWMUT อาจจะใช้แทน A25X สำหรับตัวแปลงความถี่ 240 V

### การเข้าถึงขั้วต่อส่วนควบคุม

ขั้วต่อทั้งหมดที่ต่อกับสายเคเบิลควบคุมจะอยู่ที่ข้างใต้ฝาปิดขั้วต่อที่ด้านหน้าของตัวแปลงความถี่ ถอดฝาปิดขั้วต่อออกโดยใช้ไขควง (ดูภาพประกอบ)




กรอบหุ้ม A1, A2 และ A3




กรอบหุ้ม A5, B1, B2, C1 และ C2

### ขั้วต่อส่วนควบคุม

**ขั้วต่อส่วนควบคุม FC 301**

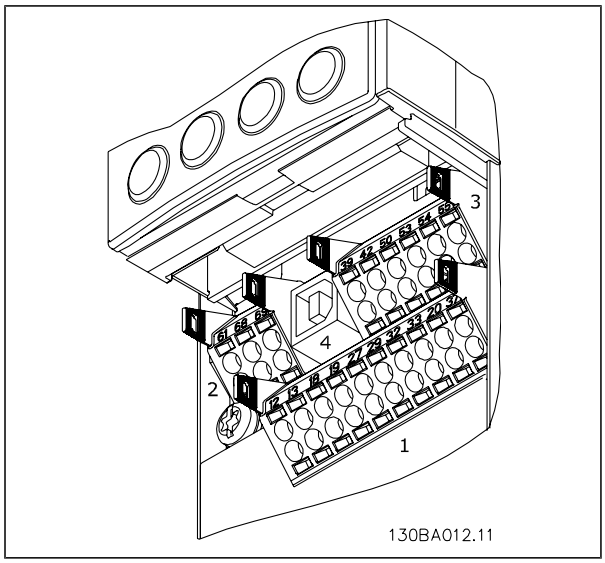
หมายเลขอ้างอิงบนแผนภาพ:

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




ขั้วต่อควบคุม (ทุกกรอบหุ้ม)

## วิธีการติดตั้ง

### ☐ การติดตั้งทางไฟฟ้า, ขั้วต่อส่วนควบคุม

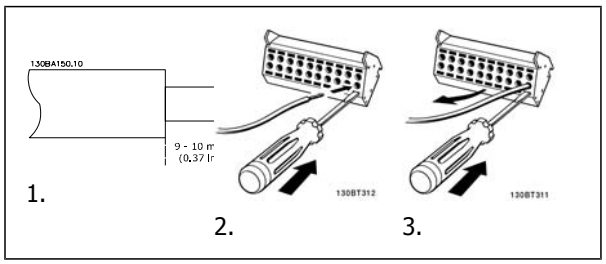
การติดตั้งสายเคเบิลเข้ากับขั้วต่อ:

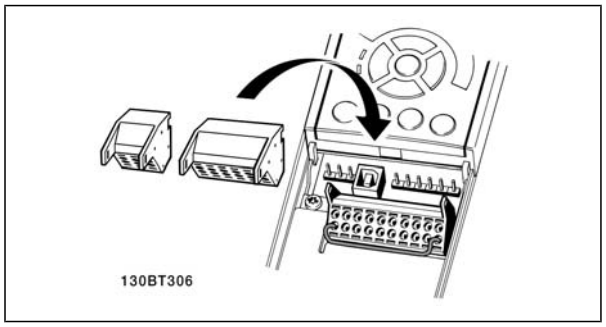
1. ปอกสายประมาณ 9-10 มม.
2. ใส่ไขควง[1] ลงในรูสี่เหลี่ยม
3. ใส่สายเคเบิลในรูวงกลมที่ติดกัน
4. นำไขควงออก ในตอนนี้สายเคเบิลถูกต่อเข้ากับขั้วต่อแล้ว

การถอดสายเคเบิลออกจากขั้วต่อ:

1. ใส่ไขควง[1] ลงในรูสี่เหลี่ยม
2. ดึงสายเคเบิลออกมา

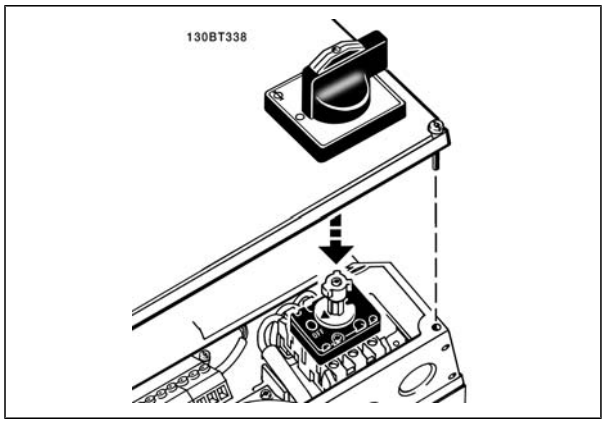
[1] สูงสุด 0.4 x 2.5 มม.




การประกอบ IP55 / NEMA TYPE 12 (ตัวเรือน A5) ด้วยดิสคอนเน็กเตอร์สายหลัก

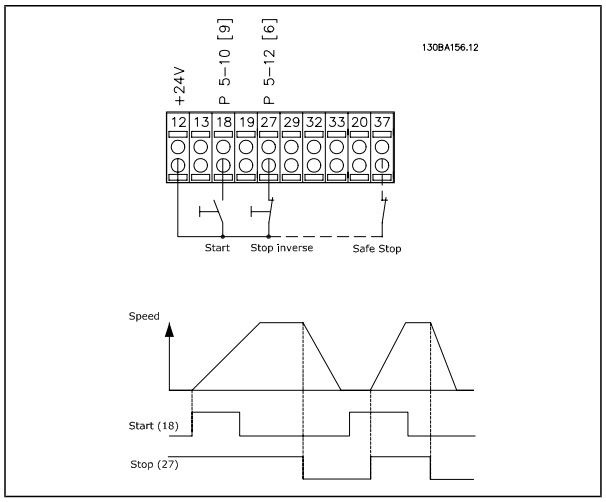
สวิตช์หลักอยู่ที่ด้านซ้ายของกรอบหุ้ม B1, B2, C1 และ C2
สวิตช์หลักบนกรอบหุ้ม A5 อยู่ด้านขวา




### ☐ ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน

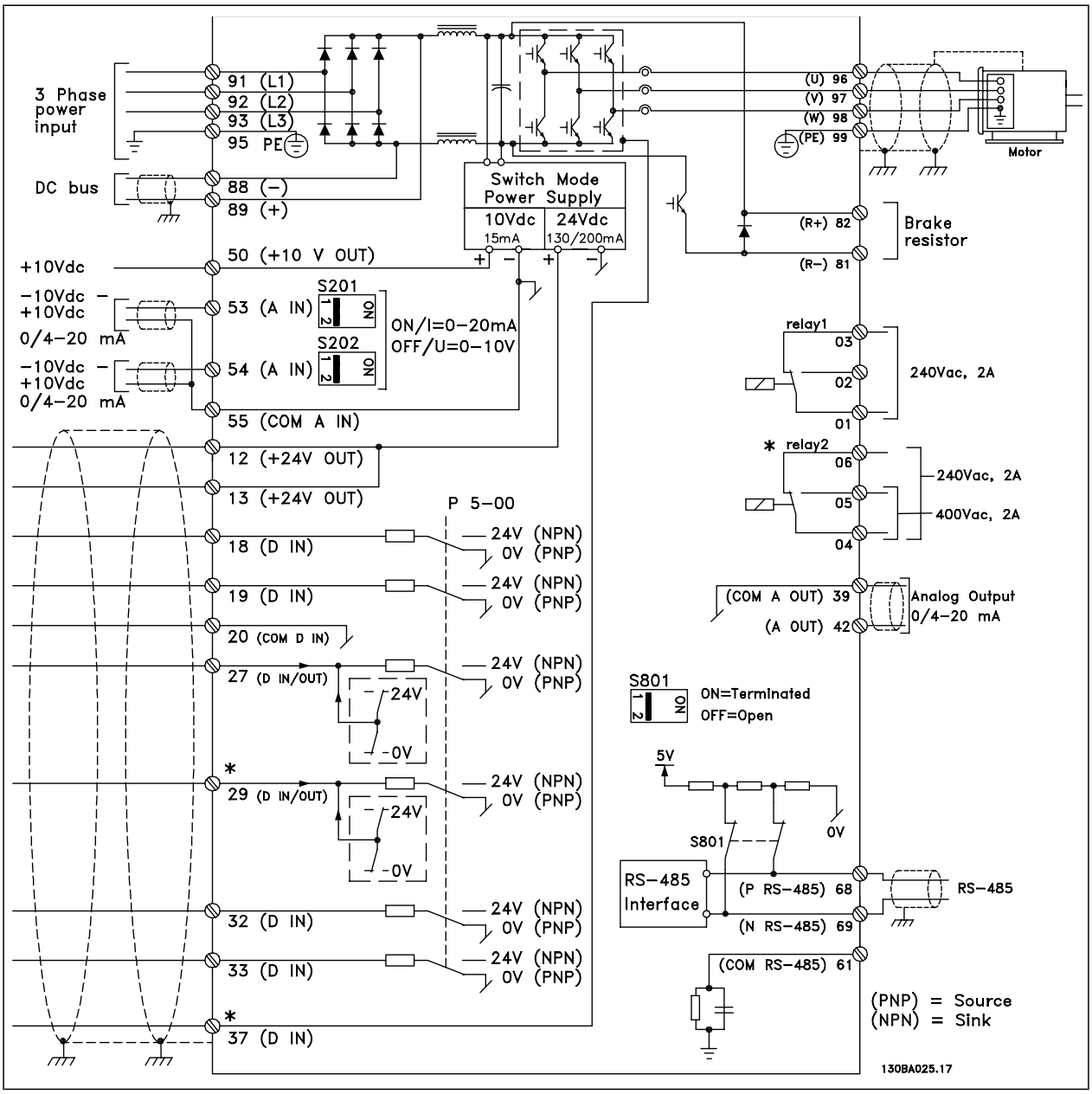
1. ติดตั้งขั้วต่อจากถุงใส่อุปกรณ์เสริม เข้าที่ด้านหน้าของ FC 300
2. ต่อขั้วต่อ 18, 27 และ 37 (FC 302 เท่านั้น) กับ +24 V (ขั้วต่อ 12/13)

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



# วิธีการติดตั้ง

## การติดตั้งทางไฟฟ้า สายเคเบิลควบคุม




แผนผังแสดงขั้วต่อทางไฟฟ้าทั้งหมดโดยไม่มีอุปกรณ์เสริม
ขั้วต่อ 37 คืออินพุทที่จะใช้สำหรับการหยุดนิรภัย สำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับการติดตั้งการหยุดนิรภัย โปรดดูที่ส่วน*การติดตั้งการหยุดนิรภัย*ในคู่มือการออกแบบ FC 300
* ขั้วต่อ 37 ไม่มีอยู่ใน FC 301 (ยกเว้น FC301 A1 ที่มีการหยุดแบบปลอดภัย)
ขั้วต่อ 29 และรีเลย์ 2 ไม่มีอยู่ใน FC 301

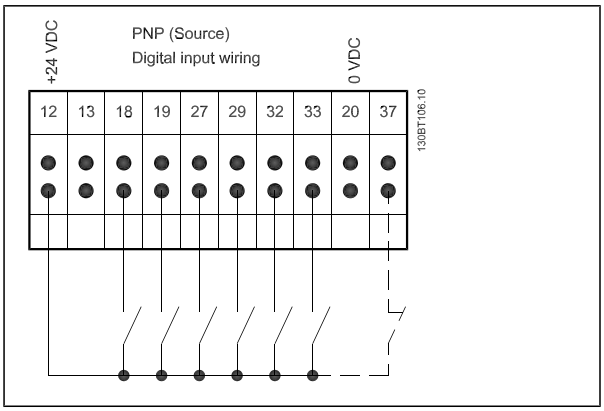
## วิธีการติดตั้ง

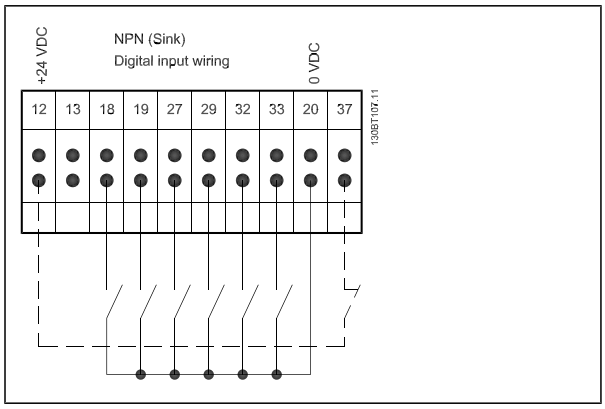
ในบางกรณี สายเคเบิลควบคุมที่เป็นสัญญาณอนาล็อกที่ยาวมากๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับการติดตั้ง เป็นผลให้วงรอบการต่อลงดิน 50/60 Hz มีสัญญาณรบกวนจากสายเคเบิลแหล่งจ่ายไฟหลัก

หากเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น อาจจำเป็นที่จะต้องแยกชิลด์หรือใส่ตัวเก็บประจุ 100 nF ระหว่างชิลด์กับตัวถัง

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

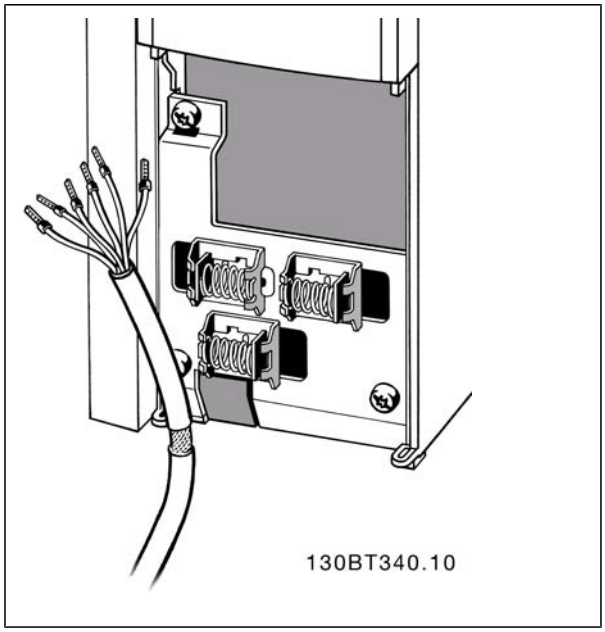
### ลักษณะขั้วอินพุทของขั้วต่อควบคุม




**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
สายเคเบิลควบคุมต้องเป็นแบบชีล

ดูที่หัวข้อเรื่อง *การต่อลงดินสายเคเบิลควบคุมแบบชีล* เพื่อการต่อปิดปลายเข้าขั้วต่อของสายเคเบิลควบคุมอย่างถูกต้อง



# วิธีการติดตั้ง

## ☐ 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

## ☐ การติดตั้งระบบไฟฟ้าของสายเคเบิลมอเตอร์

### ส่วนชีลของสายเคเบิล

หลีกเลี่ยงการยึดด้วยปลายชีลแบบบิดเกลียว (pigtail) ซึ่งจะลดประสิทธิผลในการชีลที่ความถี่สูง
ถ้าจำเป็นต้องตัดส่วนชีลเพื่อติดตั้งตัวแยก (Isolator) ของมอเตอร์ หรือคอนแทคเตอร์ของมอเตอร์ ชีลต้องถึงกันโดยต่อเนื่องให้มีอิมพีแดนซ์ HF (ความถี่สูง) ที่ต่ำที่สุด

### ความยาวและภาคตัดขวางของสายเคเบิล

ตัวแปลงความถี่นี้ผ่านการทดสอบด้วยสายเคเบิลยาวตามที่ให้ไว้และภาคตัดขวางของสายเคเบิลตามที่ให้ไว้ หากภาคตัดขวางเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นตัวเก็บประจุของสายเคเบิล ซึ่งรวมถึงการรั่วไหลของกระแสอาจเพิ่มขึ้น และความยาวสายเคเบิลต้องถูกลดลงตามลำดับ

### ความถี่การสวิตช์

เมื่อใช้ตัวแปลงความถี่ร่วมกับตัวกรองคลื่นไซน์เพื่อลดเสียงรบกวนจากมอเตอร์ จะต้องตั้งความถี่การสวิตช์ตามคำแนะนำตัวกรองคลื่นไซน์ใน *พารามิเตอร์ 14-01*

### ตัวนำอลูมิเนียม

ไม่แนะนำให้ใช้ตัวนำอลูมิเนียม ขั้วต่อสามารถต่อเข้ากันกับตัวนำอลูมิเนียมได้ แต่ผิวสัมผัสของตัวนำจะต้องสะอาดและจะต้องกำจัดคราบออกซิไดซ์ออกและหุ้มปิดด้วยวาสลีนที่มีความเป็นกลางปราศจากกรดก่อนที่จะเชื่อมต่อตัวนำนี้
นอกจากนี้ จะต้องขันย้ำสกรูที่ขั้วต่อนี้อีกครั้งหนึ่งภายหลังจาก 2 วัน เนื่องจากอลูมิเนียมมีความอ่อนตัว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้รอยต่อที่ขั้วนี้มีความแน่นเพียงพออยู่เสมอ มิฉะนั้นผิวอลูมิเนียมจะเกิดการออกซิไดซ์ขึ้นอีกได้

### ☐ สวิตช์ S201, S202 และ S801

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

สวิตช์ S801 (BUS TER.) สามารถใช้เพื่อเปิดการทำงานการเทอร์มิเนตพอร์ต RS-485 (ขั้วต่อ 68 และ 69)

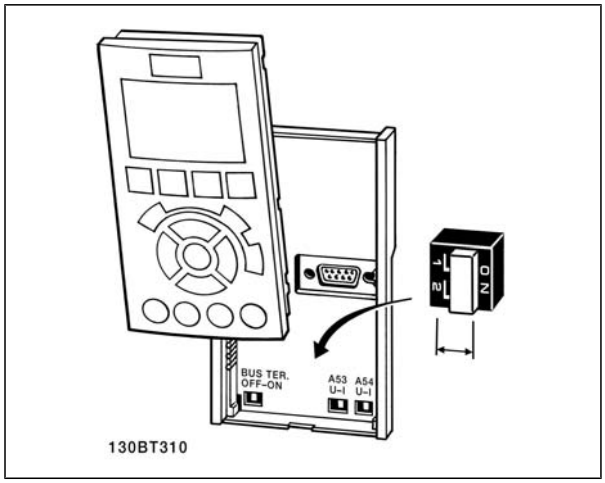
ดูภาพประกอบ *แผนผังแสดงขั้วต่อไฟฟ้าทั้งหมด* ในหัวข้อ *Electrical Installation* (การติดตั้งทางไฟฟ้า)

การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน:

S201 (A53) = OFF (อินพุทแรงดัน)

S202 (A54) = OFF (อินพุทแรงดัน)

S801 (การเทอร์มิเนตบัส) = OFF



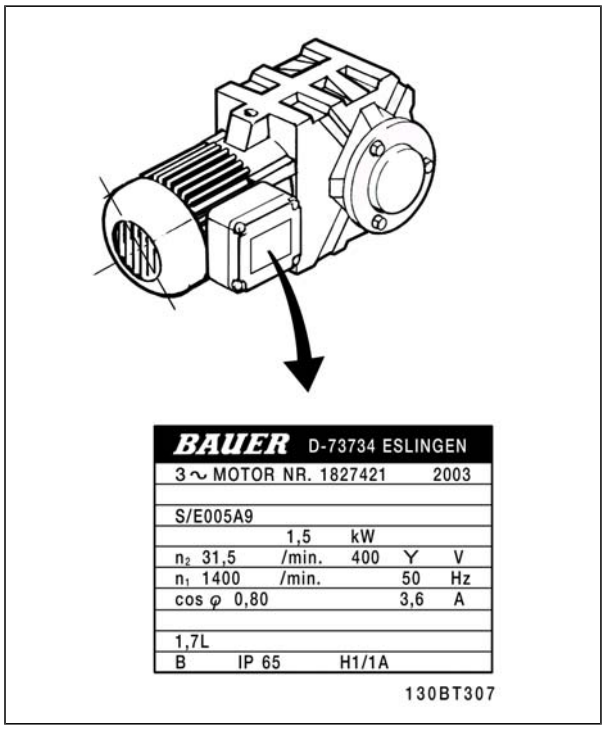

ขณะที่เปลี่ยนฟังก์ชันของ S201, S202 หรือ S801 ระวังอย่าใช้แรงกับสวิตช์ แนะนำให้ถอดชุดจับยึด LCP (เครเดิล) ออกเมื่อควบคุมสวิตช์ สวิตช์ต้องไม่ทำงานในขณะที่ยังมีกระแสไฟอยู่ในตัวแปลงความถี่

### ☐ ชุดคำสั่งสุดท้าย และทดสอบ

ในการทดสอบการตั้งค่าและเพื่อให้แน่ใจว่าตัวแปลงความถี่กำลังทำงาน ให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

**ขั้นที่ 1. หาที่ตั้งของ ป้ายชื่อมอเตอร์**

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
มอเตอร์อาจจะเชื่อมต่อแบบสตาร์ (Y) หรือแบบเดลตา (Δ) ข้อมูลนี้จะอยู่ที่ ป้ายชื่อมอเตอร์



**ขั้นที่ 2. ป้อน ข้อมูลป้ายชื่อ มอเตอร์ในรายการพารามิเตอร์นี้**

วิธีการเข้าถึงรายการนี้ ลำดับแรกให้กดปุ่ม [QUICK MENU] จากนั้นเลือก "การตั้งค่าด่วน Q2"

| | | |
|---|---|---|
| 1. | กำลังมอเตอร์ [kW]<br>หรือ กำลังมอเตอร์ [แรงม้า(HP)] | พารามิเตอร์ 1-20<br>พารามิเตอร์ 1-21 |
| 2. | แรงดันมอเตอร์ | พารามิเตอร์ 1-22 |
| 3. | ความถี่มอเตอร์ | พารามิเตอร์ 1-23 |
| 4. | กระแสมอเตอร์ | พารามิเตอร์ 1-24 |
| 5. | ความเร็วรอบมอเตอร์พิกัด | พารามิเตอร์ 1-25 |

**ขั้นที่ 3. เปิดใช้งาน การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (AMA)**

การใช้งาน AMA จะทำให้มั่นใจได้ว่าจะได้สมรรถนะการทำงานที่เหมาะสมที่สุด AMA วัดค่าจากมอเตอร์รุ่นที่เท่ากับแผนภูมิ

1. เชื่อมต่อขั้วต่อ 37 กับขั้วต่อ 12 (ถ้ามีขั้วต่อ37)
2. เชื่อมต่อขั้วต่อ 27 กับขั้วต่อ 12 หรือตั้งพารามิเตอร์ 5-12 ไว้ที่ 'ไม่มีฟังก์ชัน' (พารามิเตอร์ 5-12 [0])
3. ใช้งาน AMA พารามิเตอร์ 1-29
4. เลือกระหว่าง AMA แบบสมบูรณ์หรือแบบย่อ ถ้ามีการยึดตัวกรอง LC อยู่ ให้รันเฉพาะ AMA แบบย่อ หรือถอดตัวกรอง LC ระหว่างการรัน AMA
5. กดปุ่ม [OK] หน้าจอจะแสดงคำว่า "กด [Hand on] เพื่อสตาร์ท"
6. กดปุ่ม [Hand on] แถบแสดงความก้าวหน้าระบุว่า AMA กำลังดำเนินการอยู่หรือเปล่า

**หยุด AMA ระหว่างการทำงาน**

1. กดปุ่ม [OFF] - ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน และหน้าจอจะแสดงว่า AMA ถูกยกเลิกโดยผู้ใช้

**AMA สำเร็จ**

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

**AMA ไม่สำเร็จ**

1. ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน คำอธิบายของสัญญาณเตือนสามารถดูได้จาก *Troubleshooting* (การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น)
2. "ค่าที่รายงาน" ใน [Alarm Log] (บันทึกสัญญาณเตือน) จะแสดงการวัดครั้งสุดท้ายที่ AMA ดำเนินการก่อนที่ตัวแปลงความถี่จะเข้าสู่โหมดสัญญาณเตือน หมายเลขที่อยู่กับคำอธิบายของสัญญาณเตือนจะช่วยคุณกับการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ถ้าคุณติดต่อฝ่ายบริการของ Danfoss ให้คุณอ้างถึงหมายเลขและคำอธิบายของสัญญาณเตือน

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
AMA ที่ไม่ประสบความสำเร็จ มักเกิดขึ้นจากข้อมูลป้ายชื่อมอเตอร์ลงทะเบียนไว้ไม่ถูกต้อง หรือมีความแตกต่างมากเกินไประหว่างขนาดกำลังมอเตอร์ และขนาดกำลังของ FC 300

**ขั้นที่ 4. ตั้งขีดจำกัดความเร็ว และเวลาที่ใช้เปลี่ยนความเร็ว**

ตั้งค่าขีดจำกัดที่ต้องการสำหรับความเร็ว และเวลาที่ใช้เปลี่ยนความเร็ว

| | |
|---|---|
| ค่าอ้างอิงต่ำสุด | พารามิเตอร์ 3-02 |
| ค่าอ้างอิงสูงสุด | พารามิเตอร์ 3-03 |

| | |
|---|---|
| ขีดจำกัดล่างของความเร็วมอเตอร์ | พารามิเตอร์ 4-11 หรือ 4-12 |
| ขีดจำกัดบนของความเร็วมอเตอร์ | พารามิเตอร์ 4-13 หรือ 4-14 |

| | |
|---|---|
| เวลาที่ใช้เปลี่ยนความเร็ว 1 [s] | พารามิเตอร์ 3-41 |
| เวลาที่ใช้ในการลดความเร็ว 1 [s] | พารามิเตอร์ 3-42 |

# การเชื่อมต่อเพิ่มเติม

## การเชื่อมต่อบัส DC

ขั้วต่อบัส DC ใช้สำหรับชุดสำรองไฟ DC พร้อมกับวงจรตัวกลางที่จัดหาจากแหล่งภายนอก

| |
|---|
| หมายเลขขั้วต่อ: 88, 89 |

โปรดติดต่อ Danfoss หากคุณต้องการข้อมูลเพิ่มเติม

## การติดตั้งการแบ่งโหลด

สายเคเบิลเชื่อมต่อต้องเป็นแบบชีลและมีความยาวสูงสุดจากตัวแปลงความถี่ถึงแท่ง DC (DC Bar) ที่ 25 เมตร

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
การแบ่งโหลดจะต้องพิจารณาเรื่องอุปกรณ์พิเศษและความปลอดภัยเพิ่มเติม สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูที่คำแนะนำการแบ่งโหลด MI.50.NX.YY

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ระดับแรงดันไฟฟ้าสูงถึง 975 V DC (@ 600 V AC) อาจเกิดขึ้นระหว่างขั้วต่อ

## ตัวเลือกการเชื่อมต่อเบรค

สายเคเบิลที่เชื่อมต่อไปยังตัวต้านทานเบรคต้องเป็นแบบชีล

| หมายเลข | 81 | 82 | ตัวต้านทานเบรค |
|---|---|---|---|
| | R- | R+ | ขั้วต่อ |

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
เบรกไดนามิกจะต้องพิจารณาเรื่องอุปกรณ์และความปลอดภัยเพิ่มเติม สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมโปรดติดต่อ Danfoss

1. ใช้ตัวรัดสายเคเบิลเพื่อเชื่อมต่อส่วนชีลไปยังกล่องโลหะของตัวแปลงความถี่และต่อไปยังแผ่นดีคัปปลิงของตัวต้านทานเบรค
2. ขนาดหน้าตัดของสายเคเบิลเบรคต้องพอดีกับกระแสเบรค

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ระดับแรงดันไฟฟ้าสูงถึง 975 V DC (@ 600 V AC) อาจเกิดขึ้นระหว่างขั้วต่อ

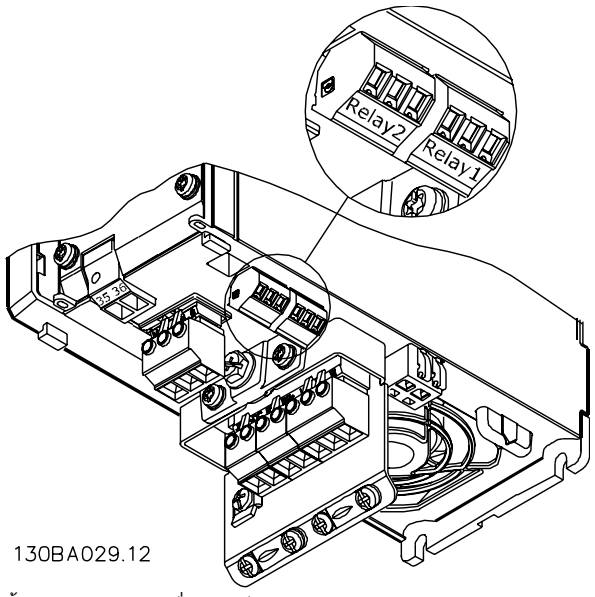
**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
หาก IGBT เบรคเกิดการลัดวงจร ป้องกันกำลังสูญภายในตัวต้านทานเบรคโดยใช้สวิตช์หลักหรือคอนแทคเตอร์เพื่อตัดการเชื่อมต่อไฟหลักสำหรับตัวแปลงความถี่ ตัวแปลงความถี่เท่านั้นที่จะควบคุมคอนแทคเตอร์

## การเชื่อมต่อรีเลย์

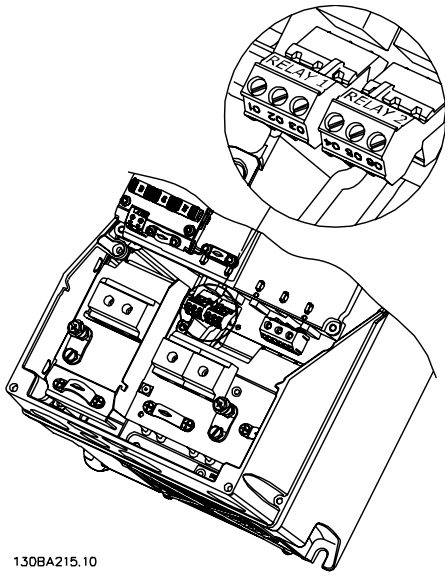
สำหรับการตั้งค่าเอาท์พุทของรีเลย์ ดูกลุ่มพารามิเตอร์ 5-4* รีเลย์

| หมายเลข | 01 - 02 | ทำ (ปกติเปิด) |
|---|---|---|
| | 01 - 03 | เบรค (ปกติปิด) |
| | 04 - 05 | ทำ (ปกติเปิด) |
| | 04 - 06 | เบรค (ปกติปิด) |

## วิธีการติดตั้ง




ขั้วต่อสำหรับการเชื่อมต่อรีเลย์
(ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3)




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

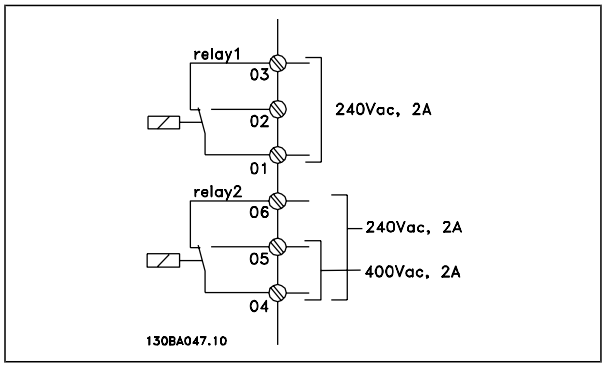
### ☐ เอาท์พุทรีเลย์

**รีเลย์ 1**

- ขั้วต่อ 01: ร่วม (Common)
- ขั้วต่อ 02: ปกติเปิด 240 V AC
- ขั้วต่อ 03: ปกติปิด 240 V AC

**รีเลย์ 2 (ไม่มีใน FC 301) ≤7.5 kW**)

- ขั้วต่อ 04: ร่วม (Common)
- ขั้วต่อ 05: ปกติเปิด 400 V AC
- ขั้วต่อ 06: ปกติปิด 240 V AC




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

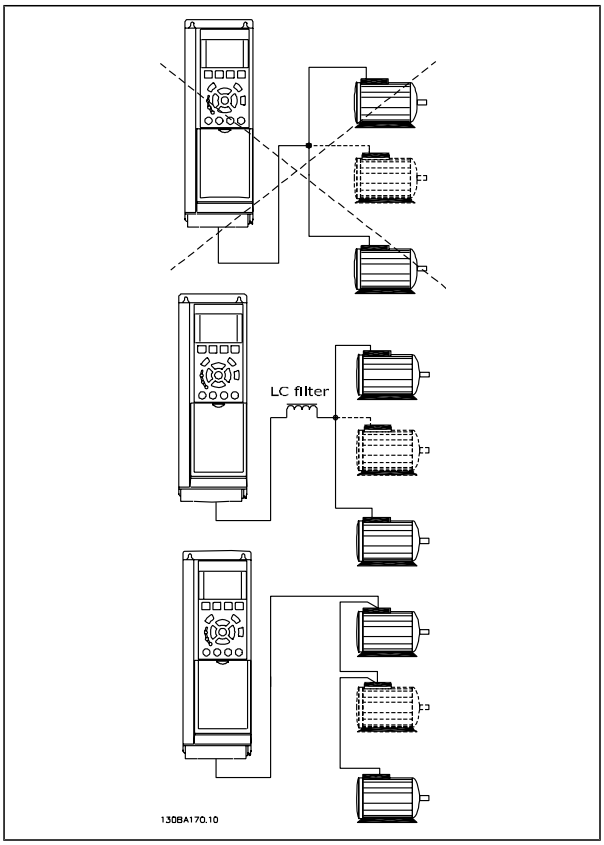
รีเลย์เอาท์พุทเพิ่มเติมโดยใช้โมดูลอุปกรณ์เสริม MCB 105

### ☐ การต่อมอเตอร์หลายตัวขนานกัน

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

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
การติดตั้งด้วยสายเคเบิลที่เชื่อมต่อในจุดต่อร่วมดังที่แสดงในภาพประกอบ 1 เป็นการแนะนำเมื่อสำหรับความยาวของสายเคเบิลที่มีระยะสั้นเท่านั้น

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




อาจมีปัญหาเกิดขึ้นขณะสตาร์ท และที่ค่า RPM ระดับต่ำหากขนาดมอเตอร์มีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากความต้านทานไฟฟ้าสัมพัทธ์ค่าสูงของสเตเตอร์ของมอเตอร์ขนาดเล็กต้องการแรงดันไฟฟ้าระดับสูงกว่าเมื่อสตาร์ทที่ค่า RPM ต่ำ

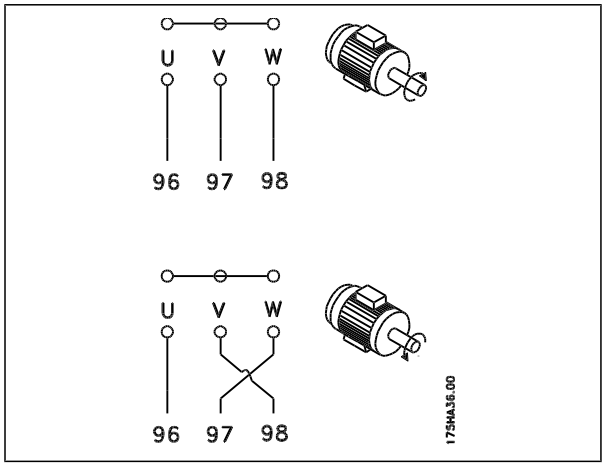
รีเลย์ความร้อนอิเล็กทรอนิก (ETR) ของตัวแปลงความถี่ไม่สามารถใช้เป็นการป้องกันมอเตอร์สำหรับมอเตอร์แต่ละตัวในระบบที่มีมอเตอร์เชื่อมต่อกันแบบขนาน ควรจัดให้มีการป้องกันมอเตอร์เพิ่มเติม เช่น ใช้เทอร์มิสเตอร์ในมอเตอร์แต่ละตัว หรือรีเลย์ความร้อนแยกจากกัน (ไม่ควรใช้เซอร์กิตเบรคเกอร์ในการป้องกัน)

### ☐ ทิศทางการหมุนของมอเตอร์

การตั้งค่ามาตรฐานคือ การหมุนตามเข็มนาฬิกาโดยที่เอาท์พุทตัวแปลงความถี่เชื่อมต่ออยู่ในลักษณะดังนี้

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

ทิศทางการหมุนของมอเตอร์สามารถเปลี่ยนได้โดยการสลับเฟสของมอเตอร์สองเฟส



# วิธีการติดตั้ง

### ☐ การป้องกันความร้อนสะสมของมอเตอร์

รีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกใน FC 300 ได้รับการรับรอง UL สำหรับการป้องกันมอเตอร์แบบเดี่ยว เมื่อพารามิเตอร์ 1-90 *การป้องกันความร้อนสะสมของมอเตอร์* ตั้งไว้ที่ *ตัดการทำงานเนื่องจาก ETR* และพารามิเตอร์ 1-24 *กระแสมอเตอร์, $I_{M,N}$* ตั้งไว้ที่กระแสมอเตอร์ค่าพิกัด (ดูจากป้ายชื่อมอเตอร์)

### ☐ การติดตั้งสายเคเบิลเบรค

(เฉพาะตัวแปลงความถี่ที่สั่งซื้อพร้อมอุปกรณ์เสริมสวิตช์คายพลังงานเบรค)

สายเคเบิลที่เชื่อมต่อไปยังตัวต้านทานเบรคต้องเป็นแบบชีล

1. เชื่อมต่อส่วนชีลด้วยตัวรัดสายเคเบิลเข้ากับแผ่นหลังตัวนำของตัวแปลงความถี่ และกับกล่องโลหะของตัวต้านทานเบรค
2. ใช้ขนาดภาคตัดขวางของสายเคเบิลเบรคให้ตรงกับแรงบิดเบรค

| หมายเลข | ฟังก์ชัน |
|---|---|
| 81, 82 | ขั้วต่อตัวต้านทานเบรค |

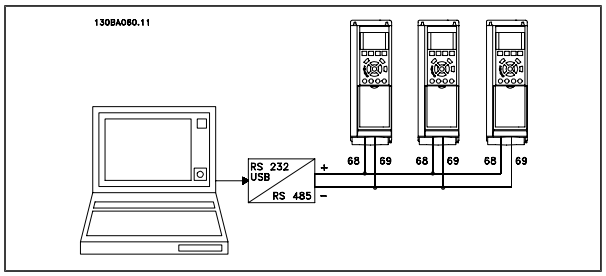
ดูคำแนะนำเกี่ยวกับเบรค MI.90.FX.YY และ MI.50.SX.YY สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการติดตั้งที่ปลอดภัย

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
แรงดันที่สูงถึง 960 V DC อาจเกิดขึ้นบนขั้วต่อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแรงดันแหล่งจ่ายไฟ

### ☐ การเชื่อมต่อบัส RS 485

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

หากมีตัวแปลงความถี่มากกว่าหนึ่งเครื่องเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ ให้ใช้การเชื่อมต่อแบบขนาน




เพื่อหลีกเลี่ยงกระแสปรับความต่างศักย์ในส่วนชีล ให้ต่อส่วนชีลของสายเคเบิลลงดินผ่านขั้วต่อ 61 ซึ่งเชื่อมต่อกับโครงผ่านทาง RC-link

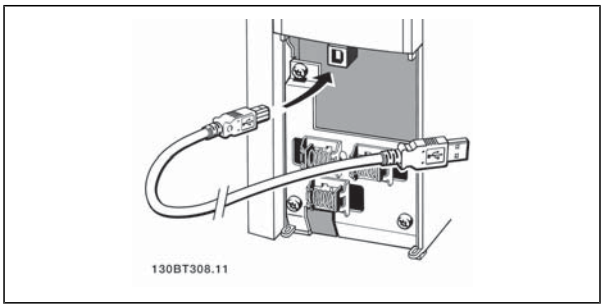
**การเทอมิเนตบัส**
บัส RS485 จะต้องเทอมิเนตด้วยชุดตัวต้านทานที่ปลายทั้งสองด้าน ในจุดประสงค์นี้ ตั้งสวิตช์ S801 ที่การ์ดควบคุมเป็น "ON" (เปิด) สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ดูย่อหน้า *สวิตช์ S201, S202 และ S801*

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
โปรโตคอลการสื่อสารต้องตั้งที่ FC MC พารามิเตอร์ 8-30

### ☐ วิธีการเชื่อมต่อ PC ไปยัง FC 300

หากต้องการควบคุมตัวแปลงความถี่จาก PC ให้ติดตั้งซอฟต์แวร์ MCT 10 Set-up (ชุดคำสั่ง MCT 10)
เครื่อง PC จะเชื่อมต่อผ่านสายเคเบิล USB (แม่ข่าย/อุปกรณ์) มาตรฐาน หรือผ่านอินเตอร์เฟส RS485 ดังแสดงในหัวข้อ *การเชื่อมต่อบัส* ในบท *วิธีการตั้งโปรแกรม*

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
การเชื่อมต่อ USB ถูกแยกโดดทางไฟฟ้าจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ (PELV) และขั้วต่อแรงดันสูงอื่นๆ การเชื่อมต่อด้วย USB ถูกเชื่อมต่อเพื่อป้องกันการลงดินของตัวแปลงความถี่ ใช้แลปท็อปแยกต่างหากเพื่อเชื่อมต่อเป็นเครื่องพีซีเข้ากับขั้วต่อ USB บนชุดขับเคลื่อน FC 300 เท่านั้น




การเชื่อมต่อ USB

### กล่องข้อความของซอฟต์แวร์ FC 300

**การเก็บข้อมูลในพีซีผ่านทางซอฟต์แวร์การตั้งค่า MCT 10:**

1. เชื่อมต่อพีซีเข้ากับเครื่องผ่านทางพอร์ต USB
2. เปิดซอฟต์แวร์การตั้งค่า MCT 10
3. เลือก "Read from drive" (อ่านจากชุดขับเคลื่อน)
4. เลือก "Save as" บันทึกเป็น

ขณะนี้ พารามิเตอร์จะถูกเก็บไว้

**การถ่ายโอนข้อมูลจากพีซีไปยังชุดขับผ่านทางซอฟต์แวร์การตั้งค่า MCT 10:**

1. เชื่อมต่อพีซีเข้ากับเครื่องผ่านทางพอร์ต USB
2. เปิดซอฟต์แวร์การตั้งค่า MCT 10
3. เลือก "Open" (เปิด) - ไฟล์ที่เก็บไว้จะแสดงขึ้นมา
4. เปิดไฟล์ที่เหมาะสม
5. เลือก "Write to drive" (เขียนไปยังชุดขับ)

ขณะนี้ พารามิเตอร์ทั้งหมดจะถูกถ่ายโอนไปยังชุดขับ

มีคู่มือแยกต่างหากสำหรับซอฟต์แวร์การตั้งค่า MCT 10

### การทดสอบแรงดันสูง

ทำการทดสอบแรงดันสูงด้วยการลัดวงจรขั้วต่อ U, V, W, $L_1$, $L_2$ และ $L_3$จ่ายพลังงานสูงสุด 2.15 kV DC เป็นเวลาหนึ่งวินาทีระหว่างการลัดวงจรนี้กับโครงเครื่อง

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
เมื่อรันการทดสอบที่แรงดันสูงของสิ่งที่ติดตั้งอยู่ทั้งหมด ให้ตัดการเชื่อมต่อระหว่างแหล่งไฟหลักและมอเตอร์หากกระแสรั่วไหลสูงเกินไป

### การต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย

ตัวแปลงความถี่มีกระแสรั่วไหลระดับสูงและต้องมีการต่อลงดินอย่างเหมาะสมเพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยตามมาตรฐาน EN 50178

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

### การติดตั้งทางไฟฟ้า คำเตือนเกี่ยวกับ EMC

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

**แนวปฏิบัติที่ดีทางวิศวกรรมเพื่อความมั่นใจในการติดตั้งทางไฟฟ้าที่เหมาะสมตาม EMC**

## วิธีการติดตั้ง

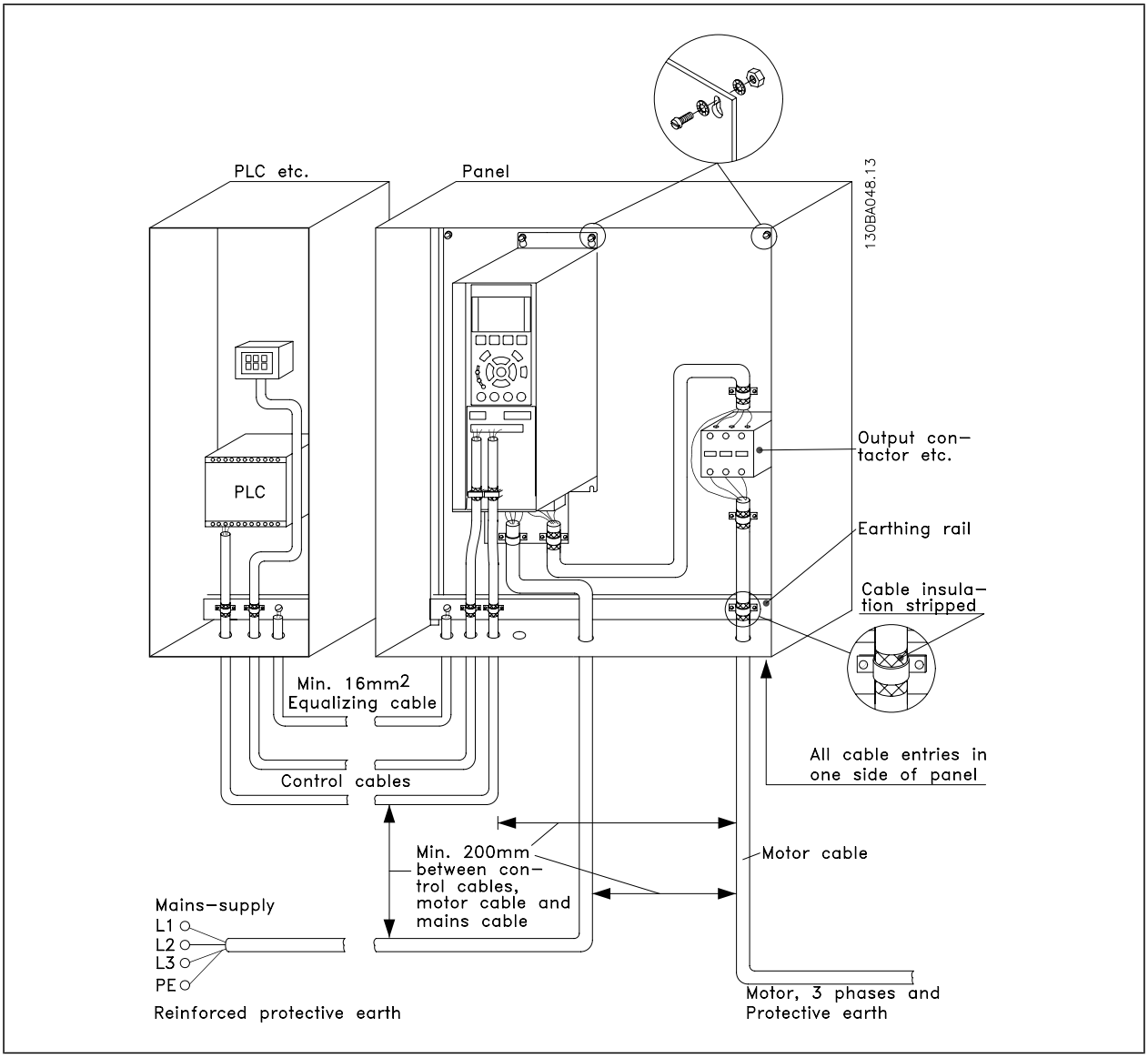
- ใช้แต่สายเคเบิลมอเตอร์ ที่มีชีลแบบถัก/ปลอกโลหะ และ สายเคเบิลควบคุมที่มีชีลแบบถัก/ปลอกโลหะเท่านั้น ส่วนชีลนี้ควรจะครอบคลุมพื้นที่อย่างน้อย 80% วัสดุที่ใช้เป็นชีลจะต้องเป็นโลหะ ไม่จำกัดชนิดแต่โดยทั่วไปจะเป็นทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก หรือตะกั่ว สำหรับสายเคเบิลหลักไม่มีข้อกำหนดเป็นพิเศษ
- การติดตั้งโดยใช้ท่อร้อยสายที่เป็นโลหะแข็งไม่ใช่สิ่งจำเป็นในการใช้สายเคเบิลแบบชีล แต่สำหรับสายเคเบิลมอเตอร์จะต้องได้รับการติดตั้งในท่อร้อยสายแยกจากสายเคเบิลหลักและสายควบคุม การเชื่อมต่อของท่อจากชุดขับเคลื่อนไปที่มอเตอร์ต้องต่อไว้อย่างครบถ้วน ประสิทธิภาพ EMC ของท่อร้อยสายแบบยืดหยุ่นจะแตกต่างกันมาก และต้องขอข้อมูลจากผู้ผลิต
- เชื่อมต่อท่อร้อยสาย/สายชีล เข้ากับการต่อลงดินที่ปลายทั้งสองด้านของสายเคเบิลมอเตอร์ รวมถึงสายควบคุม ในบางกรณี จะไม่สามารถเชื่อมต่อส่วนชีลในปลายทั้งสองด้าน หากเป็นเช่นนั้น ให้เชื่อมต่อส่วนชีลที่ตัวแปลงความถี่ ดูเพิ่มเติมที่ *การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมที่มีชีลแบบเกลียว*
- หลีกเลี่ยงการต่อชิลด์/ปลอกโลหะ แบบบิดเกลียวที่ปลาย (หางหมู) เนื่องจากจะเพิ่มอิมพีแดนซ์ความถี่สูงของชีล ซึ่งจะลดประสิทธิผลที่ความถี่สูง ใช้ ตัวรัดสายเคเบิล อิมพีแดนซ์ต่ำ หรือเคเบิลแกลนด์ EMC แทน
- หลีกเลี่ยงการใช้สายเคเบิลมอเตอร์หรือสายเคเบิลควบคุมที่ไม่มีส่วนชีล ภายในตู้ที่ตั้งชุดขับในทุกกรณีที่เลี่ยงได้

ปล่อยส่วนชีลให้ใกล้กับขั้วต่อมากที่สุดเท่าที่ทำได้

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

หากไม่ติดตั้งตามแนวทางนี้และหากใช้สายเคเบิลและสายควบคุมที่ไม่ใช่แบบชีล จะถือว่าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในการแพร่กระจาย แม้ว่าจะตรงตามข้อกำหนดความคงทนก็ตาม โปรดดูที่ย่อหน้า *ผลลัพธ์การทดสอบ EMC*

## วิธีการติดตั้ง




การติดตั้งทางไฟฟ้าที่ถูกต้องตาม EMC ของตัวแปลงความถี่ IP20

### การใช้สายเคเบิลที่ถูกต้องตาม EMC

Danfoss แนะนำให้ใช้สายเคเบิลที่มีชีลแบบเกลียว เพื่อการป้องกัน EMC ที่เหมาะสมที่สุด ของสายควบคุมและการปลดปล่อย EMC จากสายเคเบิลมอเตอร์ที่น้อยที่สุด

ความสามารถของสายเคเบิลในการลดการแผ่เข้าและออกต่อเนื่องของการรบกวนทางไฟฟ้า จะขึ้นอยู่กับอิมพีแดนซ์การถ่ายโอน (Transfer Impedance) ($Z_T$) ส่วนชีลของสายเคเบิลโดยปกติแล้วจะออกแบบให้ลดการถ่ายโอนของการรบกวนทางไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ส่วนชีลที่มีค่าอิมพีแดนซ์การถ่ายโอนระดับต่ำ ($Z_T$) จะมีประสิทธิผลมากกว่าส่วนชีลที่มีอิมพีแดนซ์การถ่ายโอนระดับสูงกว่า ($Z_T$)

อิมพีแดนซ์การถ่ายโอน ($Z_T$) ไม่ค่อยมีการระบุถึงจากผู้ผลิตสายเคเบิล แต่มักจะสามารถประมาณค่าอิมพีแดนซ์การถ่ายโอน ($Z_T$) ได้โดยการประเมินรูปแบบทางกายภาพของสายเคเบิล

อิมพีแดนซ์การถ่ายโอน ($Z_T$) ประเมินได้จากปัจจัยต่อไปนี้:

- ความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุชีล
- ความต้านทานหน้าสัมผัสระหว่างตัวนำของชีลแต่ละตัว
- พื้นที่ของการชีล เช่น พื้นที่ทางกายภาพของสายเคเบิลที่ส่วนชีลครอบคลุม ซึ่งมักจะระบุเป็นค่าเปอร์เซ็นต์
- ประเภทการชีล เช่น รูปแบบถักเกลียวหรือบิดม้วน

a. ส่วนหุ้มอลูมิเนียมมีลวดทองแดง

b. ลวดทองแดงบิดม้วนหรือสายเคเบิลลวดเหล็กมีเกราะหุ้ม

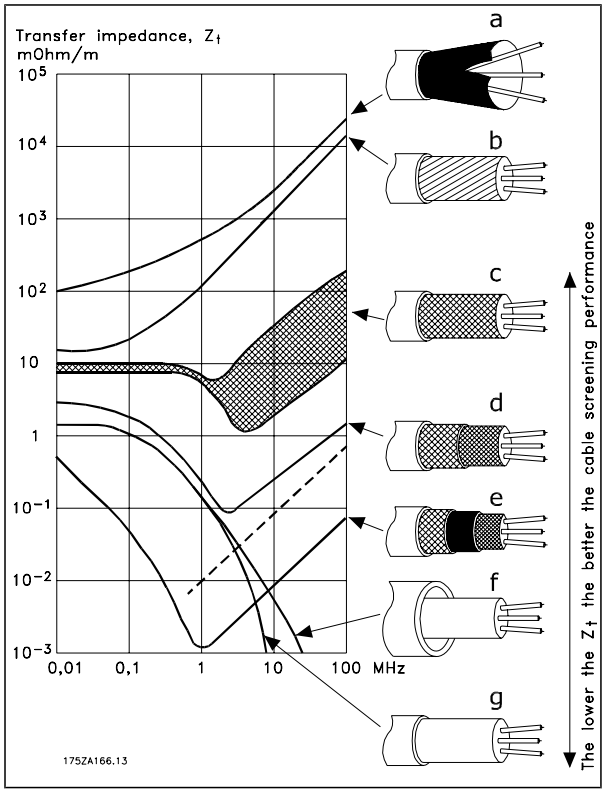
c. ลวดทองแดงถักเป็นเกลียวชั้นเดียวที่มีพื้นที่ชีลครอบคลุมที่เปอร์เซ็นต์ต่างกัน
เป็นสายเคเบิลอ้างอิงของ Danfoss

d. ลวดทองแดงถักเป็นเกลียวสองชั้น

e. ลวดทองแดงถักเป็นเกลียวชั้นคู่ที่มีชั้นขั้นกลางแม่เหล็กแบบถักเป็นเกลียว/มีเกราะหุ้ม

f. สายเคเบิลที่มีสายทองแดงหรือเหล็กอยู่ภายใน

g. สายเคเบิลตะกั่วที่มีความหนาปลอก 1.1 มม.



### ☐ การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบชีล

โดยทั่วไปแล้ว สายเคเบิลควบคุมจะต้องเป็นแบบชีลบิดเกลียว และส่วนชีลต้องเชื่อมต่อด้วย ตัวรัดสายเคเบิลที่ปลายทั้งสองด้านเข้ากับตู้โลหะของเครื่อง

ภาพวาดด้านล่างแสดงถึงวิธีการต่อลงดินที่ถูกต้องและสิ่งที่ต้องทำหากเกิดข้อสงสัย

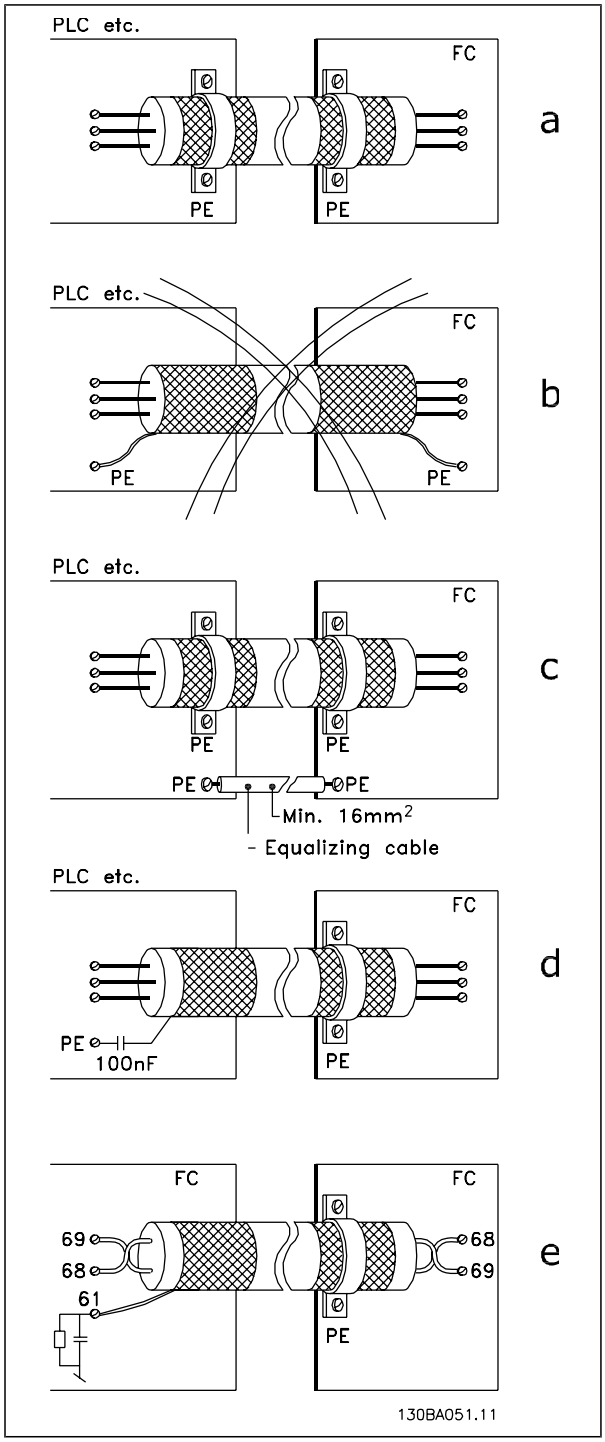
a. **การต่อลงดินที่ถูกต้อง**
สายเคเบิลควบคุมและสายเคเบิลสำหรับการสื่อสารอนุกรมจะต้องได้รับการติดด้วยตัวรัดสายเคเบิลที่ปลายทั้งสองด้าน เพื่อให้มั่นใจได้ถึงการสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดีที่สุด

b. **การต่อลงดินที่ ผิด**
อย่าใช้ปลายสายเคเบิลแบบบิดเกลียว (หางหมู) เนื่องจากจะเพิ่มอิมพีแดนซ์ให้กับชีลที่ความถี่ระดับสูง

c. **การป้องกันในส่วนของความต่างศักย์เทียบกับดินระหว่าง PLC และ VLT**
หากความต่างศักย์เทียบกับดินระหว่างตัวแปลงความถี่และ PLC (ฯลฯ) มีความต่างกัน อาจเกิดสัญญาณรบกวนที่จะรบกวนการทำงานทั้งระบบ แก้ปัญหานี้โดยติดตั้งสายเคเบิลปรับสมดุล (Equalising Cable) ถัดจากสายเคเบิลควบคุม ภาคตัดขวางของสายเคเบิลต่ำสุด: 16 $mm^2$

d. **สำหรับวงรอบดิน (Earth Loop) 50/60 Hz**
หากใช้สายเคเบิลที่ยาวมาก วงรอบดิน 50/60 Hz อาจเกิดขึ้น แก้ปัญหานี้โดยเชื่อมต่อปลายด้านหนึ่งของส่วนชีลลงดินผ่านทางตัวเก็บประจุ 100nF (พยายามให้ตัวนำสั้น)

e. **สายเคเบิลสำหรับ การสื่อสารอนุกรม**
กำจัดกระแสรบกวนความถี่ต่ำระหว่างตัวแปลงความถี่สองเครื่องโดยเชื่อมต่อปลายของส่วนชีลด้านหนึ่งเข้ากับขั้วต่อ 61 ขั้วนี้จะถูกเชื่อมต่อลงดินผ่านส่วนเชื่อมต่อ RC ภายใน ใช้สายเคเบิลบิดเกลียวคู่เพื่อลดการรบกวนโหมดผลต่าง (Differential mode) ระหว่างตัวเหนี่ยวนำ

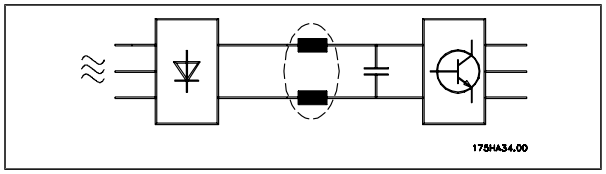


## ☐ การรบกวนของแหล่งจ่ายไฟสายหลัก/ฮาร์โมนิค

ตัวแปลงความถี่จะใช้กระแสที่ไม่ได้เป็นรูปคลื่นไซน์จากสายหลัก ซึ่งจะเพิ่มกระแสไฟเข้า $I_{RMS}$ กระแสที่ไม่ได้เป็นรูปคลื่นไซน์จะถูกแปลงโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ Fourier และแยกเป็นกระแสรูปคลื่นไซน์ที่มีความถี่แตกต่างกัน นั่นคือ กระแสฮาร์โมนิคที่แตกต่างกัน $I_N$ โดยมีความถี่มูลฐาน 50 Hz:

| กระแสฮาร์โมนิค | $I_1$ | $I_5$ | $I_7$ |
|---|---|---|---|
| Hz | 50 Hz | 250 Hz | 350 Hz |

ฮาร์โมนิคจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานโดยตรง แต่จะทำให้สูญเสียความร้อนเพิ่มขึ้นในอุปกรณ์ที่ติดตั้ง (หม้อแปลงไฟฟ้า สายเคเบิล) ดังนั้น ในโรงงานที่มีการติดตั้งตัวแปลงไฟสลับเป็นไฟตรงเป็นโหลดในอัตราที่สูง ให้รักษากระแสฮาร์โมนิคไว้ที่ระดับต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงภาระเกินในหม้อแปลงและอุณหภูมิสูงในสายเคเบิล




**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
กระแสไฟฮาร์โมนิคบางส่วนอาจรบกวนอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมต่อกับหม้อแปลงตัวเดียวกัน หรือก่อให้เกิดการรีโซแนนซ์ที่เกี่ยวเนื่องกับแบตเตอรี่แก้ไขตัวประกอบกำลัง

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 โดยปกติแล้ว จะช่วยลดกระแสเข้า $I_{RMS}$ ได้ 40%

ความเพี้ยนของแรงดัน (Voltage Distortion) บนแหล่งจ่ายไฟสายหลักขึ้นอยู่กับขนาดของกระแสฮาร์โมนิค คูณด้วยอิมพีแดนซ์สายหลักสำหรับความถี่ที่เกี่ยวข้อง ความเพี้ยนของแรงดัน THD โดยรวม คำนวณจากฮาร์โมนิคแรงดันแต่ละตัว โดยใช้สูตรต่อไปนี้:

$$THD\% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \ldots + U_N^2} \quad (U_N\% \text{ ของ } U)$$

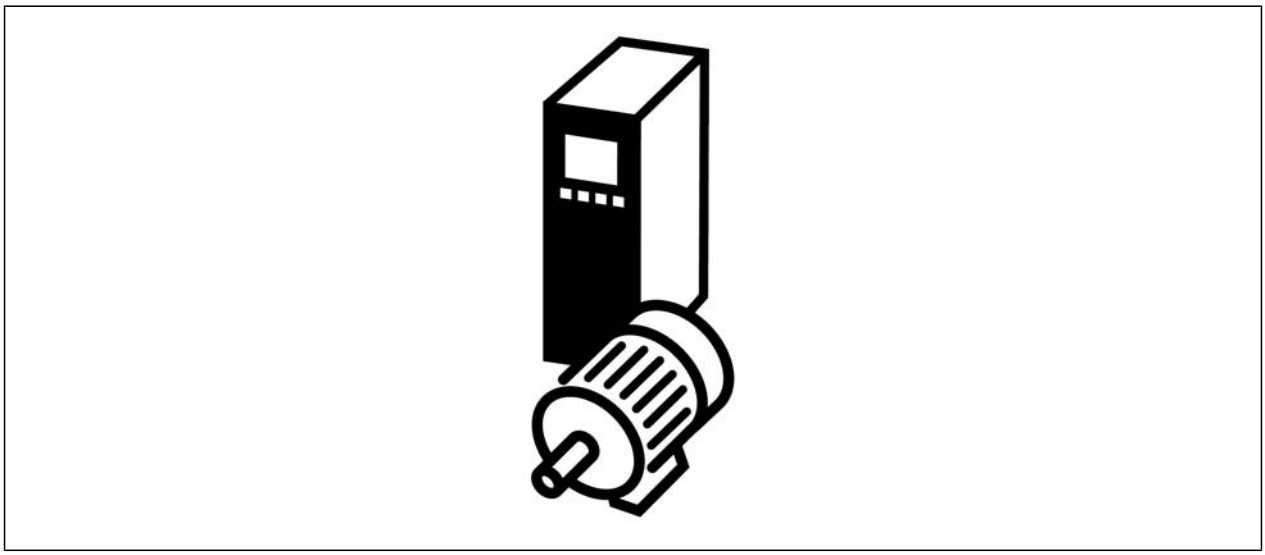
## ☐ อุปกรณ์กระแสตกค้าง (RCD)

คุณสามารถใช้รีเลย์ RCD, การต่อลงดินแบบป้องกันหลายทาง หรือการต่อลงดินแบบป้องกันพิเศษ เพื่อให้เป็นไปตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยในท้องถิ่น

หากเกิดฟอลต์ลงดิน อาจเกิดองค์ประกอบ DC ในกระแสฟอลต์

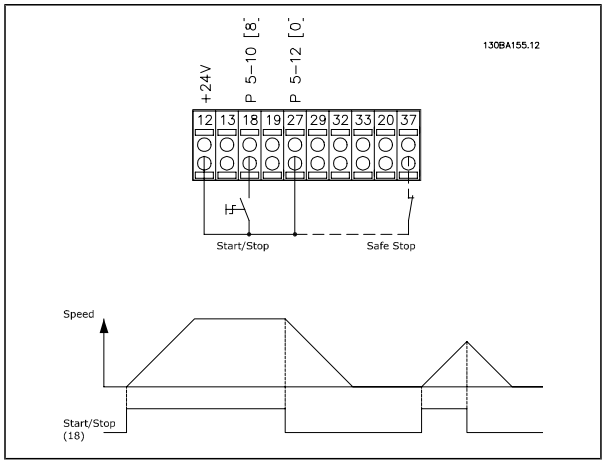
หากใช้รีเลย์ RCD คุณจะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบในท้องถิ่น จะต้องใช้รีเลย์ที่เหมาะสำหรับการป้องกันอุปกรณ์ 3 เฟส ที่มีตัวแปลงไฟสลับเป็นไฟตรงแบบบริดจ์ และการคายประจุแบบสั้นๆ เมื่อเปิดไฟ โปรดดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อ *กระแสรั่วไหลลงดิน*

# ตัวอย่างการใช้งาน



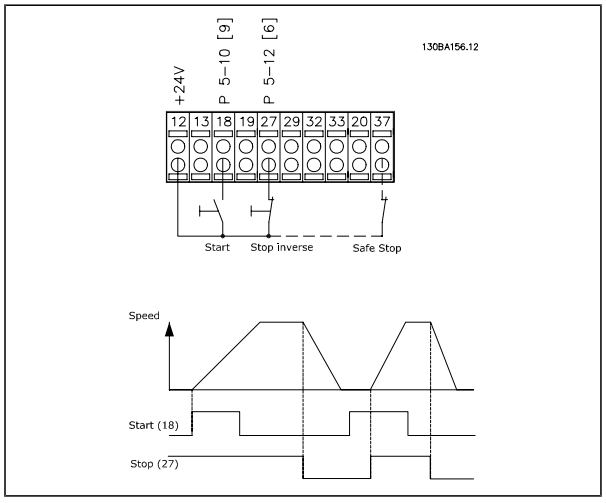
### ☐ สตาร์ท/หยุด

ขั้วต่อ 18 = พารามิเตอร์ 5-10 [8] *สตาร์ท*
ขั้วต่อ 27 = พารามิเตอร์ 5-12 [0] *ไม่มีการทำงาน* (ค่ามาตรฐานจากโรงงาน *ลื่นไหล ผกผัน*)
ขั้วต่อ 37 = การหยุดแบบปลอดภัย (FC 302 และ FC 301 A1 เท่านั้น)




### ☐ พัลส์ สตาร์ท/หยุด

ขั้วต่อ 18= พารามิเตอร์ 5-10 [9] *การสตาร์ทแบบค้าง*
ขั้วต่อ 27= พารามิเตอร์ 5-12 [-12] *หยุดผกผัน*
ขั้วต่อ 37 = การหยุดแบบปลอดภัย (FC 302 และ FC 301 A1 เท่านั้น)



## ตัวอย่างการใช้งาน

### ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์

ค่าอ้างอิงแรงดันไฟฟ้าผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์

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

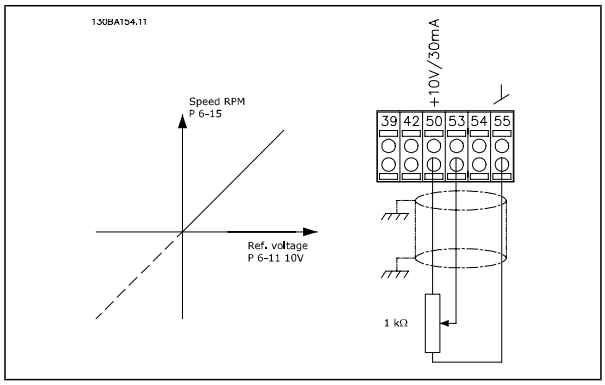
ขั้วต่อ 53, แรงดันต่ำ = 0 โวลต์

ขั้วต่อ 53, แรงดันสูง = 0 โวลต์

ขั้วต่อ 53, ค่าอ้างอิง/ค่าป้อนกับ ต่ำ = 0 RPM

ขั้วต่อ 53, ค่าอ้างอิง/ค่าป้อนกลับ สูง = 1500 RPM

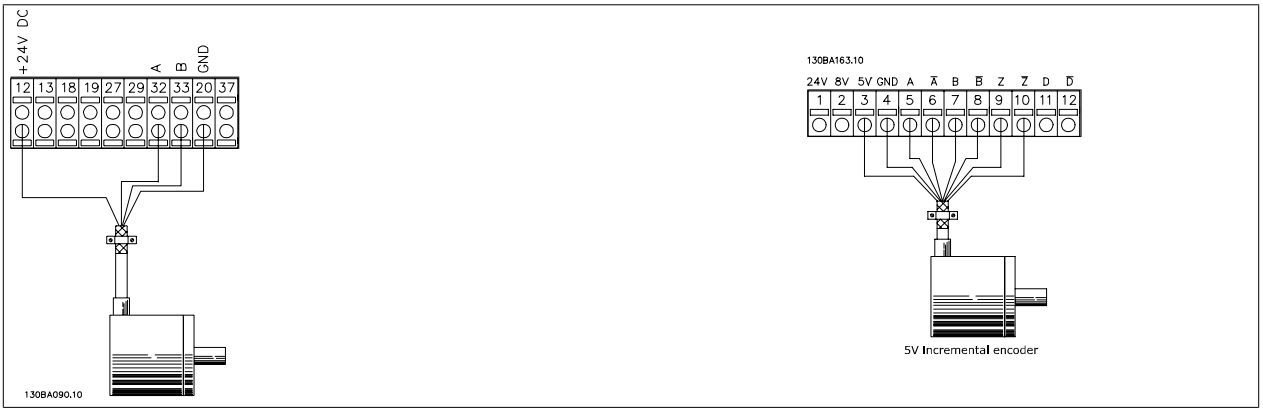
สวิตช์ S201 = ปิด (U)




### การเชื่อมต่อเอ็นโคดเดอร์

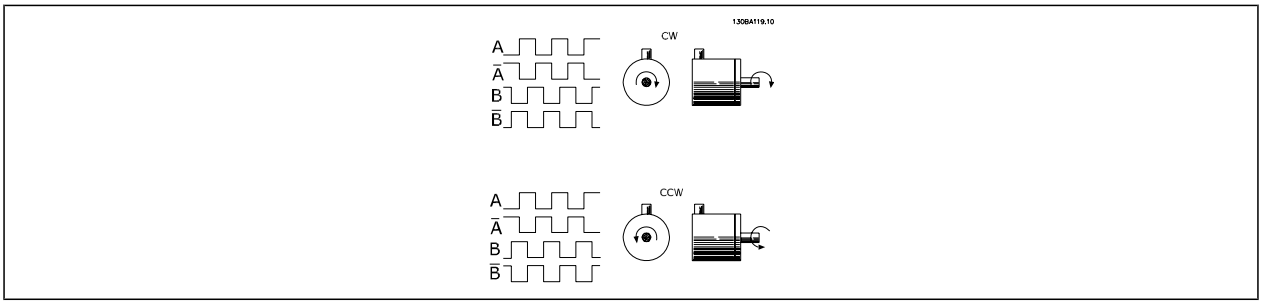
จุดประสงค์ของคำแนะนำนี้คือ เพื่อให้ความสะดวกในการตั้งค่าการเชื่อมต่อเอ็นโคดเดอร์กับ FC 302 การตั้งค่าพื้นฐานสำหรับระบบควบคุมความเร็ววงรอบปิดจะแสดงขึ้น ก่อนการตั้งค่าเอ็นโคดเดอร์

**การเชื่อมต่อเอ็นโคดเดอร์กับ FC 302**




### ทิศทางเอ็นโคดเดอร์

ทิศทางของเอ็นโคดเดอร์จะถูกกำหนดโดยลำดับของพัลส์ที่เข้าสู่ชุดขับเคลื่อน
ทิศทาง_ตามเข็มนาฬิกา_หมายถึงแชนเนล A จะนำหน้าเท่ากับ 90 องศาไฟฟ้าเทียบกับแชนเนล B
ทิศทาง_ _ทวนเข็มนาฬิกาหมายถึงแชนเนล B จะนำหน้าเท่ากับ 90 องศาไฟฟ้าเทียบกับแชนเนล A
ทิศทางจะกำหนดโดยดูที่ปลายเพลา



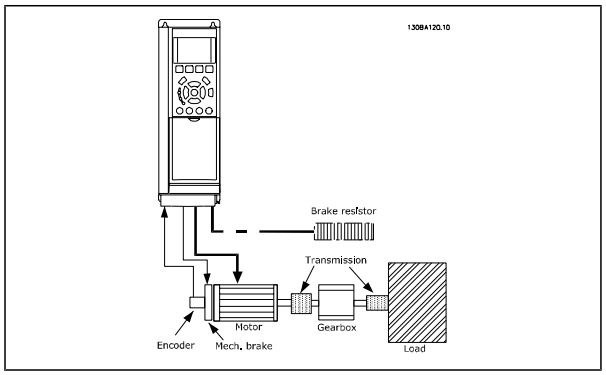
# ตัวอย่างการใช้งาน

## ระบบชุดขับเคลื่อนวงรอบปิด

โดยทั่วไประบบชุดขับเคลื่อนจะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น:

- มอเตอร์
- เพิ่ม
  (กระปุกเกียร์)
  (เบรคเชิงกล)
- ชุดขับเคลื่อนอัตโนมัติ FC 302
- เอ็นโคดเดอร์เป็นระบบป้อนกลับ
- ตัวต้านทานเบรคสำหรับการเบรคไดนามิค
- ชุดขนส่ง (Transmission)
- โหลด

อุปกรณ์การใช้งานที่ต้องมีการควบคุมเบรคเชิงกลโดยปกติจะจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานเบรค



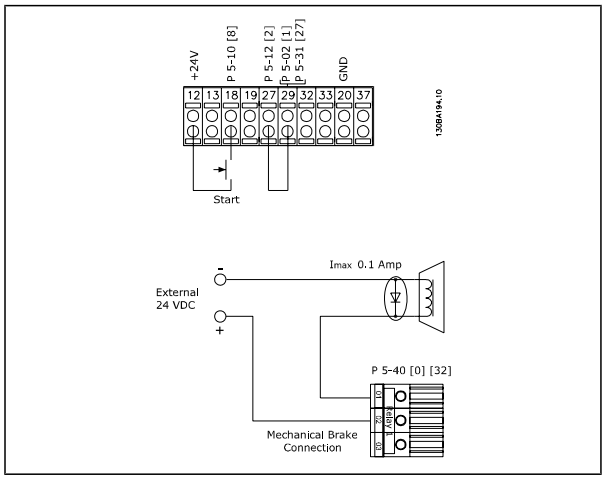

**การตั้งค่าพื้นฐานสำหรับการควบคุมความเร็ววงรอบปิดของ FC 302**

## การตั้งโปรแกรมขีดจำกัดแรงบิดและการหยุด

ในการประยุกต์ใช้งานที่มีเบรคไฟฟ้าเชิงกลภายนอก เช่นอุปกรณ์ชักรอก สามารถที่จะหยุดตัวแปลงความถี่ผ่านทางคำสั่งหยุด 'มาตรฐาน' และเปิดใช้เบรคไฟฟ้าเชิงกลภายนอกในเวลาเดียวกัน
ตัวอย่างที่ให้ไว้ด้านล่างอธิบายการตั้งโปรแกรมของการเชื่อมต่อตัวแปลงความถี่
เบรคภายนอกสามารถเชื่อมต่อกับรีเลย์ 1 หรือ 2 ดูย่อหน้า *การควบคุมของเบรคเชิงกล* ตั้งโปรแกรมขั้วต่อ 27 ไปที่ ลื่นไหล, ผกผัน [2] หรือ ลื่นไหล และรีเซ็ต, ผกผัน [3], และโปรแกรมขั้วต่อ 29 เป็น โหมดขั้วต่อ 29 เอาท์พุท [1] และจำกัดแรงบิด และหยุด [27]

<u>คำอธิบาย:</u>
หากคำสั่งหยุดทำงานผ่านขั้วต่อ 18 และตัวแปลงความถี่ไม่ได้อยู่ที่ขีดจำกัดแรงบิด มอเตอร์จะปรับลดความเร็วเป็น 0 Hz
หากตัวแปลงความถี่อยู่ที่ขีดจำกัดแรงบิดและคำสั่งหยุดถูกใช้งาน ขั้วต่อเอาท์พุท 29 (ที่ตั้งโปรแกรมเป็นขีดจำกัดแรงบิดและหยุด [27]) จะถูกใช้งาน สัญญาณไปยังขั้ว 27 จะเปลี่ยนจาก 'โลจิก 1' เป็น 'โลจิก 0' และมอเตอร์จะเริ่มลื่นไหล เพื่อให้มั่นใจว่าการชักรอกจะหยุดแม้ว่าชุดขับเคลื่อนจะไม่สามารถจัดการแรงบิดที่จำเป็น (เช่น เนื่องจากโหลดเกินมากไป)

- สตาร์ท/หยุดผ่านขั้วต่อ 18
  พารามิเตอร์ 5-10 สตาร์ท [8]
- หยุดแบบรวดเร็วผ่านขั้วต่อ 27
  พารามิเตอร์ 5-12 หยุดแบบลื่นไหล, ผกผัน [2]
- เอาท์พุท ขั้วต่อ 29
  พารามิเตอร์ 5-02 ขั้วต่อ 29 โหมด เอาท์พุท [1]
  พารามิเตอร์ 5-31 จำกัดแรงบิด & หยุด [27]
- เอาท์พุทรีเลย์ [0] (รีเลย์ 1)
  พารามิเตอร์ 5-40 การควบคุมเบรคเชิงกล [32]



## ตัวอย่างการใช้งาน

### การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ(AMA)

AMA เป็นอัลกอริธึมในการวัดทางไฟฟ้าของพารามิเตอร์ของมอเตอร์ ในขณะที่มอเตอร์กำลังหยุดนิ่ง ซึ่งหมายความว่าด้วยตัว AMA เองจะไม่จ่ายแรงบิดใดๆ

AMA มีประโยชน์เมื่อทำการทดสอบเพื่อใช้งานระบบและทำการปรับตัวแปลงความถี่ให้เหมาะสมที่สุดกับมอเตอร์ที่ใช้ คุณสมบัตินี้จะถูกใช้โดยเฉพาะในกรณีที่การตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงานไม่ได้นำมาปรับใช้กับมอเตอร์ที่ต่ออยู่

พารามิเตอร์ 1-29 ใช้ในการเลือก AMA แบบสมบูรณ์ ซึ่งจะกำหนดพารามิเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมด หรือ AMA แบบย่อ ซึ่งจะกำหนดเฉพาะความต้านทานสเตเตอร์ Rs เท่านั้น

ระยะเวลาในการทำ AMA แบบสมบูรณ์จะแปรค่า จากไม่กี่นาทีสำหรับมอเตอร์ขนาดเล็ก จนถึงมากกว่า 15 นาที บนมอเตอร์ขนาดใหญ่

**ข้อจำกัดและเงื่อนไขขั้นต้น:**

- ในการที่ AMA จะกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมอเตอร์ได้ ให้ป้อนข้อมูลเนมเพลทของมอเตอร์ที่ถูกต้องในพารามิเตอร์ 1-20 ถึง 1-26
- เพื่อให้สามารถปรับตั้งค่าของตัวแปลงความถี่ได้ดีที่สุด ให้ใช้งาน AMA เมื่อมอเตอร์เย็น การทำงานซ้ำๆ ของ AMA อาจก่อให้เกิดความร้อนแก่มอเตอร์ ซึ่งส่งผลให้ความต้านทานสเตเตอร์ Rs มีค่าเพิ่มขึ้น แต่โดยทั่วไปไม่ใช่เรื่องร้ายแรง
- AMA สามารถดำเนินการได้ที่กระแสมอเตอร์ที่พิกัดต่ำสุด 35% ของกระแสเอาท์พุทที่ระบุของตัวแปลงความถี่ AMA สามารถทำงานได้บนมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่จนถึงหนึ่งเท่าตัว
- สามารถดำเนินการทดสอบ AMA แบบย่อโดยมีตัวกรองคลื่นไซน์ติดตั้งอยู่ได้ หลีกเลี่ยงการทำงานทดสอบ AMA แบบสมบูรณ์พร้อมกับตัวกรองคลื่นไซน์ หากจำเป็นต้องตั้งค่าโดยรวม ให้ถอดตัวกรองคลื่นไซน์ขณะที่ทำงานโดย AMA แบบสมบูรณ์ หลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินการของ AMA ให้ใส่ตัวกรองคลื่นไซน์กลับคืน
- หากมีการต่อมอเตอร์แบบขนานกัน ให้ใช้แต่ AMA แบบย่อเท่านั้น
- หลีกเลี่ยงการรัน AMA แบบสมบูรณ์เมื่อใช้มอเตอร์ซิงโครนัส ถ้าใช้มอเตอร์แบบซิงโครนัส ให้รัน AMA แบบย่อ และให้ตั้งค่าข้อมูลมอเตอร์ส่วนที่เหลือด้วยตัวเอง ฟังก์ชัน AMA ไม่สามารถใช้กับมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร
- ตัวแปลงความถี่จะไม่สร้างแรงบิดมอเตอร์ระหว่างการทำ AMA ระหว่างการทำ AMA ระบบที่ใช้จะต้องไม่ส่งแรงไปที่เพลามอเตอร์ให้ทำงาน ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าจะเกิดขึ้นกับระบบระบายอากาศแบบกังหัน เป็นต้น การทำงานในลักษณะดังกล่าวจะรบกวนฟังก์ชัน AMA

### Smart Logic Controller (ตัวควบคุม Smart Logic)
### การตั้งโปรแกรม 01

อุปกรณ์ใหม่ที่มีประโยชน์ใน FC 302 ได้แก่ Smart Logic Control (SLC)

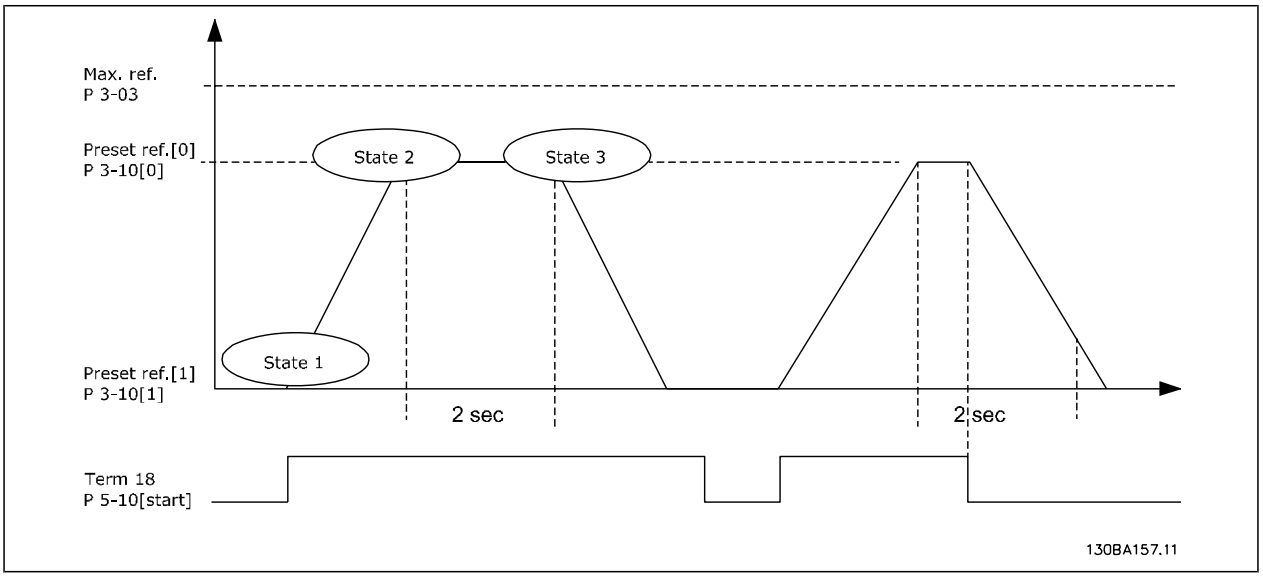
ในการประยุกต์ใช้งานที่ PLC ทำหน้าที่กำหนดลำดับการทำงานแบบง่าย SLC อาจเข้าจัดการงานเบื้องต้นแทนส่วนควบคุมหลัก SLC ได้รับการออกแบบให้ทำงานจาก event ที่ส่งไปยังหรือสร้างขึ้นใน FC 302 จากนั้นตัวแปลงความถี่จะดำเนินการตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ล่วงหน้า

### ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน SLC

หนึ่งลำดับ 1:

สตาร์ท – เร่งความเร็ว – ทำงานที่ความเร็วอ้างอิง 2 วินาที – ชะลอความเร็ว และหยุดการหมุนของเพลาจนกระทั่งหยุดทำงาน

## ตัวอย่างการใช้งาน




ตั้งเวลาขึ้น-ลงในพารามิเตอร์ 3-41 และ 3-42 ให้เป็นเวลาที่ต้องการ

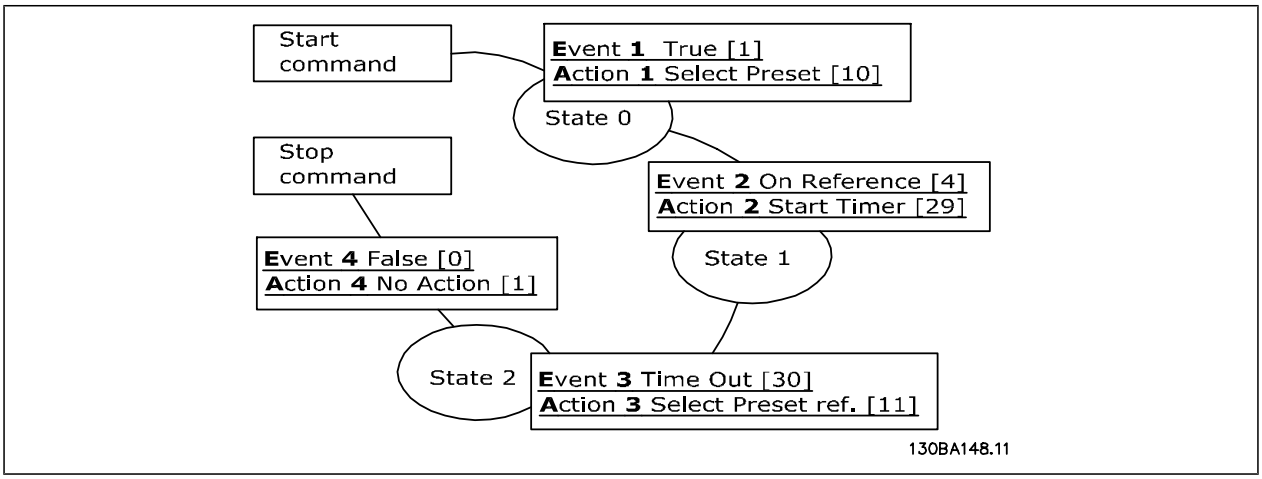
$$t_{ramp} = \frac{t_{acc} \times n_{norm}\,(\textit{พารามิเตอร์.}\ 1 - 25)}{\Delta\ ref\ [RPM]}$$

ตั้งขั้วต่อ 27 เป็น *ไม่มีการทำงาน* (พารามิเตอร์ 5-12)
ตั้งค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า 0 เป็นความเร็วที่ตั้งไว้ค่าแรก (พารามิเตอร์ 3-10 [0]) เป็นเปอร์เซ็นต์ของความเร็วอ้างอิงสูงสุด (พารามิเตอร์ 3-03) เช่น: 60%
ตั้งค่าอ้างอิงที่กำหนดล่วงหน้า 1 เป็นค่าความเร็วที่ตั้งไว้ค่าที่สอง (พารามิเตอร์ 3-10 [1] เช่น: 0 % (ศูนย์)
ตั้งตัวจับเวลา 0 สำหรับการรันความเร็วคงที่ในพารามิเตอร์ 13-20 [0] เช่น: 2 วินาที

ตั้ง Event 1 ในพารามิเตอร์ 13-51 [0] เป็น *จริง* [1]
ตั้ง Event 3 ในพารามิเตอร์ 13-51 [3] เป็น *ตามค่าอ้างอิง* [4]
ตั้ง Event 3 ในพารามิเตอร์ 13-51 [3] เป็น *หมดเวลา 0* [30]
ตั้ง Event 4 ในพารามิเตอร์ 13-51 [1] เป็น *เท็จ* [0]

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

## ตัวอย่างการใช้งาน




ตั้ง Smart Logic Control ในพารามิเตอร์ 13-00 ไว้ที่ เปิด

คำสั่งสตาร์ท/หยุดจะถูกใช้กับขั้วต่อ 18 หากสัญญาณหยุดถูกใช้ ตัวแปลงความถี่จะชะลอความเร็วและทำงานในโหมดอิสระ

# อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

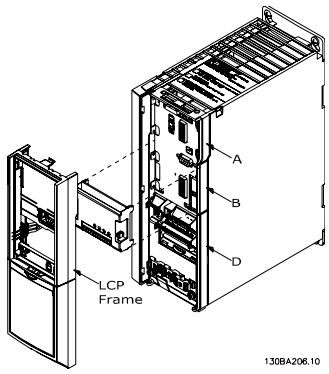
Danfoss มีอุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบสำหรับรุ่น VLT AutomationDrive FC 300 ให้เลือกมากมาย

## การติดตั้งโมดูลอุปกรณ์เสริมในสล็อต B

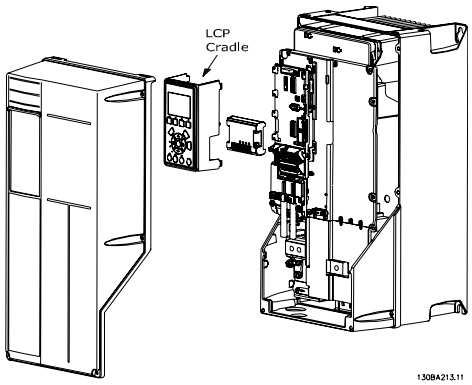
จะต้องตัดการจ่ายไฟฟ้าที่ต่อไปยังตัวแปลงความถี่

ขอแนะนำสิ่งที่สำคัญยิ่งคือการตรวจสอบข้อมูลพารามิเตอร์ที่บันทึกไว้ (เช่น โดยซอฟต์แวร์ MCT10 ) ก่อนที่โมดูลของอุปกรณ์เสริมจะถูกใส่เข้า/ถอดออกจากชุดขับเคลื่อน

- ถอด LCP (แผงควบคุมหน้าเครื่อง), ฝาครอบขั้วต่อ และกรอบ LCP ออกจากตัวแปลงความถี่
- ใส่การ์ดอุปกรณ์เสริม MCB10x ในสล็อต B
- เชื่อมต่อสายเคเบิลควบคุมและรัดสายเคเบิลให้แน่นด้วยสายรัดที่ให้มา
  * ถอดช่องปิดในกรอบ LCP แบบขยาย เพื่อให้อุปกรณ์เสริมสามารถใส่ได้พอดีใต้กรอบ LCP แบบขยาย
- ประกอบกรอบ LCP แบบขยาย และฝาครอบขั้วต่อ
- ประกอบ LCP และฝาบังในกรอบ LCP แบบขยาย
- จ่ายไฟฟ้าไปยังตัวแปลงความถี่
- ตั้งค่าฟังก์ชันอินพุท/เอาท์พุทในพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ตามที่กล่าวถึงในหัวข้อ *ข้อมูลทางเทคนิคทั่วไป*




(ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3)



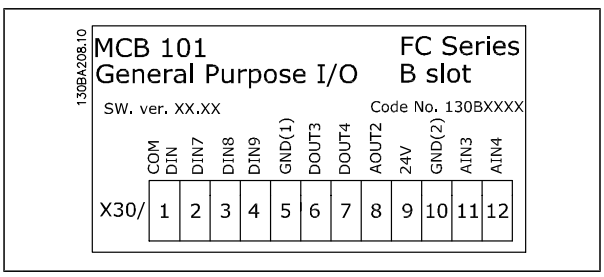

(ขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2)

## อุปกรณ์เสริมโมดูลอินพุต เอาท์พุต สำหรับการใช้งานทั่วไป

MCB 101 ใช้สำหรับการขยายอินพุตและเอาท์พุตดิจิตอลและอนาล็อกของชุดขับเครื่องอัตโนมัติ FC 301 และ FC 302

เนื้อหา: MCB 101 ต้องได้รับการติดตั้งภายในสล็อต B ในชุดขับเคลื่อนอัตโนมัติ

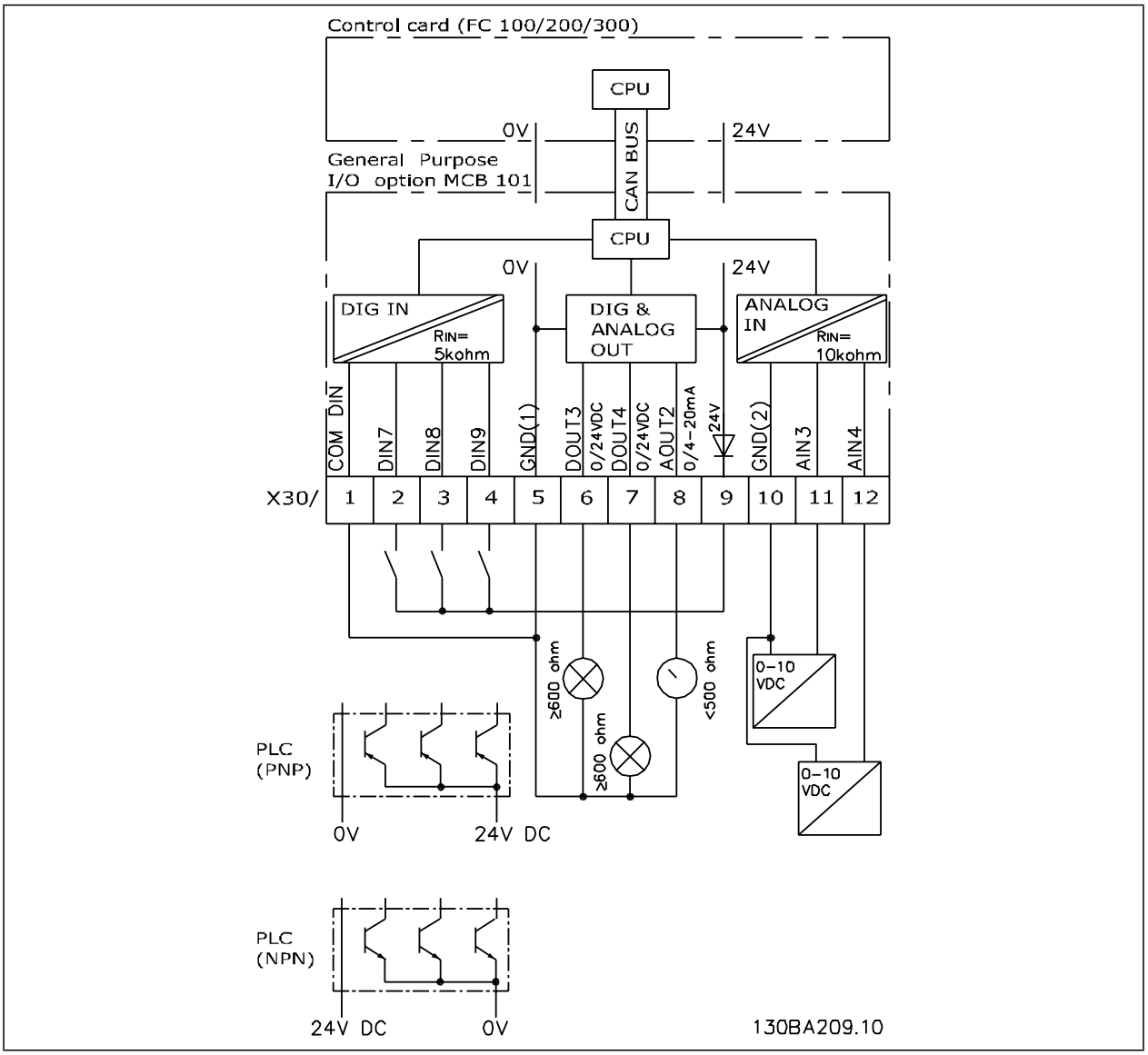
- โมดูลอุปกรณ์เสริม MCB 101
- ชุดยึดจับขยายสำหรับ LCP
- ฝาปิดขั้วต่อ



### 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




ไดอะแกรมหลักการ

### 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 |

**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 |

**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 |

**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 |

### ☐ อุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์ MCB 102

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

ใช้กับ:
- VVC และ วงรอบปิด
- การควบคุมความเร็วด้วยเวกเตอร์ฟลักซ์
- การควบคุมแรงบิดด้วยเวกเตอร์ฟลักซ์
- มอเตอร์แม่เหล็กถาวร

ชนิดเอ็นโคดเดอร์ที่รองรับ :
เอ็นโคดเดอร์แบบเพิ่ม: 5 V ชนิด TTL, RS422 ความถี่สูงสุด: 410 kHz
เอ็นโคดเดอร์แบบเพิ่ม: 1 Vpp ไซน์-โคไซน์
เอ็นโคดเดอร์ของ Hiperface®: แบบสัมบูรณ์และไซน์-โคไซน์ (Stegmann/SICK)
เอ็นโคดเดอร์ ENdat: แบบสัมบูรณ์และไซน์-โคไซน์ (Heidenhain) รองรับเวอร์ชัน 2.1
เอ็นโคดเดอร์ SSI: แบบสัมบูรณ์

## อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

การตรวจสอบเอ็นโคดเดอร์:
4 ช่องของเอ็นโคดเดอร์ (A, B, Z, และ D) จะถูกตรวจสอบและสามารถตรวจจับการเปิดวงจรและลัดวงจรได้ ซึ่งมีไฟ LED สีเขียวสำหรับแต่ละช่องที่จะติดเมื่อแต่ละช่องปกติ

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
LED จะสามารถมองเห็นได้เมื่อถอด LCP ออก การตอบสนองในกรณีที่เอ็นโคดเดอร์มีข้อผิดพลาดสามารถเลือกได้ในพารามิเตอร์ 17-61 ไม่ตอบสนอง การเตือน หรือตัดการทำงาน

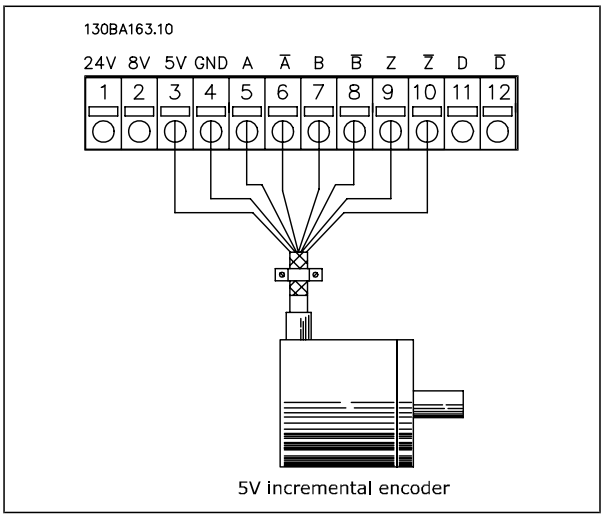
เมื่อสั่งชุดอุปกรณ์เสริมเอ็นโคดเดอร์แยกต่างหาก ชุดอุปกรณ์จะรวมถึง:

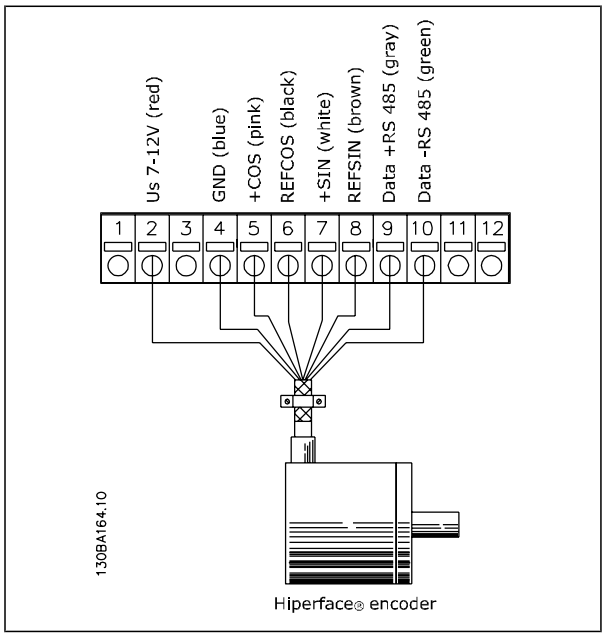
- • โมดูลเอ็นโคดเดอร์ MCB 102
- รูปแบบของ LCP ที่ขยายขึ้นและฝาปิดขั้วต่อที่ขยายขึ้น

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

| การออกแบบ การออกแบบ X31 | เอ็นโคดเดอร์แบบเพิ่ม (โปรดดูที่กราฟิก A) | เอ็นโคดเดอร์ SinCos Hiperface® (โปรดดูที่กราฟิก B) | เอ็นโคดเดอร์ ENdat | เอ็นโคดเดอร์ SSI | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | NC (ปกติปิด) | | | 24 V | เอาท์พุท 24 V |
| 2 | NC (ปกติปิด) | 8 Vcc | | | เอาท์พุท 8 V |
| 3 | 5 VCC | | 5 Vcc | 5 V | เอาท์พุท 5 V |
| 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 | เวลาออก | เวลาออก | อินพุท Z หรือ +ข้อมูล RS485 |
| 10 | อินพุทผกผัน Z | -ข้อมูล RS485 | เอ้าท์พุทนาฬิกาผกผัน | เอ้าท์พุทนาฬิกาผกผัน | 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



## ☐ MCB 103 อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์

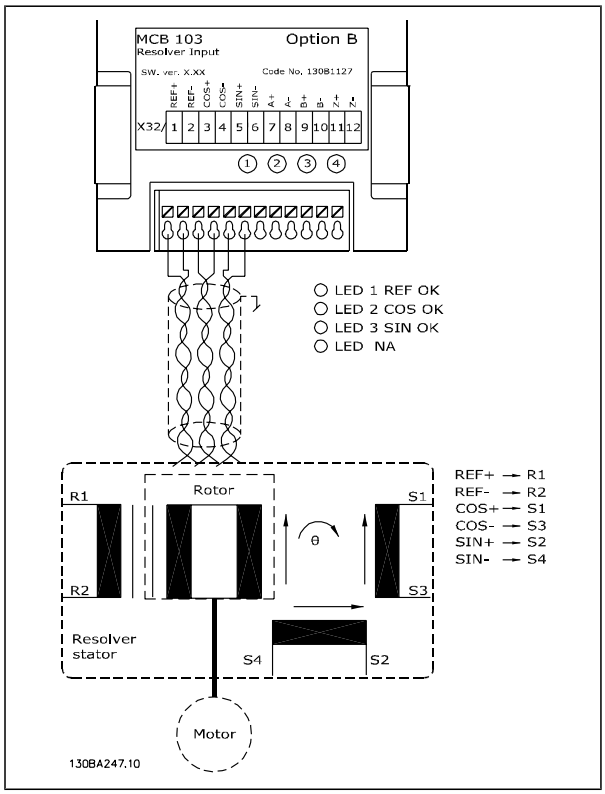
อุปกรณ์เสริม รีโซลเวอร์ MCB 103 ใช้ในการอินเทอร์เฟซรีโซลเวอร์ค่าป้อนกลับมอเตอร์ไปให้กลับชุดขับอัตโนมัติ FC 300 โดยพื้นฐานรีโซลเวอร์ถูกใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนกลับของมอเตอร์สำหรับมอเตอร์ซิงโครนัสแบบไม่มีแปรงถ่านชนิดแม่เหล็กถาวร เมื่อสั่งชุดอุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์แยกต่างหาก ชุดอุปกรณ์จะรวมถึง:

- อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์ MCB 103
- รูปแบบของ LCP ที่ขยายขึ้นและฝาปิดขั้วต่อที่ขยายขึ้น

การเลือกพารามิเตอร์: 17-5x อินเทอร์เฟซรีโซลเวอร์

อุปกรณ์เสริมรีโซลเวอร์ MCB 103 รองรับรีโซลเวอร์ได้หลายประเภท

| ข้อมูลจำเพาะของรีโซลเวอร์: | |
|---|---|
| ขั้วรีโซลเวอร์ | พารามิเตอร์ 17-50 2 *2 |
| แรงดันอินพุทรีโซลเวอร์ | พารามิเตอร์ 17-51 2.0 – 8.0 Vrms *7.0Vrms |
| ความถี่อินพุทรีโซลเวอร์ | พารามิเตอร์ 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 สามารถใช้กับรีโซลเวอร์ชนิดที่มีโรเตอร์ รีโซลเวอร์ที่มีสเตเตอร์ไม่สามารถใช้ได้

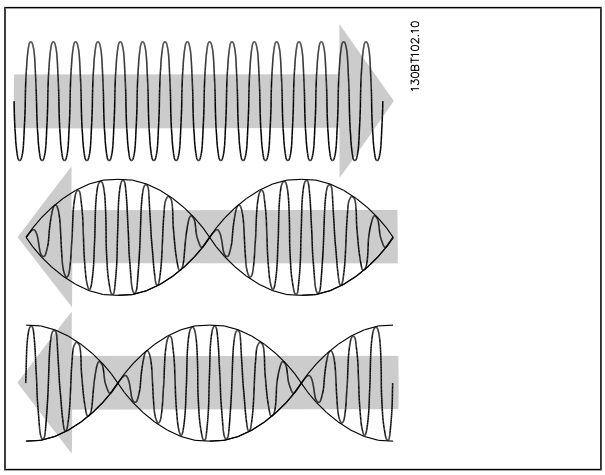
### ไฟแสดงสถานะ LED

LED 1 จะติดเมื่อค่าสัญญาณอ้างอิงส่งเข้ามาถึงรีโซลเวอร์

LED 2 จะติดเมื่อสัญญาณโคไซนัส (Cosinus) พร้อมจากรีโซลเวอร์

LED 3 จะติดเมื่อสัญญาณไซนัส (Sinus) พร้อมจากรีโซลเวอร์

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



**ตัวอย่างชุดคำสั่ง:**

ในตัวอย่างนี้ มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร (PM) ถูกใช้เป็นรีโซลเวอร์ตามค่าป้อนกลับความเร็ว มอเตอร์แม่เหล็กถาวรต้องทำงานในโหมดฟลักซ์ตามปกติ

**การต่อสาย:**

เมื่อใช้สายคู่แบบบิดเกลียว สายเคเบิลจะยาวมากสุดได้ประมาณ 150 ม.

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**

สายเคเบิลของรีโซลเวอร์ต้องเป็นสายมีชิลด์และแยกต่างหากออกจากสายเคเบิลมอเตอร์

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**

ชิลด์ของสายเคเบิลมอเตอร์ต้องเอมต่ออย่างถูกต้องกับแผ่นดีคัปลิงและเชื่อมต่อเข้ากับโครง(ดิน) ที่มอเตอร์

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**

ใช้สายเคเบิลมอเตอร์และสายตัดเบรกแบบมีชิลด์เสมอ

| ปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่อไปนี้: | | |
|---|---|---|
| พารามิเตอร์ 1-00 | โหมดกำหนดรูปแบบ | วงรอบปิดความเร็ว [1]: |
| พารามิเตอร์ 1-01 | หลักการควบคุมมอเตอร์ | ฟลักซ์ด้วยค่าป้อนกลับ [3] |
| พารามิเตอร์ 1-10 | โครงสร้างของมอเตอร์ | PM, SPM ที่ไม่มีลักษณะเฉพาะ [1] |
| พารามิเตอร์ 1-24 | กระแสมอเตอร์ | ป้ายชื่อ |
| พารามิเตอร์ 1-25 | ความเร็วรอบมอเตอร์พิกัด | ป้ายชื่อ |
| พารามิเตอร์ 1-26 | แรงบิดมอเตอร์ที่ค่าพิกัดแบบคงตัว | ป้ายชื่อ |
| AMA ไม่สามารถใช้กับมอเตอร์แม่เหล็กถาวร | | |
| พารามิเตอร์ 1-30 | แรงต้านของสเตเตอร์ | เอกสารข้อมูลของมอเตอร์ |
| พารามิเตอร์ 1-37 | ความเหนี่ยวนำแกน-d (Ld) | เอกสารข้อมูลของมอเตอร์ (mH) |
| พารามิเตอร์ 1-39 | ขั้วมอเตอร์ | เอกสารข้อมูลของมอเตอร์ |
| พารามิเตอร์ 1-40 | EMFย้อนกลับที่ 1000 RPM | เอกสารข้อมูลของมอเตอร์ |
| พารามิเตอร์ 1-41 | ออฟเซ็ตของค่ามุมมอเตอร์ | 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] |

### ☐ อุปกรณ์เสริมรีเลย์ MCB 105

อุปกรณ์เสริม MCB 105 รวมหน้าสัมผัส 3 ขั้นของ SPDT และต้องใส่เข้าในสล็อตสำหรับอุปกรณ์เสริม B

ข้อมูลทางไฟฟ้า:

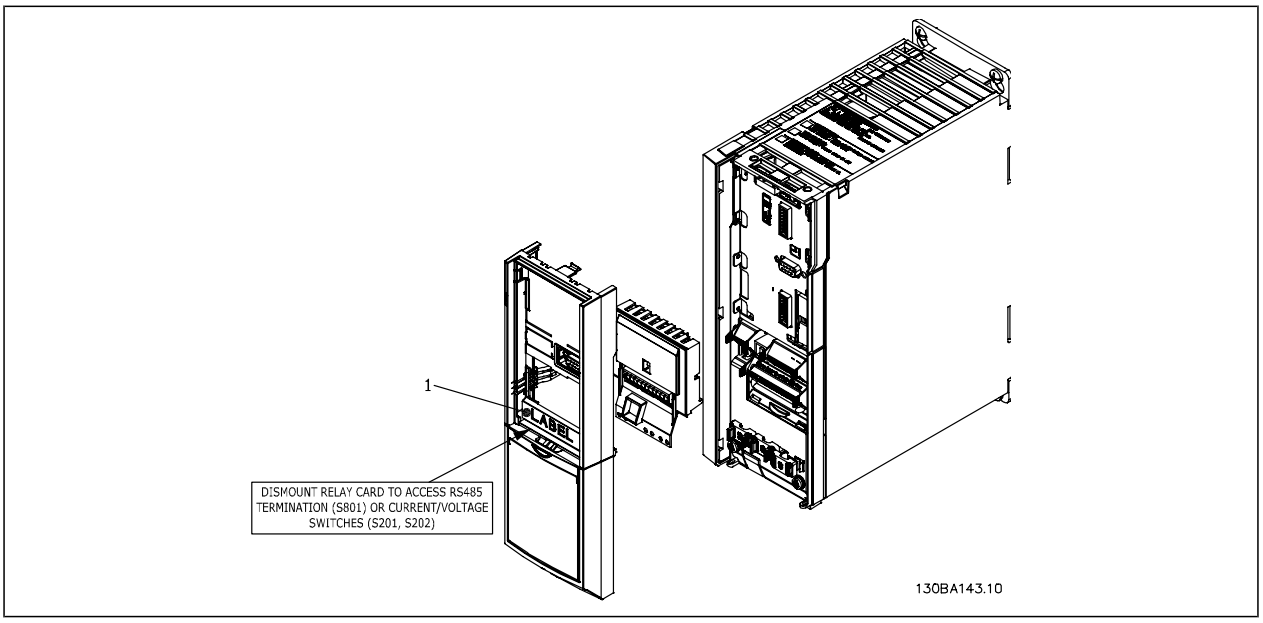
| | |
|---|---|
| โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-1)[1)] (โหลดเหนี่ยวนำ) | 240 V AC 2A |
| โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (AC-15)[1)] (โหลดเหนี่ยวนำ @ cosφ 0.4) | 240 V AC, 0.2 A |
| โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-1)[1)] (โหลดเหนี่ยวนำ) | 24 V DC 1 A |
| โหลดสูงสุดที่ขั้วต่อ (DC-13)[1)] (โหลดเหนี่ยวนำ) | 24 V DC 0.1 A |
|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

*1) IEC 947 ส่วน 4 และ 5*

เมื่อสั่งชุดอุปกรณ์เสริมรีเลย์แยกต่างหาก ชุดอุปกรณ์จะรวมถึง:

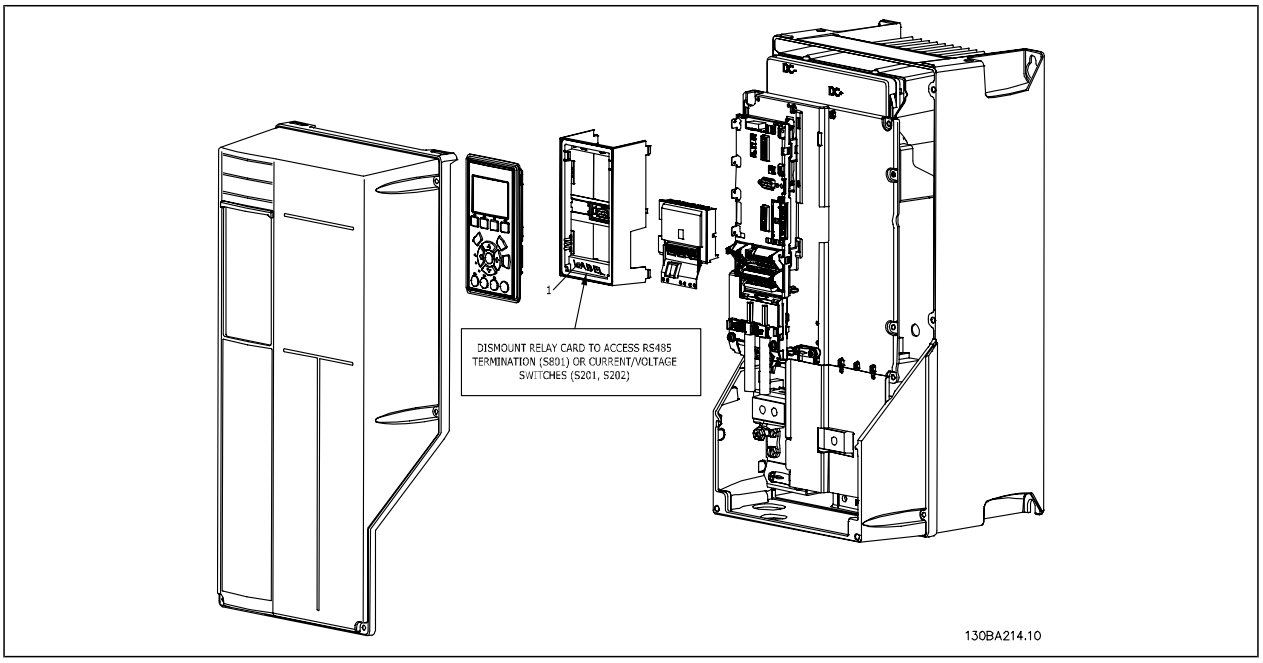
- โมดูลรีเลย์ MCB 105
- รูปแบบของ LCP ที่ขยายขึ้นและฝาปิดขั้วต่อที่ขยายขึ้น
- ฉลากสำหรับปิดช่องสวิตช์ S201, S202 และ S801
- สายรัดเคเบิลสำหรับรัดสายเคเบิลกับโมดูลรีเลย์

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




(ขนาดเฟรม A1, A2 และ A3)
**สิ่งสำคัญ**
1. ฉลากจะต้องถูกปิดไว้บนเฟรมของ LCP ดังแสดง (UL approved)

# อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ




(ขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2)

**สิ่งสำคัญ**

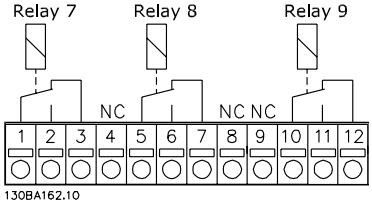
1. ฉลากจะต้องถูกปิดไว้บนเฟรมของ LCP ดังแสดง (UL approved)

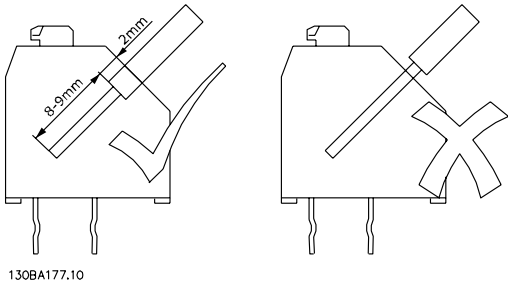
**คำเตือนแหล่งจ่ายไฟคู่**

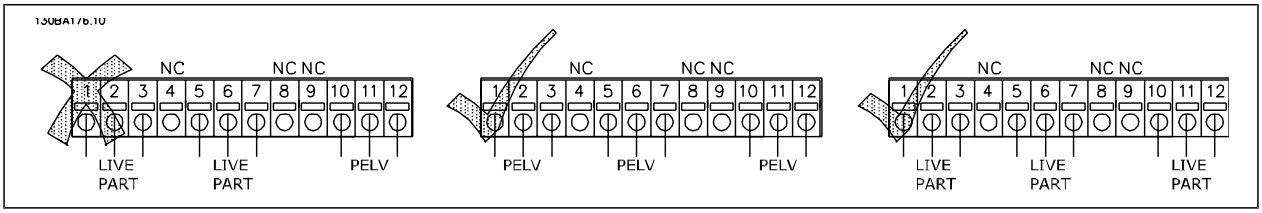
วิธีการประกอบอุปกรณ์เสริม MCB 105:

- จะต้องตัดการจ่ายไฟฟ้าที่ต่อไปยังตัวแปลงความถี่
- จะต้องตัดการจ่ายไฟที่ต่อไปยังส่วนเชื่อมต่อที่มีไฟฟ้าบนขั้วต่อรีเลย์
- ถอด LCP, ฝาครอบขั้วต่อ และชุดจับยึด LCP ออกจาก FC 30x
- ใส่อุปกรณ์เสริม MCB 105 ในสล็อต B
- เชื่อมต่อสายเคเบิลควบคุมและรัดสายเคเบิลให้แน่นด้วยสายรัดที่ให้มา
- ดูให้แน่ใจว่าความยาวของสายที่รัดถูกต้อง (ดูภาพร่างต่อไปนี้)
- อย่าวางส่วนที่มีไฟฟ้า (แรงดันสูง) ปนกับสายสัญญาณควบคุม (PELV)
- ติดชุดจับยึด LCP แบบขยาย และฝาปิดขั้วต่อแบบขยาย
- ใส่ LCP
- จ่ายไฟฟ้าไปยังตัวแปลงความถี่
- เลือกฟังก์ชันรีเลย์ในพารามิเตอร์ 5-40 [6-8], 5-41 [6-8] and 5-42 [6-8]

NB (อาร์เรย์ [6] คือรีเลย์ 7, อาร์เรย์ [7] คือรีเลย์ 8, และอาร์เลย์ [8] คือรีเลย์ 9)





ห้ามรวมระบบ 24/48 V กับระบบแรงดันสูง

### ☐ อุปกรณ์เสริมไฟสำรอง 24 V MCB 107 (อุปกรณ์เสริม D)

แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC

แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC สามารถติดตั้งได้สำหรับจ่ายไฟแรงดันต่ำให้กับการ์ดควบคุมและการ์ดอุปกรณ์เสริมอื่นๆ ซึ่งจะช่วยให้การทำงานของ LCP ทำได้อย่างครบถ้วน (รวมถึงการตั้งค่าพารามิเตอร์) โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบจ่ายไฟหลัก

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:

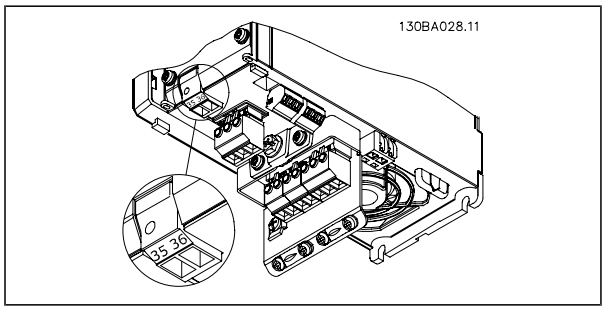
ขั้วต่อ 35: - แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V DC

ขั้วต่อ 36: + แหล่งจ่ายไฟ ภายนอก 24 V DC

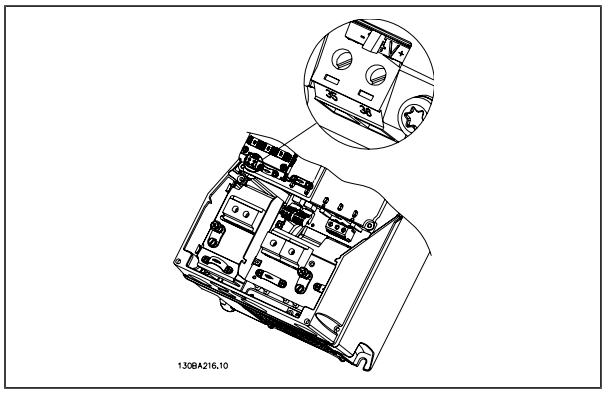
ปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านี้:

1. ถอดแผง LCP หรือฝาปิดบังตา
2. ถอดฝาปิดขั้วต่อ
3. ถอดแผ่นดีคัปปลิงสายเคเบิล และฝาปิดพลาสติกข้างใต้
4. เสียบอุปกรณ์เสริมแหล่งจ่ายไฟสำรองภายนอก 24 V DC ในสล็อตอุปกรณ์เสริม
5. ติดแผ่นดีคัปปลิงสายเคเบิล
6. ติดฝาปิดขั้วต่อ และแผง LCP หรือฝาปิดบังตา

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




การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24V สำหรับขนาดเฟรม A2 และA3




การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24V สำหรับขนาดเฟรม A5, B1, B2, C1 และ C2

# อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ

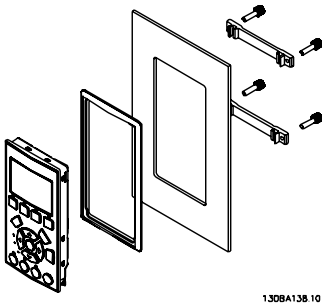
## ตัวต้านทานเบรค

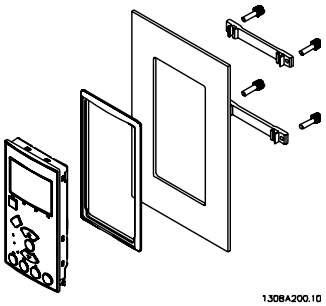
ในการใช้งานที่มอเตอร์ถูกใช้เป็นเบรก พลังงานจะถูกสร้างขึ้นในมอเตอร์และส่งกลับไปยังตัวแปลงความถี่ ถ้าพลังงานไม่สามารถส่งกลับไปที่มอเตอร์ จะส่งผลให้มีแรงดันเพิ่มขึ้นในสายกระแสตรงของตัวแปลง ในการใช้งานที่ต้องมีการเบรกบ่อยๆและ/หรือเป็นโหลดที่มีความเฉื่อยสูง ตัวต้านทานเบรก จะถูกใช้เพื่อปล่อยพลังงานส่วนเกินที่เป็นผลมาจากการเบรกที่สร้างขึ้น ตัวต้านทานจะถูกเลือกตามค่าโอห์ม อัตราการปล่อยกำลัง และขนาดทางกายภาพ Danfoss มีความต้านทานที่แตกต่างกันและครอบคลุมหลากหลายประเภทที่มีการออกแบบให้กับชุดขับเคลื่อนโดยเฉพาะหมายเลขรหัสจะมีอยู่ในหัวข้อ *วิธีสั่งซื้อ*

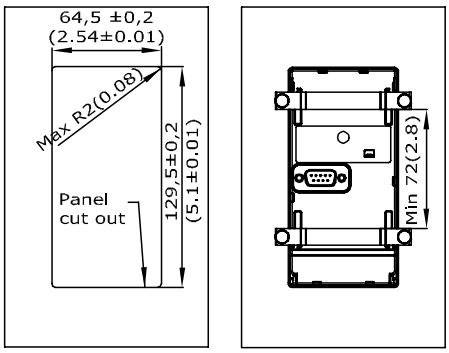
## ชุดติดตั้งระยะไกลสำหรับ LCP

แผงควบคุมหน้าเครื่องสามารถถูกย้ายไปไว้ที่ด้านหน้าของตู้ได้ โดยใช้ชุดคิทติดตั้งระยะไกล กรอบหุ้มคือ IP65 สกรูสำหรับยึดจะต้องถูกขันให้แน่นด้วยค่าแรงบิดสูงสุด 1 Nm

| ข้อมูลทางเทคนิค | |
|---|---|
| กรอบหุ้ม: | IP 65 ด้านหน้า |
| ความยาวสายเคเบิลสูงสุดระหว่าง VLT และตัวเครื่อง: | 90 มม. |
| มาตรฐานการสื่อสาร: | RS 485 |



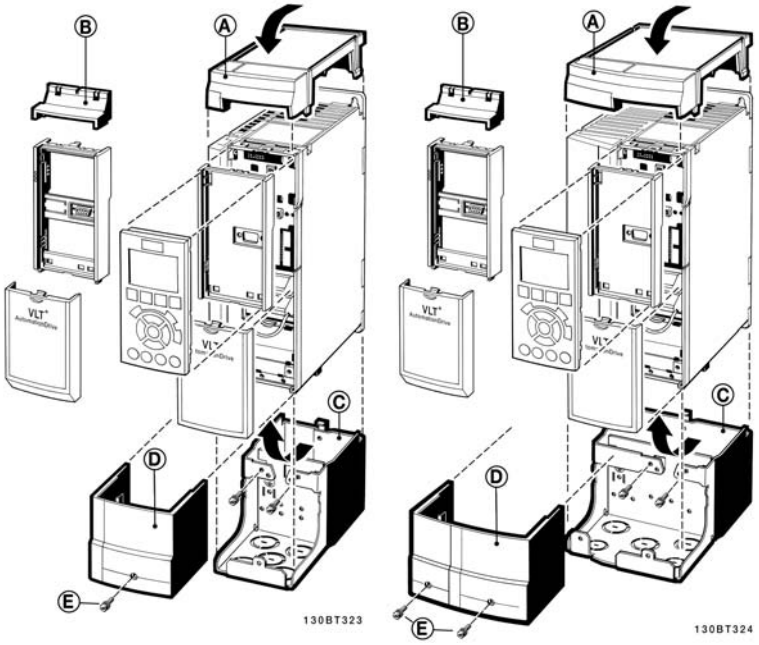

## ชุดกรอบหุ้ม IP 21/IP 4X/ TYPE 1

IP 20/IP 4X top/ TYPE 1 เป็นชิ้นส่วนชุดกรอบหุ้มเสริม ที่ใช้กับชุด IP 20 Compact
หากใช้ชุดกรอบหุ้ม ชุด IP 20 จะได้รับการอัพเกรดให้สอดคล้องกับกรอบหุ้ม IP 21/ 4X top/TYPE 1

ด้านบนของ IP 4X สามารถนำไปใช้กับ IP 20 FC 30X มาตรฐานแบบต่างๆ ทั้งหมด

### ☐ กรอบหุ้ม IP 21/Type 1

A – ฝาครอบด้านบน
B – ขอบ
C – ส่วนฐาน
D – ฝาปิดส่วนฐาน
E – สกรู
ปิดฝาครอบตามที่แสดงในภาพ หากใช้อุปกรณ์เสริม A หรือ B จะต้องติดตั้งส่วนขอบไว้ที่ช่องด้านบน ติดตั้งส่วนฐาน C ไว้ที่ด้านล่างของชุดขับ และใช้ตัวยึดจากถุงอุปกรณ์เสริมเพื่อยึดสายเคเบิลให้เหมาะสม รูสำหรับปลอกสายเคเบิล:
ขนาด A2: 2x M25 และ 3xM32
ขนาด A3: 3xM25 และ 3xM32




### ☐ ตัวกรองคลื่นไซน์

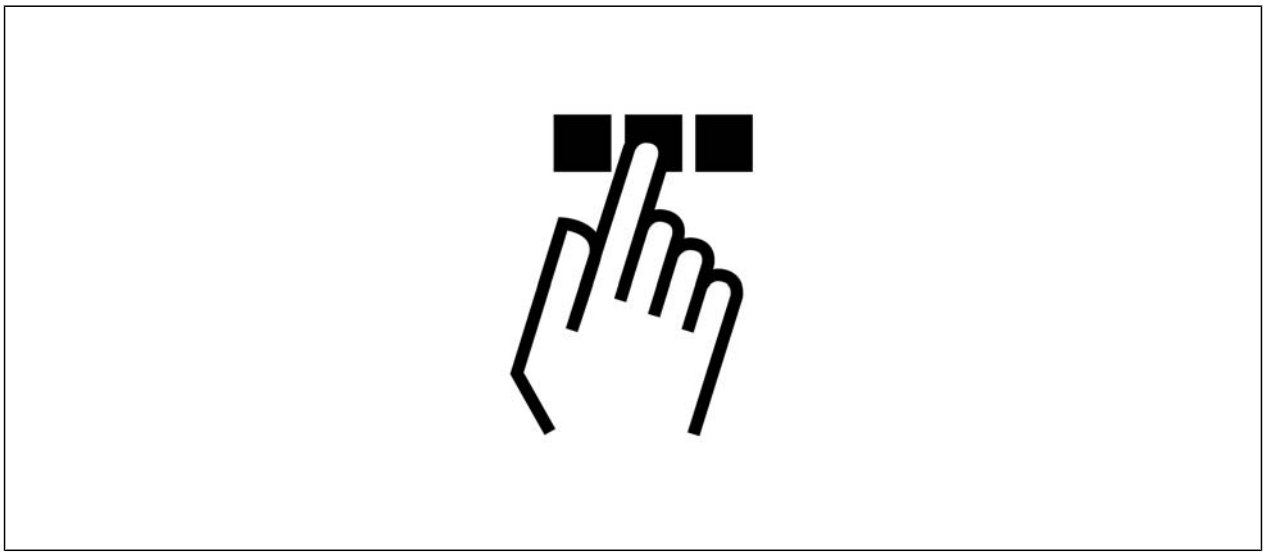
เมื่อมอเตอร์ถูกควบคุมโดยตัวแปลงความถี่ เสียงรบกวนรีโซแนนซ์จะดังขึ้นจากมอเตอร์ เสียงรบกวนนี้ ซึ่งเป็นผลจากการออกแบบของมอเตอร์ จะดังขึ้นทุกครั้งเมื่ออินเวอร์เตอร์ที่สวิตช์ในตัวแปลงความถี่ทำงาน ดังนั้น ความถี่ของเสียงรบกวนรีโซแนนซ์จะสัมพันธ์กับความถี่การสวิตช์ของตัวแปลงความถี่

สำหรับเครื่องรุ่น FC 300 นั้น Danfoss สามารถที่จะจัดหา ตัวกรองคลื่นไซน์เพื่อใช้ในการลดเสียงรบกวนของมอเตอร์

ตัวกรองนี้จะลดเวลาการเพิ่มของแรงดันไฟฟ้า, ค่ายอดของแรงดันโหลด $U_{PEAK}$ และกระแสริปเปิ้ล (ระลอก) $\Delta I$ ที่ส่งไปยังมอเตอร์ ซึ่งหมายความว่ารูปคลื่นของกระแสและแรงดันจะเกือบเป็นคลื่นรูปไซน์ ดังนั้น เสียงรบกวนของมอเตอร์ก็จะลดลงต่ำสุด

กระแสริปเปิ้ลในตัวกรองคลื่นไซน์อาจสร้างเสียงรบกวนบ้าง แก้ปัญหาได้โดยการผสานตัวกรองไว้ในตู้หรือสิ่งห่อหุ้มที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

# การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485



## การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485

### ภาพรวม

RS-485เป็นการอินเทอร์เฟซบัสแบบใช้สายสองเส้นซึ่งเข้ากันได้กับโครงสร้างเครือข่ายแบบส่งข่าวสารหลายจุด เช่น เชื่อมต่อโหนดเป็นบัส หรือผ่านทางสายส่งสัญญาณจากชุมสายร่วม โหนดจำนวน 32 โหนดสามารถเชื่อมต่อกันเป็นหนึ่งกลุ่มเครือข่าย กลุ่มเครือข่ายจะถูกแบ่งตามจำนวนตัวทวนสัญญาณ โปรดจำไว้ว่าแต่ละตัวทวนสัญญาณจะทำงานเป็นโหนดภายในกลุ่มที่ติดตั้งอยู่ แต่ละโหนดที่เชื่อมต่อภายในเครือข่ายที่กำหนดให้จะต้องมีที่อยู่ของโหนดโดยเฉพาะทั่วทุกกลุ่ม
เชื่อมต่อทั้งสองปลายของแต่ละกลุ่ม โดยใช้สวิทช์เชื่อมต่อ (S801) ของตัวแปลงความถี่หรือการเชื่อมต่อที่ส่งผลต่อความต้านทานเครือข่าย ควรใช้สายเคเบิลคู่บิดเกลียวแบบมีชิลด์เสมอสำหรับการเดินสายให้กับบัส และควรปฏิบัติตามวิธีการติดตั้งที่ดีอยู่เสมอ
การเชื่อมต่อลงดินด้วยอิมพิแดนซ์ต่ำของชิลด์ทุกๆโหนดเป็นสิ่งสำคัญรวมถึงที่ความถี่สูง ซึ่งสามารถทำได้โดยการต่อหน้าสัมผัสที่กว้างของสายชิลด์เข้ากับดิน เช่นด้วยการใช้ตัวยึดจับสายหรือใช้เคเบิลแกลนด์ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำ อาจจำเป็นต้องใช้สายปรับความต่างศักย์เพื่อรักษาความต่างศักย์ของดินให้เท่ากันทั่วทั้งเครือข่าย โดยเฉพาะในการติดตั้งที่มีความยาวสายมากๆ
เพื่อป้องกันอิมพิแดนซ์ที่ไม่ตรงกันให้ใช้สายชนิดเดียวกันตลอดทั่วทั้งเครือข่ายเสมอ เมื่อต่อมอเตอร์เข้ากับตัวแปลงความถี่ ให้ใช้สายเคเบิลมอเตอร์ที่มีชิลด์เสมอ

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

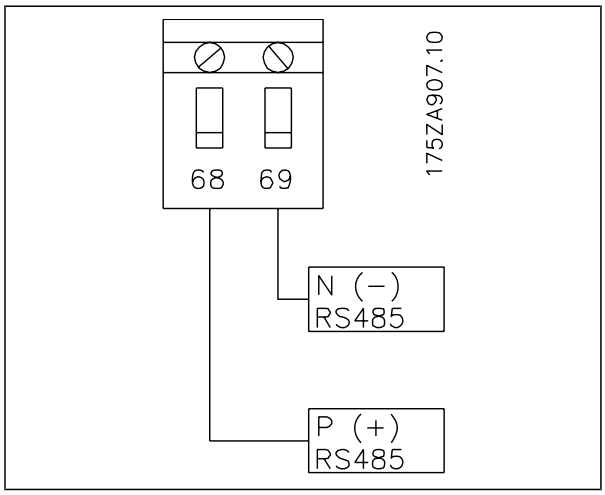
# การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485

## การเชื่อมต่อเครือข่าย

เชื่อมต่อตัวแปลงความถี่เข้ากับเครือข่าย RS-485 ดังต่อไปนี้ (ดูรายละเอียดตามแผนภาพ)

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

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
แนะนำให้ใช้สายคู่บิดเกลียวมีชิลด์เพื่อช่วยลดการรบกวนระหว่างตัวนำ

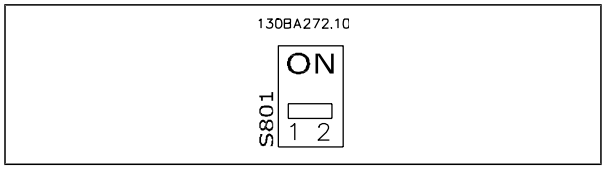



การเชื่อมต่อขั้วต่อของเครือข่าย

## การตั้งค่าฮาร์ดแวร์ของ FC 300

ใช้ปุ่มสวิทช์ของชุดต่อสายบนบอร์ดควบคุมหลักของตัวแปลงความถี่เพื่อต่อบัส RS-485

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
การตั้งค่าจากโรงงานของปุ่มสวิทช์คือ OFF




การตั้งค่าจากโรงงานของสวิทช์ของชุดต่อสาย

## การตั้งค่าพารามิเตอร์การสื่อสาร Modbus สำหรับ FC 300

พารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ใช้เพื่ออินเทอร์เฟซกับ RS-485 (พอร์ต FC):

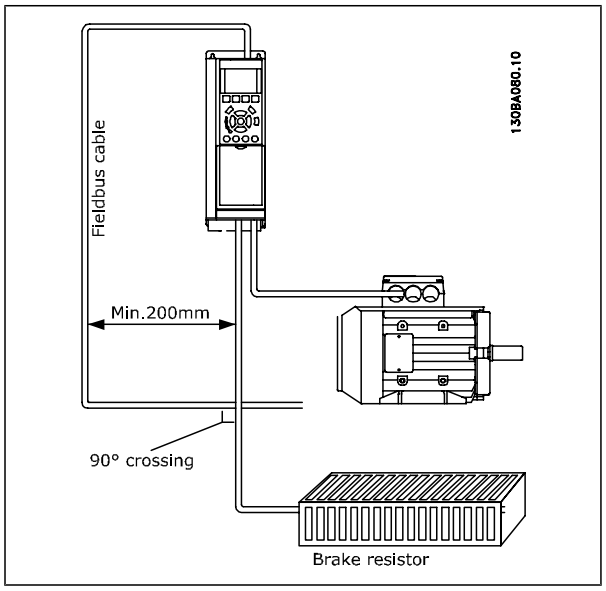
| หมายเลขพารามิเตอร์ | ชื่อพารามิเตอร์ | ฟังก์ชัน |
|---|---|---|
| 8-30 | โปรโตคอล | เลือกชุดโปรโตคอลเพื่อทำงานกับอินเทอร์เฟซ RS-485 |
| 8-31 | ที่อยู่ | ตั้งค่าที่อยู่ของโหนด หมายเหตุ: ช่วงที่อยู่ขึ้นอยู่กับโปรโตคอลที่เลือกในพารามิเตอร์ 8-30 |
| 8-32 | อัตราบอด | ตั้งค่าอัตราบอด หมายเหตุ: อัตราบอดมาตรฐานขึ้นอยู่กับโปรโตคอลที่เลือกในพารามิเตอร์ 8-30 |
| 8-33 | ภาวะขั้วของพอร์ต/บิตหยุดของ PC | ตั้งภาวะขั้วและหมายเลขของบิตหยุด หมายเหตุ: การเลือกมาตรฐานขึ้นอยู่กับโปรโตคอลที่เลือกในพารามิเตอร์ 8-30 |
| 8-35 | หน่วงเวลาตอบรับต่ำสุด | ระบุเวลาหน่วง (Delay Time ) ต่ำสุดระหว่างการรับคำขอและส่งการโต้ตอบ ซึ่งสามารถใช้สำหรับแก้ปัญหาการหน่วงเวลาส่งกลับ (Turnaround Delay) ของโมเด็ม |
| 8-36 | การหน่วงเวลาตอบสนองสูงสุด | ระบุเวลาหน่วง (Delay Time ) สูงสุดที่ยอมรับได้ระหว่างการส่งคำขอและการรับคำตอบ |
| 8-37 | หน่วงเวลาระหว่างอักขระสูงสุด | ระบุเวลาหน่วงสูงสุดระหว่าง 2 ไบต์ที่รับเพื่อประกันว่าหมดเวลาถ้าการส่งถูกรบกวน |

## คำเตือนเกี่ยวกับ EMC

คำเตือนเกี่ยวกับ EMC ได้ให้คำแนะนำเพื่อที่จะทำให้การทำงานของเครือข่าย RS-485ไม่มีการรบกวน

# การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485

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




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

## การกำหนดรูปแบบเครือข่าย

### ชุดคำสั่งตัวแปลงความถี่ FC 300

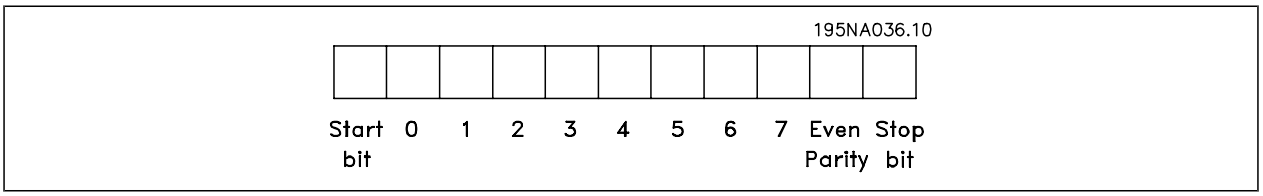
ตั้งพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้เพื่อเปิดใช้งานโปรโตคอล FC สำหรับ FC 300

| หมายเลขพารามิเตอร์ | ชื่อพารามิเตอร์ | โหลด |
|---|---|---|
| 8-30 | โปรโตคอล | FC |
| 8-31 | ที่อยู่ | 1 - 126 |
| 8-32 | อัตราบอด | 2400 - 115200 |
| 8-33 | พาริตี้ / บิตหยุด | ภาวะคู่ 1 บิตหยุด (ค่ามาตรฐาน) |

# โครงสร้างกรอบข้อความของโปรโตคอล FC – FC 300

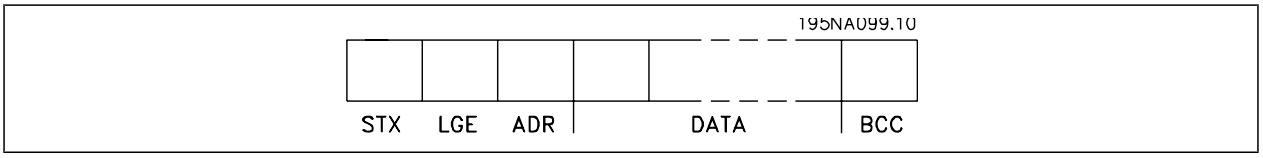
## องค์ประกอบของอักขระ (ไบต์)

แต่ละอักขระที่ถ่ายโอนจะเริ่มต้นด้วยบิตเริ่มต้น จากนั้นจะถ่ายโอนบิตข้อมูล 8 บิต ที่เกี่ยวข้องกับไบต์นั้น แต่ละอักขระจะมีการป้องกันความผิดพลาดด้วยบิตภาวะคู่หรือคี่ (Parity Bit) ซึ่งจะตั้งไว้ที่ "1" เมื่อตรงภาวะ (เช่น เมื่อมีจำนวนที่เท่ากันโดยรวมของ 1 ในบิตข้อมูลทั้ง 8 บิตและบิตภาวะคู่หรือคี่) อักขระจะสิ้นสุดด้วยบิตหยุด ดังนั้นจึงรวมเป็นทั้งหมด 11 บิต




## โครงสร้างการส่งข้อความ

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




## 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' คือตัวแปร (ขึ้นอยู่กับความยาวของตัวอักษร)

## 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

## ไบต์ควบคุมข้อมูล (BCC)

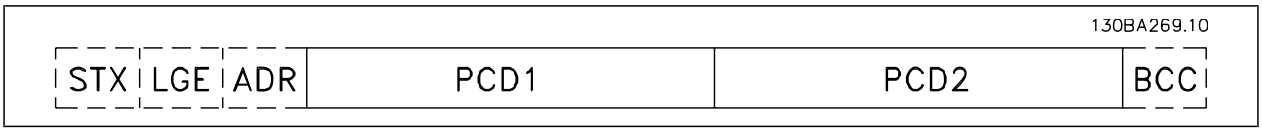
ผลรวมที่ตรวจสอบจะคำนวณเป็นฟังก์ชัน XOR ก่อนจะได้รับไบต์แรกในการส่งข้อความ ผลรวมที่ตรวจสอบจากการคำนวณจะเป็น 0

### เขตข้อมูล

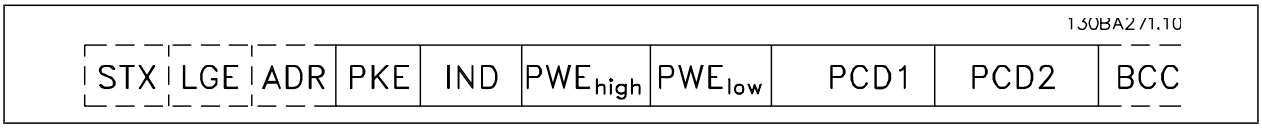
โครงสร้างของกลุ่มข้อมูลจะขึ้นอยู่กับประเภทของการส่งข้อความ ประเภทการส่งข้อความมีอยู่ 3 รูปแบบ และรูปแบบที่ใช้สำหรับกับการส่งข้อความควบคุม (หลัก=>รอง) และการส่งข้อความตอบรับ (รอง=>หลัก)

การส่งข้อความมีอยู่ 3 รูปแบบคือ:

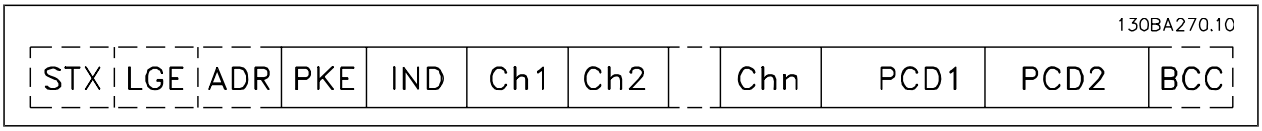
กลุ่มประมวลผล (PCD):
PCD ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูล 4 ไบต์ (2 ข้อความ)และบรรจุ:
- คำสั่งควบคุมและค่าอ้างอิง (จากระบบหลักไปยังระบบรอง)
- เวิร์ดสถานะและความถี่เอาท์พุทปัจจุบัน (จากระบบรองไปยังระบบหลัก)




กลุ่มพารามิเตอร์:
กลุ่มพารามิเตอร์ใช้ในการถ่ายโอนพารามิเตอร์ระหว่างระบบหลักและระบบรอง กลุ่มข้อมูลประกอบด้วย 12 ไบต์ (6 ข้อความ) และยังมีกลุ่มประมวลผลด้วย

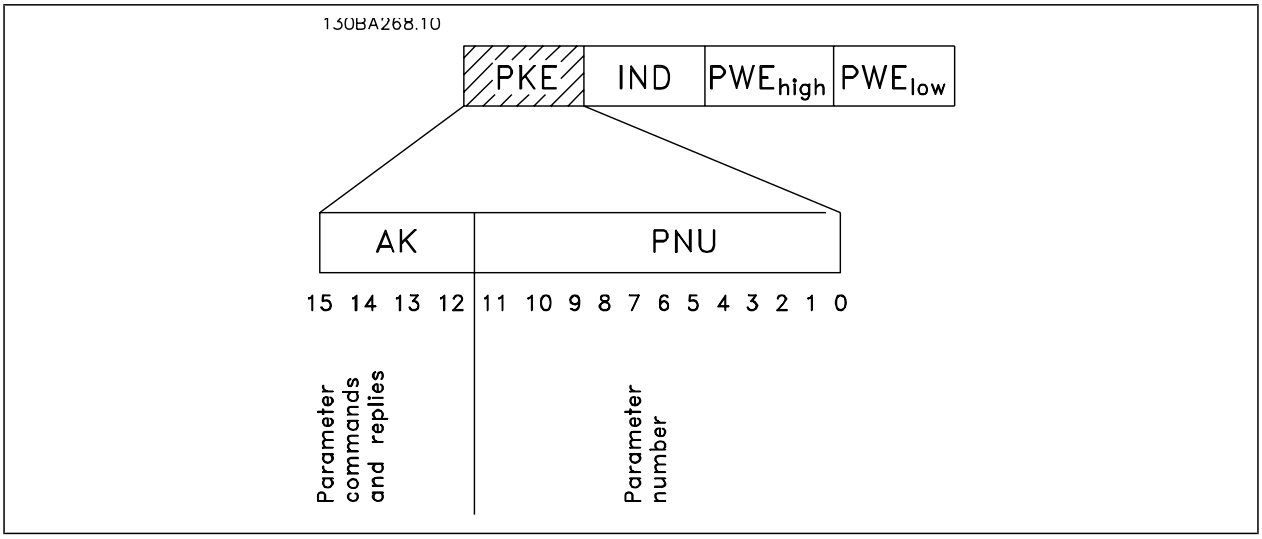



กลุ่มตัวอักษร:
กลุ่มตัวอักษรใช้ในการอ่านหรือเขียนตัวอักษรผ่านทางกลุ่มข้อมูล




### เขตข้อมูล PKE

เขตข้อมูล PKE ประกอบด้วย 2 เขตย่อย: คำสั่งพารามิเตอร์และคำสั่งที่ตอบรับ และหมายเลขพารามิเตอร์ PNU:




บิตหมายเลข 12-15 ถ่ายโอนคำสั่งพารามิเตอร์จากระบบหลักไปยังระบบรองและส่งกลับการตอบรับจากระบบรองที่ประมวลผลแล้วมายังระบบหลัก

| คำสั่งพารามิเตอร์ของระบบหลัก ⇒ 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 |

| ตอบรับด้วยระบบรอง ⇒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 |

**□ หมายเลขพารามิเตอร์ (PNU)**

บิตเลขที่ 0-11 ถ่ายโอนหมายเลขพารามิเตอร์ ฟังก์ชันของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องจะระบุในคำอธิบายพารามิเตอร์ในบท วิธีการตั้งโปรแกรม

**□ ดัชนี (IND)**

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

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
เฉพาะไบต์ต่ำเท่านั้นที่จะใช้เป็นดัชนี

# การติดตั้งและชุดคำสั่งของ RS-485

### ค่าพารามิเตอร์ (PWE)

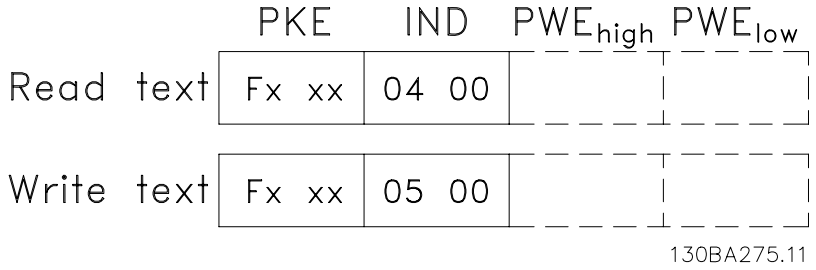
กลุ่มค่าพารามิเตอร์ประกอบด้วย 2 ข้อความ (4 ไบต์) และค่าจะขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ระบุ (AK) ระบบหลักจะพร้อมสำหรับพารามิเตอร์เมื่อกลุ่ม PWE ไม่มีค่าอยู่ภายใน เมื่อต้องการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ (เขียน) ให้เขียนค่าใหม่ในกลุ่ม PWE และส่งจากระบบหลักไประบบรอง

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)

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”




### 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 |

### การแปลงค่า

คุณลักษณะย่อยที่แตกต่างของแต่ละพารามิเตอร์ แสดงอยู่ในหัวข้อการตั้งค่าจากโรงงาน 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<br>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 |

### คำสั่งประมวลผล (PCD)

บล็อกของเวิร์ดที่ใช้ประมวลผลจะถูกแบ่งเป็นสองบล็อกๆ ละ 16 บิต ซึ่งจะเกิดขึ้นในลำดับที่ระบุเสมอ

| PCD 1 | PCD 2 |
|---|---|
| การส่งข้อความควบคุม (ระบบหลัก⇒ คำสั่งควบคุมระบบรอง) | ค่าอ้างอิง |
| การส่งข้อความควบคุม (ระบบรอง ⇒ระบบหลัก) ข้อความสถานะ | ความถี่เอาท์พุทในปัจจุบัน |

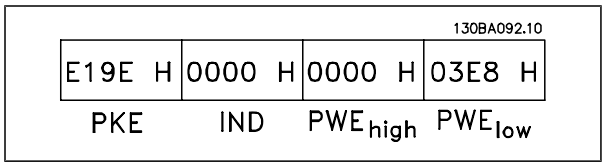
## ตัวอย่าง

### การเขียนค่าพารามิเตอร์

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

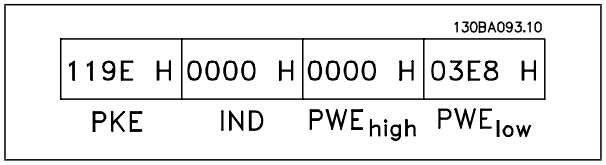
PKE = E19E Hex - เขียนข้อความเดี่ยวในพารามิเตอร์ 4-14 *กำหนดความเร็วสูงสุดมอเตอร์ [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - ค่าข้อมูล 1000 จะตรงกับ 100 Hz
โปรดดูการแปลงค่า

ข้อความที่ส่งจะเป็นดังนี้:




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

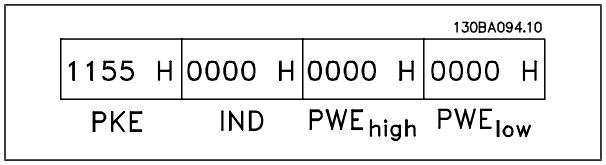
การตอบรับจากระบบรองไปให้ระบบหลัก จะเป็น:



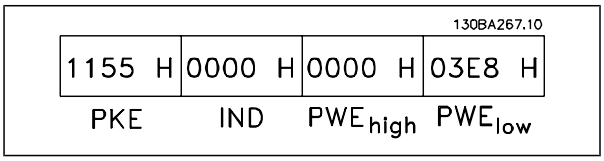

### การอ่านค่าพารามิเตอร์

อ่านค่าในพารามิเตอร์ 3-41 *กำหนดเวลาความเร็วขาขึ้นชุด 1*

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



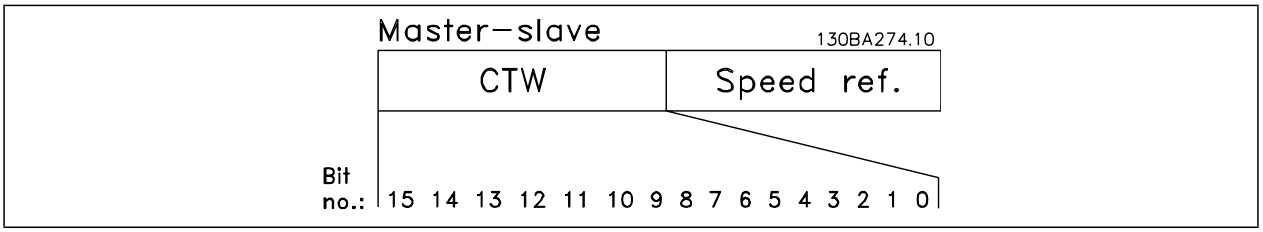

หากค่าในพารามิเตอร์ 3-41 *กำหนดเวลาความเร็วขาขึ้นชุด 1* เป็น 10 วินาที การตอบรับจากระบบรองไปยังระบบหลักคือ:




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

# โปรไฟล์ควบคุม FC ของ Danfoss

## 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 | แบบลื่นไหล | ไม่ลื่นไหล |
| 04 | การหยุดแบบรวดเร็ว | การเปลี่ยนความเร็ว |
| 05 | คงระดับความถี่เอาท์พุท | ใช้การเปลี่ยนความเร็ว |
| 06 | การหยุดที่ใช้การเปลี่ยนความเร็ว | สตาร์ท |
| 07 | ไม่มีฟังก์ชัน | รีเซ็ต |
| 08 | ไม่มีฟังก์ชัน | Jog |
| 09 | เปลี่ยนความเร็ว 1 | เปลี่ยนความเร็ว 2 |
| 10 | ข้อมูลไม่ถูกต้อง | ข้อมูลถูกต้อง |
| 11 | ไม่มีฟังก์ชัน | รีเลย์ 01 ทำงาน |
| 12 | ไม่มีฟังก์ชัน | รีเลย์ 02 ทำงาน |
| 13 | การตั้งค่าพารามิเตอร์ | การเลือก lsb |
| 14 | การตั้งค่าพารามิเตอร์ | การเลือก msb |
| 15 | ไม่มีฟังก์ชัน | กลับทิศทาง |

**คำอธิบายบิตควบคุม**

บิต 00/01

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 จะเชื่อมกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 02, เบรคกระแสตรง:
บิต 02 = '0' ทำให้เกิดการเบรกกระแสตรงและหยุด ตั้งกระแสเบรคและระยะเวลาเบรคในพารามิเตอร์ 2-01 *กระแสในการเบรคกระแสตรง* และ 2-02 *ระยะเวลาในการเบรคกระแสตรง* บิต 02 = '1' นำไปสู่การเปลี่ยนความเร็ว

บิต 03 การลื่นไหล:
บิต 03 = '0': ตัวแปลงความถี่จะ "ปล่อย" มอเตอร์ในทันที (เอาท์พุทของทรานซิสเตอร์คือ "ตัดการทำงาน") และจะลื่นไหลไปสู่จุดนิ่ง บิต 03 = '1': ตัวแปลงความถี่จะเริ่มการทำงานมอเตอร์ หากตรงตามเงื่อนไขการสตาร์ท

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ทำการเลือกในพารามิเตอร์ 8-50 *การเลือกลื่นไหล* เพื่อระบุวิธีที่บิต 03 จะเชื่อมกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 04, หยุดแบบรวดเร็ว:
บิต 04 = '0': ทำการเปลี่ยนลดความเร็วมอเตอร์ ไปจนหยุด (ตั้งในพารามิเตอร์ 3-81 *ตั้งเวลาความเร็วลง หยุดทันที*

บิต 05 คงระดับความถี่เอาท์พุท
บิต 05 = '0': การล็อคค้างความถี่เอาท์พุทปัจจุบัน (เป็น Hz) เปลี่ยนความถี่เอาท์พุทที่ล็อคค้างโดยใช้อินพุทดิจิตัล (พารามิเตอร์ 5-10 ถึง 5-15) ที่ตั้งโปรแกรมเท่านั้นให้เป็น*ความเร็วเพิ่ม* และ*ความเร็วลด*

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
หากเอาท์พุทที่ล็อคค้างทำงาน ตัวแปลงความถี่จะถูกหยุดได้ด้วยวิธีต่อไปนี้เท่านั้น:

- บิต 03 การหยุดแบบลื่นไหล
- บิต 02 เบรคกระแสตรง
- อินพุทดิจิตัล (พารามิเตอร์ 5-10 ถึง 5-15) ที่ตั้งโปรแกรมไปที่*การเบรคกระแสตรง*, *การหยุดแบบลื่นไหล* หรือ *รีเซ็ต* และ*หยุดแบบลื่นไหล*

บิต 06 การเปลี่ยนความเร็ว หยุด/สตาร์ท:
บิต 06 = '0': มีผลให้หยุดและทำให้ความเร็วมอเตอร์ลดลงจนถึงหยุด ผ่านทางพารามิเตอร์การเปลี่ยนลดความเร็วที่เลือก บิต 06 = '1': ยินยอมให้ตัวแปลงความถี่สตาร์ทการทำงานของมอเตอร์ หากตรงตามเงื่อนไขการสตาร์ท

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ทำการเลือกในพารามิเตอร์ 8-53 *เลือกการสตาร์ท* เพื่อระบุวิธีที่บิต 06 เปลี่ยนความเร็ว หยุด/สตาร์ท จะเชื่อมกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในอินพุทดิจิตัล

บิต 07 รีเซ็ต: บิต 07 = '0': ไม่รีเซ็ต ºÔµ 07 = '1': รีเซ็ตการตัดการทำงาน รีเซ็ตจะถูกสั่งให้ทำงานจากขอบขาขึ้นของสัญญาณ เช่น เมื่อเปลี่ยนจากโลจิก '0' เป็นโลจิก '1'

บิต 08 Jog:
บิต 08 = '1': ความถี่เอาท์พุทจะถูกกำหนดโดยพารามิเตอร์ 3-19 *ความเร็ว Jog*

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

บิต 10 ข้อมูลไม่ถูกต้อง/ข้อมูลถูกต้อง:
บอกตัวแปลงความถี่ว่าให้ใช้หรือไม่สนใจคำสั่งควบคุม บิต 10 = '0': ไม่สนใจคำสั่งควบคุม บิต 10 = '1': ใช้คำสั่งควบคุม ฟังก์ชันนี้มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากการส่งข้อความมักประกอบด้วยคำสั่งควบคุมเสมอ โดยไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของข้อความ ดังนั้น คุณสามารถปิดคำสั่งควบคุมหากไม่ต้องการใช้เมื่อทำการอัพเดตหรืออ่านพารามิเตอร์

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

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

บิต 13/14 การเลือกชุดคำสั่ง:
ใช้บิต 13 และ 14 เพื่อเลือกชุดคำสั่งทั้งสี่แบบ ตามตารางที่แสดง .

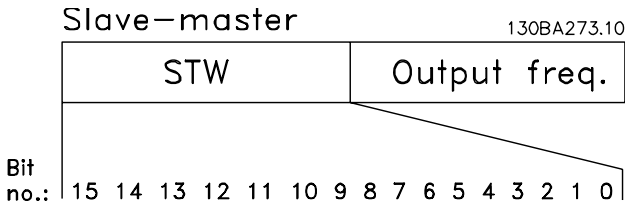
| ชุดคำสั่ง | บิต 14 | บิต 13 |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 |
| 3 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 1 |

ฟังก์ชันส่วนนี้จะใช้ได้เมื่อเลือก *ชุดคำสั่งหลายแบบ* ในพารามิเตอร์ 0-10 *ชุดคำสั่งใช้งาน*

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

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

☐ **ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ของ FC (STW) (พารามิเตอร์ 8-10 = โปรไฟล์ของ FC)**




| บิต | บิต = 0 | บิต = 1 |
|---|---|---|
| 00 | การควบคุมไม่พร้อม | การควบคุมพร้อม |
| 01 | ชุดขับเคลื่อนไม่พร้อม | ชุดขับเคลื่อนพร้อม |
| 02 | แบบลื่นไหล | ทำงาน |
| 03 | ไม่มีข้อผิดพลาด | ปิด |
| 04 | ไม่มีข้อผิดพลาด | ข้อผิดพลาด (ไม่ตัดการทำงาน) |
| 05 | สำรองไว้ | - |
| 06 | ไม่มีข้อผิดพลาด | ตัดการทำงานแบบล็อค |
| 07 | ไม่มีคำเตือน | คำเตือน |
| 08 | ความเร็ว ≠ ค่าอ้างอิง | ความเร็ว = ค่าอ้างอิง |
| 09 | การใช้งานหน้าเครื่อง | การควบคุมบัส |
| 10 | ออกนอกขีดกำจัดความถี่ | ขีดจำกัดความถี่ OK |
| 11 | ไม่มีการทำงาน | ระหว่างการทำงาน |
| 12 | ชุดขับเคลื่อน OK | หยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ |
| 13 | แรงดัน OK | แรงดันเกิน |
| 14 | แรงบิด OK | แรงบิดเกิน |
| 15 | ตัวตั้งเวลา OK | ตัวตั้งเวลาค่าเกิน |

**คำอธิบายบิตแสดงสถานะ**

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

บิต 01, ชุดขับเคลื่อนพร้อม:
บิต 01 = '1': ตัวแปลงความถี่พร้อมทำงาน แต่คำสั่ง แบบลื่นไหล 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 ไม่ได้ใช้ในเวิร์ดสถานะ

บิต 06, ไม่มีข้อผิดพลาด/ล็อคตัดการทำงาน:
บิต 06 = '0': ตัวแปลงความถี่ไม่อยู่ในโหมดฟอลต์ บิต 06 = "1": ตัวแปลงความถี่ถูกตัดการทำงานและล็อค

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 *จุดที่ใช้อ้างอิง* 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, ไม่มีการทำงาน/ระหว่างการทำงาน:
บิต 11 = '0': มอเตอร์ไม่รัน บิต 11 = '1': ตัวแปลงความถี่มีสัญญาณเริ่มต้นหรือความถี่เอาท์พุทสูงกว่า 0 Hz

บิต 12, ชุดขับเคลื่อน OK/ถูกหยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ:
บิต 12 = '0': ไม่มีอุณหภูมิสูงเกินชั่วคราวในอินเวอร์เตอร์ บิต 12 = '1': อินเวอร์เตอร์หยุด เนื่องจากอุณหภูมิสูงเกิน แต่เครื่องไม่ตัดการทำงาน และจะเริ่มการทำงานต่อทันทีที่หยุดอุณหภูมิสูงเกิน

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

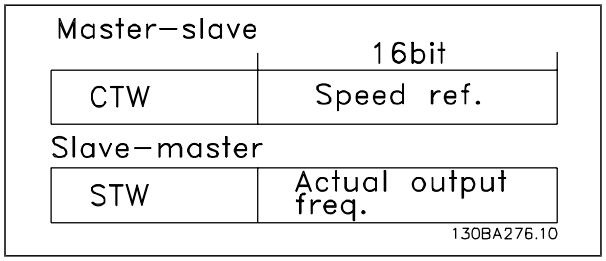
บิต 14, แรงบิด OK/เกินขีดจำกัด:
บิต 14 = '0': กระแสมอเตอร์ต่ำกว่าขีดจำกัดแรงบิดที่เลือกในพารามิเตอร์ 4-18 *ขีดจำกัดกระแส* บิต 14 = '1': ขีดจำกัดแรงบิดในพารามิเตอร์ 4-18 *ขีดจำกัดกระแส* เกินขีดจำกัด

บิต 15, ตัวจับเวลา OK/เกินขีดจำกัด:
บิต 15 = '0': ตัวจับเวลาสำหรับการป้องกันความร้อนมอเตอร์และการป้องกันความร้อน VLT ไม่เกิน 100% บิต 15 = '1': ตัวจับเวลาตัวใดตัวหนึ่งเกิน 100%

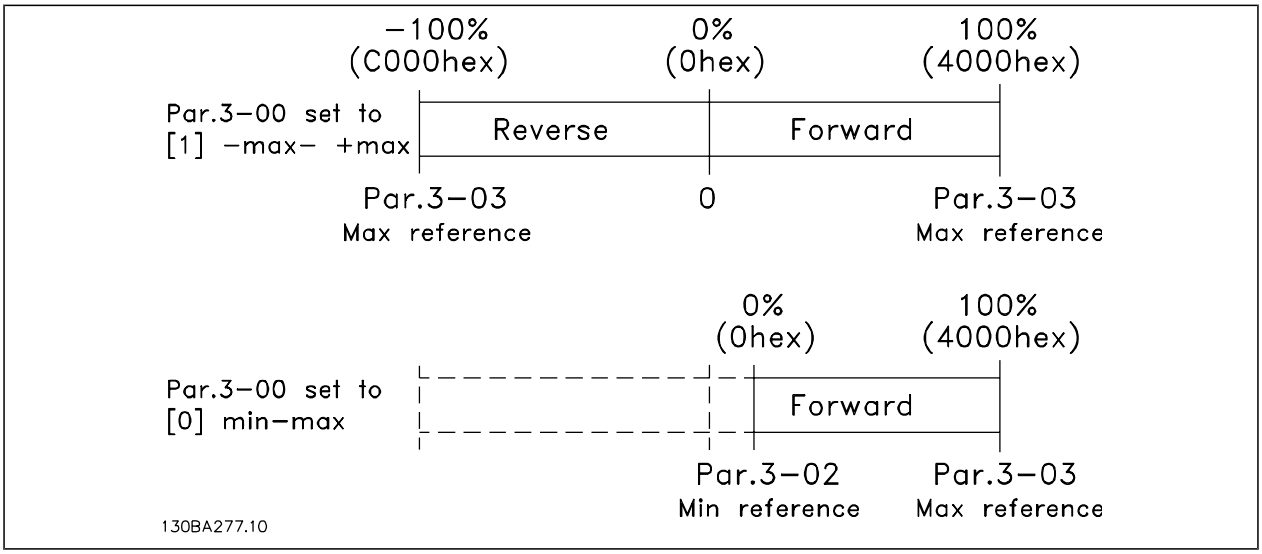
**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
ทุกบิตใน STW จะถูกตั้งเป็น '0' เมื่อสูญเสียการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เสริมอินเทอร์บัส (Interbus) และตัวแปลงความถี่ หรือเกิดปัญหาจากการสื่อสารภายใน

### ค่าอ้างอิงความเร็วของบัส

ค่าอ้างอิงความเร็วถูกส่งออไปจากตัวแปลงความถี่ในค่าที่สัมพัทธ์เป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าที่ถูกส่งออกไปในรูปแบบของข้อความ 16 บิตเป็นจำนวนเต็ม (0-32767) และค่า16384 (4000 Hex) จะเท่ากับ 100% ตัวเลขลบจะถูกกำหนดรูปแบบด้วยวิธีส่วนประกอบของ 2 ความถี่เอาท์พุทที่แท้จริง (MAV) จะสเกลในรูปแบบเดียวกันกับค่าอ้างอิงของบัส



ค่าอ้างอิงและ MAV มีสเกลดังต่อไปนี้:




### โปรไฟล์ควบคุม ProfiDrive

หัวข้อนี้อธิบายเกี่ยวกับการทำงานของคำสั่งควบคุมและข้อความแสดงสถานะในโปรไฟล์ Profidrive เลือกโปรไฟล์นี้โดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ 8-10 *โปรไฟล์คำสั่งควบคุมให้กับ Profidrive*

### คำสั่งควบคุมตามโปรไฟล์ PROFIdrive (CTW)

คำสั่งควบคุมใช้เพื่อส่งคำสั่งจากระบบหลัก (เช่น พีซี) ไปยังระบบรอง

| บิต | บิต = 0 | บิต = 1 |
|---|---|---|
| 00 | OFF 1 | ON 1 |
| 01 | OFF 2 | ON 2 |
| 02 | OFF 3 | ON 3 |
| 03 | แบบลื่นไหล | ไม่ลื่นไหล |
| 04 | การหยุดแบบรวดเร็ว | การเปลี่ยนความเร็ว |
| 05 | คงระดับเอาท์พุทความถี่ | ใช้การเปลี่ยนความเร็ว |
| 06 | การหยุดที่ใช้การเปลี่ยนความเร็ว | สตาร์ท |
| 07 | ไม่มีฟังก์ชัน | รีเซ็ต |
| 08 | Jog 1 OFF | Jog 1 ON |
| 09 | Jog 2 OFF | Jog 2 ON |
| 10 | ข้อมูลไม่ถูกต้อง | ข้อมูลถูกต้อง |
| 11 | ไม่มีฟังก์ชัน | ชะลอความเร็ว |
| 12 | ไม่มีฟังก์ชัน | เพิ่มความเร็ว |
| 13 | การตั้งค่าพารามิเตอร์ | การเลือก lsb |
| 14 | การตั้งค่าพารามิเตอร์ | การเลือก msb |
| 15 | ไม่มีฟังก์ชัน | กลับทิศทาง |

**คำอธิบายบิตควบคุม**

บิต 00 OFF 1/ON 1

การหยุดโดยการเปลี่ยนความเร็วปกติจะใช้เวลาเปลี่ยนความเร็วของการเปลี่ยนความเร็วที่เลือกจริง

บิต 00 = "0" ทำให้เกิดการหยุดและการใช้งานรีเลย์เอาท์พุท 1หรือ 2 เมื่อความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 0 Hz และเมื่อ [รีเลย์ 123] ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 5-40 *รีเลย์ฟังก์ชัน*

เมื่อบิต 00 = "1" ตัวแปลงความถี่จะอยู่ในสถานะ 1: "ถูกห้ามสวิตชิ่ง"

โปรดดูแผนภาพการเปลี่ยนสถานะของ Profidrive (PROFIdrive State Transition Diagram) ตอนท้ายของหัวข้อนี้

บิต 01 OFF 2/ON 2

หยุดแบบลื่นไหล

บิต 01 = "0" ทำให้เกิดการหยุดแบบลื่นไหลและการใช้งานของรีเลย์เอาท์พุท 1 หรือ 2 เมื่อความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 0 Hz และเมื่อ [รีเลย์ 123] ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 5-40 *รีเลย์ฟังก์ชัน*
เมื่อบิต 01 ="1" ตัวแปลงความถี่จะอยู่ในสถานะ 1: "ถูกห้ามสวิตชิ่ง" โปรดดูแผนภาพการเปลี่ยนสถานะของ Profidrive (PROFIdrive State Transition Diagram) ตอนท้ายของหัวข้อนี้

บิต 02 OFF 3/ON 3
การหยุดด่วนโดยใช้เวลาเปลี่ยนความเร็วของพารามิเตอร์ 3-81 *เวลาเปลี่ยนความเร็วของการหยุดด่วน* เมื่อบิต 02 = "0" ทำให้เกิดการหยุดด่วนและการใช้งานของรีเลย์เอาท์พุท 1 หรือ 2 เมื่อความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 0 Hz และเมื่อ [รีเลย์ 123] ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 5-40 *รีเลย์ฟังก์ชัน*
เมื่อบิต 02 ="1" ตัวแปลงความถี่จะอยู่ในสถานะ 1: "ถูกห้ามสวิตชิ่ง"
โปรดดูแผนภาพการเปลี่ยนสถานะของ Profidrive (PROFIdrive State Transition Diagram) ตอนท้ายของหัวข้อนี้

บิต 03 แบบลื่นไหล/ไม่ลื่นไหล
การหยุดแบบลื่นไหล บิต 03 = "0" ทำให้เกิดการหยุด เมื่อบิต 03 ="1" ตัวแปลงความถี่จะสามารถสตาร์ทหากเงื่อนไขการสตาร์ทอื่นๆ ครบถ้วน

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
การเลือกในพารามิเตอร์ 8-50 เลือกแบบลื่นไหล จะกำหนดวิธีที่บิต 03 เชื่อมต่อกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องของอินพุทดิจิตัล

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

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
การเลือกในพารามิเตอร์ 8-51 *การเลือกหยุดแบบด่วน* จะกำหนดวิธีที่บิต 04 เชื่อมต่อกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องของอินพุทดิจิตัล

บิต 05 คงค่าเอาท์พุทความถี่/ใช้การเปลี่ยนความเร็ว
เมื่อบิต 05 = "0" ความถี่เอาพุทในขณะนั้นจะถูกคงค่าไว้ถึงแม้ว่าค่าอ้างอิงจะเปลี่ยนแปลง
เมื่อบิต 05 = "1"ตัวแปลงความถี่จะดำเนินการตามฟังก์ชันที่ควบคุมด้วยตัวเองอีกครั้ง การทำงานจะเกิดขึ้นตามค่าอ้างอิงโดยตามลำดับ

บิต 06 การเปลี่ยนความเร็ว หยุด/สตาร์ท
การหยุดโดยการเปลี่ยนความเร็วปกติจะใช้เวลาเปลี่ยนความเร็วของการเปลี่ยนความเร็วจริงตามที่เลือก นอกจากนี้ ยังเรียกให้รีเลย์เอาท์พุท 01 หรือ 04 ทำงานเมื่อความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 0 Hz หากรีเลย์ 123 ถูกเลือก ในพารามิเตอร์ 5-40*รีเลย์ฟังก์ชัน* บิต 06= "0" ทำให้เกิดการหยุด เมื่อบิต 06 ="1" ตัวแปลงความถี่จะสามารถสตาร์ทหากเงื่อนไขการสตาร์ทอื่นๆ ครบถ้วน

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
การเลือกในพารามิเตอร์ 8-53 *การเลือกการสตาร์ท* จะกำหนดวิธีที่บิต 06 เชื่อมต่อกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องของอินพุทดิจิตัล

บิต 07 ไม่ทำงาน/รีเซ็ต
รีเซ็ตหลังจากการปิดสวิตช์
รับทราบเหตุการณ์ (Event) ในบัฟเฟอร์สำหรับฟอลต์
เมื่อบิต 07 = "0" ไม่มีการรีเซ็ต
การรีเซ็ตเกิดขึ้นหลังจากการปิด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความชันของบิต 07 เป็น "1"

บิต 08 Jog 1 OFF/ON
การเรียกทำงานความเร็วที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้าในพารามิเตอร์ 8-90 *ความเร็ว Jog 1 บัส* JOG 1 จะเป็นไปได้ต่อเมื่อบิต 04 = "0" และบิต 00 - 03 = "1"

บิต 09 Jog 2 OFF/ON
การเรียกทำงานความเร็วที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้าในพารามิเตอร์ 8-91 *ความเร็ว Jog 2 บัส* JOG 2 จะเป็นไปได้ต่อเมื่อบิต 04 = "0" และบิต 00 - 03 = "1"

บิต 10 ข้อมูลไม่ถูกต้อง/ถูกต้อง

ใช้เพื่อแจ้งให้ตัวแปลงความถี่ว่าคำสั่งควบคุมถูกใช้หรือถูกละเว้นหรือไม่ บิต 10 ="0" ทำให้คำสั่งควบคุมถูกละเว้น บิต 10 ="1" ทำให้คำสั่งควบคุมถูกใช้ ฟังก์ชันนี้สัมพันธ์กันเนื่องจากคำสั่งควบคุมจะมีอยู่ในข้อความส่งเสมอ โดยไม่ขึ้นกับประเภทของการส่งข้อความที่ถูกใช้ เช่น เป็นไปได้ที่จะมีการปิดคำสั่งข้อความถ้าคุณไม่ต้องการใช้เพื่อเชื่อมต่อในการปรับปรุงหรืออ่านพารามิเตอร์

บิต 11 ไม่มีฟังก์ชัน/ชะลอความเร็ว

ใช้เพื่อลดค่าอ้างอิงความเร็ว ตามจำนวนที่ให้ไว้ในพารามิเตอร์ 3-12 ค่า *กวดจับ/ชะลอ* เมื่อบิต 11 = "0" ไม่มีการแก้ไขของค่าอ้างอิงเกิดขึ้น เมื่อบิต 11 = "1" ค่าอ้างอิงจะมีค่าลดลง

บิต 12 ไม่มีฟังก์ชัน/เพิ่มความเร็ว

ใช้เพื่อเพิ่มค่าอ้างอิงความเร็ว ตามจำนวนที่ให้ไว้ในพารามิเตอร์ 3-12 *ค่ากวดจับ/ชะลอ*
เมื่อบิต 12 = "0" ไม่มีการแก้ไขของค่าอ้างอิงเกิดขึ้น
เมื่อบิต 12 = "1" ค่าอ้างอิงจะมีค่าลดลง
ถ้าทั้งการลดลงและการเร่งถูกใช้งาน (บิต11และบิต 12 = "1") การลดความเร็วจะมีความสำคัญก่อน เช่นค่าอ้างอิงความเร็วจะลดลง

บิต 13/14 การเลือกชุดคำสั่ง

บิต 13 และ 14 ถูกใช้เพื่อเลือกระหว่าง 4 ชุดคำสั่งพารามิเตอร์ตามตารางถัดไป

ฟังก์ชันจะมีความเป็นไปได้ถ้า*ชุดคำสั่งหลายชุด*ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 0-10 ชุดคำสั่งที่ใช้งาน การเลือกในพารามิเตอร์ 8-55 *การเลือกชุดคำสั่ง* จะกำหนดวิธีที่บิต 13 และ 14 เชื่อมต่อกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องของอินพุทดิจิตัล การเปลี่ยนชุดคำสั่งในขณะทำงานเป็นไปได้เมื่อชุดคำสั่งนั้นถูกเชื่อมโยงในพารามิเตอร์ 0-12*ชุดคำสั่งนี้เชื่อมกับ*เท่านั้น

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

บิต 15 ไม่มีฟังก์ชัน/กลับทิศทาง

บิต 15 ="0" ทำให้ไม่กลับทิศทาง
บิต 15 ="1" ทำให้กลับทิศทาง
หมายเหตุ: ในการตั้งค่ามาตรฐาน การกลับทิศทางถูกตั้งเป็น*ดิจิตัล*ในพารามิเตอร์ 8-54 *เลือกกลับทิศทาง*

**โน้ตสำหรับผู้อ่าน**
บิต 15 จะทำให้มีการกลับทิศทางเฉพาะเมื่อเลือก*การสื่อสารอนุกรม, โลจิก or*หรือ *โลจิก and*เท่านั้น

☐ **ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ PROFIdrive (STW)**

ข้อความแสดงสถานะจะใช้เพื่อแจ้งระบบหลัก (เช่น พีซี) เกี่ยวกับสถานะของระบบรอง

| บิต | บิต = 0 | บิต = 1 |
|---|---|---|
| 00 | การควบคุมไม่พร้อม | การควบคุมพร้อม |
| 01 | ชุดขับเคลื่อนไม่พร้อม | ชุดขับเคลื่อนพร้อม |
| 02 | แบบลื่นไหล | ทำงาน |
| 03 | ไม่มีข้อผิดพลาด | ปิด |
| 04 | OFF 2 | ON 2 |
| 05 | OFF 3 | ON 3 |
| 06 | สตาร์ทได้ | สตาร์ทไม่ได้ |
| 07 | ไม่มีคำเตือน | คำเตือน |
| 08 | ความเร็ว ≠ ค่าอ้างอิง | ความเร็ว = ค่าอ้างอิง |
| 09 | การใช้งานหน้าเครื่อง | การควบคุมบัส |
| 10 | ออกนอกขีดกำจัดความถี่ | ขีดจำกัดความถี่ OK |
| 11 | ไม่มีการทำงาน | ระหว่างการทำงาน |
| 12 | ชุดขับเคลื่อน OK | ถูกหยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ |
| 13 | แรงดัน OK | แรงดันเกิน |
| 14 | แรงบิด OK | แรงบิดเกิน |
| 15 | ตัวตั้งเวลา OK | ตัวตั้งเวลาค่าเกิน |

**คำอธิบายบิตแสดงสถานะ**

บิต 00, การควบคุมพร้อม/ไม่พร้อม
เมื่อบิต 00 = "0"บิต 00, 01 หรือ 02 ของคำสั่งควบคุมคือ "0" (OFF 1, OFF 2 หรือ OFF 3) - หรือตัวแปลงความถี่ถูกปิด (ตัดการทำงาน)
เมื่อบิต 00 = "1" ส่วนควบคุมตัวแปลงความถี่พร้อม แต่ไม่มีแหล่งจ่ายไฟที่จำเป็นที่จ่ายให้กับเครื่องในขณะนี้ (ในกรณีของแหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V ของระบบควบคุม

บิต 01 VLT ไม่พร้อม/พร้อม
มีความสำคัญเช่นเดียวกับบิต 00 อย่างไรก็ตามยังมีการจ่ายของชุดแหล่งจ่ายไฟ ตัวแปลงความถี่พร้อมเมื่อได้รับสัญญาณสตาร์ทที่จำเป็น

บิต 02 แบบลื่นไหล /ทำงาน
เมื่อบิต 02 = "0"บิต 00, 01 หรือ 02 ของคำสั่งควบคุมคือ "0" (OFF 1, OFF 2 หรือ OFF 3 หรือ ลื่นไหล) - หรือตัวแปลงความถี่ถูกปิด (ตัดการทำงาน)
เมื่อบิต 02 = "1" บิต 00, 01 หรือ 02 ของคำสั่งควบคุมคือ "1" ตัวแปลงความถี่จะไม่ตัดการทำงาน

บิต 03 ไม่มีข้อผิดพลาด/ตัดการทำงาน
เมื่อบิต 03 = "0" ไม่มีสภาวะที่ผิดพลาดของตัวแปลงความถี่เหลืออยู่
เมื่อบิต 03 = "1" ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานและต้องรีเซ็ตสัญญาณก่อนที่จะสตาร์ท

บิต 04 ON 2/OFF 2
เมื่อบิต 01 ของคำสั่งควบคุมเป็น "0" แล้วบิต 04 = "0"
เมื่อบิต 01 ของคำสั่งควบคุมเป็น "1" แล้วบิต 04 = "1"

บิต 05 ON 3/OFF 3
เมื่อบิต 02ของคำสั่งควบคุมเป็น "0" แล้วบิต 05= "0"
เมื่อบิต 02 ของคำสั่งควบคุมเป็น "1" แล้วบิต 05 = "1"

บิต 06, สตาร์ทได้/สตาร์ทไม่ได้
ถ้า PROFidrive ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 8-10 *โปรไฟล์คำสั่งควบคุม* บิต 06จะมีค่า "1" หลังจากปิดการยอมรับ หลังจากการใช้งาน OFF2 หรือ OFF 3 และหลังจากการเปิดสวิทช์แหล่งจ่ายแรงดันหลัก การสตาร์ทไม่สามารถทำได้ จะรีเซ็ตด้วยบิต 00 ของคำสั่งควบคุมที่ตั้งที่ "0" และบิต 01, 02 และ 10 ที่ตั้งไว้ที่ "1"

บิต 07 ไม่มีคำเตือน/คำเตือน
บิต 07 = "0" หมายถึงไม่มีการเตือน
บิต 07 = "1" หมายถึงมีการเตือนเกิดขึ้น

บิต 08 ความเร็ว≠ ค่าอ้างอิง/ความเร็ว = ค่าอ้างอิง

เมื่อบิต 08 = "0" ความเร็วปัจจุบันของมอเตอร์จะแตกต่างจากค่าอ้างอิงความเร็วที่ตั้ง กรณีนี้เกิดขึ้น เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วระหว่างการสตาร์ท/หยุดผ่านทางการเปลี่ยนความเร็วเพิ่ม/ลด
เมื่อบิต 08 = "1" ความเร็วปัจจุบันของมอเตอร์จะตรงกับจากค่าอ้างอิงความเร็วที่ตั้ง

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

บิต 10 ออกนอกขีดจำกัดความถี่/ขีดจำกัดความถี่ OK
เมื่อบิต 10 = "0" ความถี่เอาท์พุทอยู่นอกขีดจำกัดในพารามิเตอร์ 4-11 *ขีดจำกัดความเร็วมอเตอร์ต่ำ (rpm)* และพารามิเตอร์ 4-13 *ขีดจำกัดความเร็วมอเตอร์สูง (rpm)* เมื่อบิต 10 = "1" ความถี่เอาท์พุทอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนด

บิต 11 ไม่มีการทำงาน/ทำงาน
เมื่อ บิต 11 = "0" มอเตอร์ไม่ทำงาน
เมื่อบิต 11 = "1" ตัวแปลงความถี่มีสัญญาณเริ่มต้น หรือความถี่เอาท์พุทสูงกว่า 0 Hz

บิต 12, ชุดขับเคลื่อน OK/ถูกหยุด, สตาร์ทอัตโนมัติ
เมื่อบิต 12 = "0" ไม่มีโหลดเกินแบบชั่วคราวของอินเวอร์เตอร์
เมื่อบิต 12 = "1" อินเวอร์เตอร์หยุดเนื่องจากโหลดเกิน อย่างไรก็ตาม ตัวแปลงความถี่จะไม่ปิดสวิตช์ (ตัดการทำงาน) และจะสตาร์ทอีกครั้งหลังจากการภาวะโหลดเกินหยุดลง

บิต 13 แรงดัน OK/แรงดันเกิน
เมื่อบิต 13 = "0" แรงดันไม่เกินขีดจำกัดแรงดันของตัวแปลงความถี่
เมื่อบิต 13 = "1" แรงดันตรงในวงจรกลางของตัวแปลงความถี่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป

บิต 14 แรงบิด OK/แรงบิดเกิน
เมื่อบิต 14 = "0" แรงบิดของมอเตอร์อยู่ต่ำกว่าขีดจำกัดแรงดันในพารามิเตอร์ 4-16 *โหมดขีดจำกัดแรงบิดมอเตอร์* และพารามิเตอร์ 4-17 *โหมดขีดจำกัดแรงบิดเจอเนอเรเตอร์* เมื่อบิต 14 = "1" เกิดแรงบิดเกินค่าขีดจำกัดที่ถูกเลือกในพารามิเตอร์ 4-16 *โหมดขีดจำกัดแรงบิดมอเตอร์* หรือพารามิเตอร์ 4-17 *โหมดขีดจำกัดแรงบิดเจอเนอเรเตอร์*

บิต 15 ตัวจับเวลา OK/เวลาเกิน
เมื่อบิต 15 = "0" ตัวจับเวลาสำหรับป้องกันความร้อนมอเตอร์และการป้องกันความร้อนตัวแปลงความถี่ มีค่าไม่เกิน 100%
เมื่อบิต 15 = "1" มีตัวตั้งเวลาอย่างน้อย 1ตัว เกิน 100%

# การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

### ☐ คำเตือน/ข้อความสัญญาณเตือน

คำเตือนหรือสัญญาณเตือนจะมีสัญลักษณ์แสดงด้วยไฟสถานะที่เกี่ยวข้องอยู่ที่ด้านหน้าของตัวแปลงความถี่และระบุด้วยรหัสที่หน้าจอแสดงผล

คำเตือนจะยังทำงานอยู่จนกว่าจะไม่มีสาเหตุปรากฏแล้ว ในบางสถานการณ์ การทำงานของมอเตอร์จะยังเกิดขึ้นต่อไป ข้อความคำเตือนอาจจะร้ายแรง แต่ไม่จำเป็นถึงขั้นดังกล่าว

ในกรณีของสัญญาณเตือน ตัวแปลงความถี่อาจจะตัดการทำงาน สัญญาณเตือนต้องได้รับการรีเซ็ตเพื่อเริ่มต้นการทำงานอีกครั้งหลังจากแก้ไขสาเหตุแล้ว โดยสามารถทำได้ 3 ทางคือ:

1. ด้วยการใช้ปุ่มควบคุม [RESET] บนแผงควบคุมของ LCP
2. ผ่านทางอินพุทดิจิตัลด้วยฟังก์ชัน "Reset" (รีเซ็ต)
3. ผ่านทางการสื่อสารแบบอนุกรม/ฟิลด์บัสเสริม

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

หากไม่สามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนได้ สาเหตุอาจเป็นเพราะยังไม่ได้แก้ไขสาเหตุ หรือสัญญาณเตือนเป็นแบบตัดการทำงานแบบล็อค (ดูที่ตารางในหน้าต่อไป)

สัญญาณเตือนที่เป็นการตัดการทำงานแบบล็อคเป็นการป้องกันเพิ่มเติม ซึ่งหมายความว่าแหล่งจ่ายไฟหลักต้องถูกปิดก่อนจะสามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือนได้ หลังจากสามารถเปิดการทำงานอีกครั้ง FC 300 จะไม่ถูกบล็อคอีกต่อไป และจะสามารถรีเซ็ตได้ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ข้างต้นเมื่อแก้ไขสาเหตุแล้ว

สัญญาณเตือนที่ไม่ใช่แบบตัดการทำงานแบบล็อค สามารถจะรีเซ็ตได้เช่นกัน โดยใช้ฟังก์ชันรีเซ็ตอัตโนมัติในพารามิเตอร์ 14-20 (ค่าเตือน: สามารถปลุกการทำงานอัตโนมัติได้!)

หากคำเตือนและสัญญาณเตือนมีรหัสกำกับไว้ที่ตรงตามตารางในหน้าต่อไปนี้ หมายความว่าคำเตือนเกิดขึ้นก่อนสัญญาณเตือน หรือมิเช่นนั้นคุณจะสามารถระบุว่าเป็นคำเตือนหรือสัญญาณเตือนที่แสดงขึ้นจากฟอลต์ดังกล่าว

ตัวอย่างเช่น อาจเป็นไปได้ที่พารามิเตอร์ 1-90 *การป้องกันความร้อนสะสมของมอเตอร์* หลังจากสัญญาณเตือนหรือตัดการทำงานมอเตอร์จะลื่นไถลและสัญญาณเตือนและการเตือนจะกะพริบอยู่ เมื่อปัญหาถูกแก้ไขแล้ว เฉพาะสัญญาณเตือนจะยังคงกะพริบต่อไปจนกว่า FC 300 จะถูกรีเซ็ต

### รายการรหัสสัญญาณเตือน/คำเตือน

| หมายเลข | คำอธิบาย | คำเตือน | สัญญาณเตือน/ตัดการทำงาน | สัญญาณเตือน/ตัดการทำงานแบบล็อก | ค่าอ้างอิงของพารามิเตอร์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 โวลต์ ต่ำ | X | | | |
| 2 | ความผิดพลาดแรงดันต่ำเกินไป | (X) | (X) | | 6-01 |
| 3 | ไม่มีมอเตอร์ | (X) | | | 1-80 |
| 4 | เฟสของแหล่งจ่ายไฟหลักหายไป | (X) | (X) | (X) | 14-12 |
| 5 | แรงดัน DC สูง | X | | | |
| 6 | แรงดัน DC ต่ำ | X | | | |
| 7 | แรงดันกระแสตรงเกิน | X | X | | |
| 8 | แรงดันไฟตรงมีค่าต่ำเกิน | X | X | | |
| 9 | อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลดเกิน | X | X | | |
| 10 | มอเตอร์ ETR อุณหภูมิสูงเกิน | (X) | (X) | | 1-90 |
| 11 | เทอร์มิสเตอร์ของมอเตอร์อุณหภูมิสูงเกิน | (X) | (X) | | 1-90 |
| 12 | ขีดจำกัดแรงบิด (Torque limit) | X | X | | |
| 13 | กระแสเกิน | X | X | X | |
| 14 | ฟอลต์ลงดิน | X | X | X | |
| 15 | ฮาร์ดแวร์ไม่ตรงกัน | | X | X | |
| 16 | การลัดวงจร | | X | X | |
| 17 | เวิร์ดควบคุมหมดเวลา | (X) | (X) | | 8-04 |
| 23 | ฟอลต์กับพัดลมภายใน | X | | | |
| 24 | ฟอลต์กับพัดลมภายนอก | X | | | 14-53 |
| 25 | ตัวต้านทานเบรคลัดวงจร | X | | | |
| 26 | ขีดจำกัดกำลังของตัวต้านทานเบรค | (X) | (X) | | 2-13 |
| 27 | ตัวสับเบรคลัดวงจร | X | X | | |
| 28 | การตรวจสอบเบรค | (X) | (X) | | 2-15 |
| 29 | บอร์ดควบคุมอุณหภูมิสูงเกิน | 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 | ฟอลต์การสื่อสารที่ Fieldbus | X | X | | |
| 36 | แหล่งจ่ายไฟหลักล้มเหลว | X | X | | |
| 38 | ฟอลต์ภายใน | | X | X | |
| 40 | โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตัล ขั้วต่อ 27 | (X) | | | 5-00, 5-01 |
| 41 | โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตัล ขั้วต่อ 29 | (X) | | | 5-00, 5-02 |
| 42 | โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตัลบน X30/6 | (X) | | | 5-32 |
| 42 | โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตัลบน 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 พารามิเตอร์ออกนอกพิสัย | | X | | |
| 56 | AMA ขัดจังหวะการทำงานโดยผู้ใช้ | | X | | |
| 57 | AMA หมดเวลา | | X | | |
| 58 | AMA ฟอลต์ภายใน | X | X | | |
| 59 | ขีดจำกัดกระแส (Current limit) | X | | | |

# การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

## รายการรหัสสัญญาณเตือน/คำเตือน

| หมายเลข | คำอธิบาย | คำเตือน | สัญญาณเตือน/ตัดการทำงาน | สัญญาณเตือน/ตัดการทำงานแบบล็อก | ค่าอ้างอิงของพารามิเตอร์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 61 | ข้อผิดพลาดการติดตามผล | (X) | (X) | | 4-30 |
| 62 | ความถี่เอาท์พุทถึงขีดจำกัดสูงสุด (Output Frequency at Maximum Limit) | X | | | |
| 63 | เบรคเชิงกลมีค่าต่ำ (Mechanical Brake Low) | | (X) | | 2-20 |
| 64 | ขีดจำกัดแรงดัน | X | | | |
| 65 | บอร์ดควบคุมอุณหภูมิสูงเกิน | X | X | X | |
| 66 | อุณหภูมิฮีทซิงค์ต่ำ | X | | | |
| 67 | การกำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เสริมเปลี่ยนไป | | X | | |
| 68 | ใช้งานการหยุดแบบปลอดภัย | | X | | |
| 70 | การกำหนดรูปแบบที่ไม่ถูกต้องตาม FC | | | X | |
| 80 | ชุดขับเคลื่อนตั้งค่าเริ่มต้นตามการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน | | 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 | |

(X) ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์

การตัดการทำงานเป็นการดำเนินการเมื่อมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้น การตัดการทำงานจะทำให้มอเตอร์ลื่นไหลและสามารถรีเซ็ตได้โดยการกดปุ่ม RESET หรือรีเซ็ตโดยอินพุทดิจิตัล (พารามิเตอร์ 5-1* [1]) เหตุการณ์เริ่มต้นที่เป็นสาเหตุให้เกิดสัญญาณเตือนไม่สามารถสร้างความเสียหายให้กับชุดขับเคลื่อนหรือสร้างสภาพที่เป็นอันตราย การตัดล็อกการทำงานเป็นการดำเนินการเมื่อสัญญาณเตือนเกิดขึ้นซึ่งอาจสร้างความเสียหายให้กับชุดขับเคลื่อนหรือชิ้นส่วนที่เชื่อมต่อ การตัดล็อกการทำงานสามารถรีเซ็ตได้โดยการปิดแล้วเปิดเครื่องใหม่เท่านั้น

| *ไฟแสดงสถานะ LED* | |
|---|---|
| คำเตือน | สีเหลือง |
| สัญญาณเตือน | สีแดงกะพริบ |
| ตัดการทำงานแบบล็อก | สีเหลืองและแดง |

### คำอธิบายของข้อความสัญญาณเตือน, ข้อความคำเตือน และเวิร์ดขยายส่วนสถานะ

| คำสัญญาณเตือน ส่วนขยายเวิร์ดสถานะ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **บิต** | **เลขฐานหก** | **เลขฐานสิบ** | **คำสัญญาณเตือน** | **คำเตือน** | **ส่วนขยายเวิร์ดสถานะ** |
| 0 | 00000001 | 1 | การตรวจสอบเบรครีซีสเตอร์ | การตรวจสอบเบรครีซีสเตอร์ | การเปลี่ยนความเร็ว |
| 1 | 00000002 | 2 | อุณหภูมิของการ์ดส่วนกำลัง | อุณหภูมิของการ์ดส่วนกำลัง | AMA ทำงาน |
| 2 | 00000004 | 4 | ฟอลต์ลงดิน | ฟอลต์ลงดิน | สตาร์ทตามเข็ม/ทวนเข็ม |
| 3 | 00000008 | 8 | อุณหภูมิการ์ดควบคุม | อุณหภูมิการ์ดควบคุม | ชะลอความเร็ว |
| 4 | 00000010 | 16 | เวิร์ดควบคุม TO | เวิร์ดควบคุม TO | กวดตาม (Catch Up) |
| 5 | 00000020 | 32 | กระแสเกิน | กระแสเกิน | ค่าป้อนกลับค่าสูง |
| 6 | 00000040 | 64 | ขีดจำกัดแรงบิด | ขีดจำกัดแรงบิด | ค่าป้อนกลับค่าต่ำ |
| 7 | 00000080 | 128 | มอเตอร์อุณหภูมิสูงเกิน | มอเตอร์อุณหภูมิสูงเกิน | กระแสเอาท์พุทค่าสูง |
| 8 | 00000100 | 256 | มอเตอร์ ETR เกิน | มอเตอร์ ETR เกิน | กระแสเอาท์พุทค่าต่ำ |
| 9 | 00000200 | 512 | อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลดเกิน | อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลดเกิน | ความถี่เอาท์พุทสูง |
| 10 | 00000400 | 1024 | DC แรงดันต่ำเกิน | DC แรงดันต่ำเกิน | ความถี่เอาท์พุทต่ำ |
| 11 | 00000800 | 2048 | DC แรงดันสูงเกิน | DC แรงดันสูงเกิน | ตรวจสอบเบรค ผ่าน |
| 12 | 00001000 | 4096 | การลัดวงจร | แรงดัน DC ค่าต่ำ | เบรคสูงสุด |
| 13 | 00002000 | 8192 | ฟอลต์แบบกระชาก | แรงดัน DC ค่าสูง | การเบรค |
| 14 | 00004000 | 16384 | เฟสแหล่งจ่ายไปหลักหายไป | เฟสแหล่งจ่ายไปหลักหายไป | ออกนอกพิสัยความเร็ว |
| 15 | 00008000 | 32768 | AMA ไม่ ผ่าน | ไม่มีมอเตอร์ | OVC ทำงาน |
| 16 | 00010000 | 65536 | ความผิดพลาดแรงดันต่ำเกินไป | ความผิดพลาดแรงดันต่ำเกินไป | |
| 17 | 00020000 | 131072 | ฟอลต์ภายใน | 10V ต่ำ | |
| 18 | 00040000 | 262144 | เบรคเกินพิกัด | เบรคเกินพิกัด | |
| 19 | 00080000 | 524288 | เฟส U หายไป | ตัวต้านทานเบรค | |
| 20 | 00100000 | 1048576 | เฟส V หายไป | เบรค IGBT | |
| 21 | 00200000 | 2097152 | เฟส W หายไป | ขีดจำกัดความเร็ว | |
| 22 | 00400000 | 4194304 | ฟอลต์ที่ฟิลด์บัส | ฟอลต์ที่ฟิลด์บัส | |
| 23 | 00800000 | 8388608 | แหล่งจ่าย 24 V ค่าต่ำ | แหล่งจ่าย 24 V ค่าต่ำ | |
| 24 | 01000000 | 16777216 | สายหลักล้มเหลว | สายหลักล้มเหลว | |
| 25 | 02000000 | 33554432 | แหล่งจ่าย 1.8 V ค่าต่ำ | ขีดจำกัดกระแส | |
| 26 | 04000000 | 67108864 | ตัวต้านทานเบรค | อุณหภูมิต่ำ | |
| 27 | 08000000 | 134217728 | เบรค IGBT | ขีดจำกัดแรงดัน | |
| 28 | 10000000 | 268435456 | เปลี่ยนอุปกรณ์เสริม | ไม่ใช้ | |
| 29 | 20000000 | 536870912 | ชุดขับเคลื่อนตั้งค่าเริ่มต้น | ไม่ใช้ | |
| 30 | 40000000 | 1073741824 | การหยุดแบบปลอดภัย | ไม่ใช้ | |
| 31 | 80000000 | 2147483648 | เบรคเชิงกลมีค่าต่ำ | คำสถานะขยาย | |

ข้อความสัญญาณเตือน คำเตือน และส่วนขยายเวิร์ดสถานะสามารถอ่านได้จากบัสอนุกรมหรือฟิลด์บัสเสริม เพื่อการวินิจฉัย ดูเพิ่มเติมที่พารามิเตอร์ 16-90, 16-92 และ 16-94

# การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

**คำเตือน 1**
**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**
**เฟสหลักหาย:**
เกิดการหายไปของไฟฟ้าเฟสหนึ่งทางด้านแหล่งจ่ายไฟหลัก 3 เฟส หรือแรงดันของแหล่งจ่ายไฟหลักมีความไม่สมดุลสูงมากเกินไป
ข้อความนี้จะปรากฏเช่นกันเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นที่วงจรเรียงกระแสด้านอินพุทของตัวแปลงความถี่
ตรวจสอบแรงดันแหล่งจ่ายไฟและกระแสแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายมายังตัวแปลงความถี่

**คำเตือน 5**
**แรงดัน DC สูง:**
แรงดันวงจรขั้นกลาง (แรงดันดีซีลิงค์) มีค่าสูงกว่าค่าขีดจำกัดแรงดันเกินของระบบควบคุม ตัวแปลงความถี่ยังคงทำงาน

**คำเตือน 6**
**แรงดัน DC ต่ำ**
แรงดันวงจรขั้นกลาง (แรงดันดีซีลิงค์) มีค่าต่ำกว่าค่าขีดจำกัดแรงดันต่ำเกินของระบบควบคุม ตัวแปลงความถี่ยังคงทำงาน

**คำเตือน/สัญญาณเตือน 7**
**แรงดัน DC เกิน:**
ถ้าแรงดันวงจรขั้นกลาง (แรงดันดีซีลิงค์) มีค่าสูงเกินกว่าขีดจำกัด ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานหลังจากเวลาหนึ่ง
การแก้ไขที่ทำได้:

เชื่อมต่อตัวต้านทานเบรค

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 (มีเบรค – ไม่มีเบรค) | 390/405 | 810/840 | 943/965 |
| แรงดันเกิน | 410 | 855 | 975 |

แรงดันที่ระบุเป็นแรงดันวงจรชั้นกลางของ FC 300 โดยมีค่าที่ยอมรับได้ 5 % แรงดันไฟฟ้าสายหลักที่เกี่ยวข้องมีค่าเท่ากับแรงดันวงจรชั้นกลาง (ดีซีลิงค์) หารด้วย 1.35

**คำเตือน/สัญญาณเตือน 8**
**แรงดัน DC ต่ำ:**
หากแรงดันไฟฟ้าวงจรชั้นกลาง (DC) ลดลงต่ำกว่าขีดจำกัด "คำเตือนแรงดันไฟฟ้าต่ำ" (ดูตารางด้านบน) ตัวแปลงความถี่จะตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟสำรอง 24 V เชื่อมต่ออยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีแหล่งจ่ายสำรอง 24 V ต่ออยู่ ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานหลังจากเวลาค่าหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละเครื่อง
ในการตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟเหมาะสมกับตัวแปลงความถี่หรือไม่ ให้ดู *ข้อมูลจำเพาะทั่วไป*

**คำเตือน/สัญญาณเตือน 9**
**อินเวอร์เตอร์จ่ายโหลดเกิน:**
ตัวแปลงความถี่กำลังจะตัดการทำงานเนื่องจากจ่ายโหลดเกิน (กระแสสูงเป็นเวลานานเกินไป) ตัวนับสำหรับการป้องกันความร้อนสะสมของอินเวอร์เตอร์ด้วยการคำนวณแบบ
อิเล็กทรอนิกจะแจ้งคำเตือนที่ 98% และตัดการทำงานที่ 100% ในขณะที่แจ้งสัญญาณเตือน คุณ ไม่สามารถ รีเซ็ตตัวแปลงความถี่จนกว่าตัวนับจะกลับมามีค่าต่ำกว่า 90%
ฟอลต์นี้เกิดจากตัวแปลงความถี่จ่ายโหลดเกินกว่า 100% เป็นระยะเวลานานเกินไป

**คำเตือน/สัญญาณเตือน 10**
**ETR มอเตอร์อุณหภูมิสูง:**
จากการทำงานของรีเลย์ความร้อนแบบอิเล็กทรอนิก (ETR) พบว่ามอเตอร์มีความร้อนเกินไป คุณสามารถเลือกได้ว่าจะให้ตัวแปลงความถี่แจ้งคำเตือนหรือสัญญาณเตือนเมื่อตัวนับมีค่าถึง 100% หรือไม่ ในพารามิเตอร์ 1-90 ฟอลต์นี้เกิดจากมอเตอร์จ่ายโหลดเกิน 100 % เป็นระยะเวลานานเกินไป ตรวจสอบด้วยว่ามอเตอร์พารามิเตอร์ 1-24 ถูกตั้งค่าอย่างถูกต้อง

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

# การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

**คำเตือน/สัญญาณเตือน 12**
**ขีดแรงบิด:**
แรงบิดมีค่ามากกว่าค่าในพารามิเตอร์ 4-16 (ในการทำงานแบบมอเตอร์) หรือแรงบิดมีค่ามากกว่าค่าในพารามิเตอร์ 4-17 (ในการทำงานแบบคืนพลังงานกลับ (regenerative))

**คำเตือน/สัญญาณเตือน 13**
**กระแสเกิน:**
กระแสมีค่าเกินขีดจำกัดกระแสค่ายอดของอินเวอร์เตอร์ (ประมาณ 200% ของกระแสพิกัด) คำเตือนจะแสดงค้างไว้ประมาณ 8-12 วินาที หลังจากนั้นตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานและแสดงการเตือน ปิดตัวแปลงความถี่ และให้ตรวจสอบว่าเพลาของมอเตอร์สามารถหมุนได้หรือไม่ และขนาดของมอเตอร์เหมาะสมกับตัวแปลงความถี่หรือไม่
ถ้ามีการเลือกส่วนขยาย การควบคุมเบรค เชิงกล การตัดการทำงานจะสามารถรีเซ็ตจากภายนอกได้

**สัญญาณเตือน 14**
**ฟอลต์ลงดิน:**
มีการคายประจุจากเฟสเอาท์พุทลงดิน ทั้งจากในเคเบิลระหว่างตัวแปลงความถี่และมอเตอร์ หรือภายในตัวมอเตอร์เอง
ปิดตัวแปลงความถี่และแก้ไขฟอลต์ลงดิน

**สัญญาณเตือน 15**
**ฮาร์ดแวร์ไม่สมบูรณ์:**
อุปกรณ์เสริมติดตั้งถาวรไม่ได้รับการจัดการจากบอร์ดควบคุมปัจจุบัน (ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์)

**สัญญาณเตือน 16**
**การลัดวงจร:**
มีการลัดวงจรในมอเตอร์หรือที่ขั้วต่อมอเตอร์
ปิดตัวแปลงความถี่และแก้ไขการลัดวงจร

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

**คำเตือน 23**
**ฟอลต์กับพัดลมภายใน:**
ฟังก์ชันการเตือนของพัดลมเป็นฟังก์ชันการป้องกันเพิ่มเติมที่ตรวจสอบว่าพัดลมกำลังทำงานหรือว่าถูกติดตั้งอยู่หรือไม่ การเตือนของพัดลมสามารถยกเลิกการใช้งานใน *ตรวจสอบพัดลม* พารามิเตอร์ 14-53 (ตั้งค่า [0] เพื่อยกเลิก)

**คำเตือน 24**
**ฟอลต์กับพัดลมภายนอก:**
ฟังก์ชันการเตือนของพัดลมเป็นฟังก์ชันการป้องกันเพิ่มเติมที่ตรวจสอบว่าพัดลมกำลังทำงานหรือว่าถูกติดตั้งอยู่หรือไม่ การเตือนของพัดลมสามารถยกเลิกการใช้งานใน *ตรวจสอบพัดลม* พารามิเตอร์ 14-53 (ตั้งค่า [0] เพื่อยกเลิก)

**คำเตือน 25**
**ค่าเบรครีซฯ:**
ตัวต้านทานเบรคได้รับการตรวจระหว่างการทำงาน ถ้าเกิดลัดวงจรขึ้น ฟังก์ชันเบรคจะถูกตัดออก และมีการแสดงคำเตือน ตัวแปลงความถี่จะยังคงทำงานอยู่ แต่ไม่มีฟังก์ชันเบรค ปิดตัวแปลงความถี่และเปลี่ยนตัวต้านทานเบรค (ดูที่พารามิเตอร์ 2-15 *ตรวจสอบเบรค*)

**สัญญาณเตือน/คำเตือน 26**
**เกินเบรค:**
กำลังที่ส่งไปยังตัวต้านทานเบรคจะถูกคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์โดยเป็นค่าเฉลี่ยในช่วง 120 วินาทีล่าสุด โดยคำนวณจากค่าความต้านทานของตัวต้านทานเบรค (พารามิเตอร์ 2-11) และแรงดันวงจรขั้นกลาง คำเตือนจะแสดงเมื่อกำลังเบรคที่ตัวต้านทานต้องดูดซับเข้าไปมีค่าสูงกว่า 90% ถ้าเลือก *ตัดการทำงาน* [2] ไว้ในพารามิเตอร์ 2-13 ตัวแปลงความถี่จะตัดการทำงานออก และแสดงสัญญาณเตือน เมื่อกำลังเบรคที่ตัวต้านทานต้องดูดซับเข้าไปมีค่าสูงกว่า 100%

**คำเตือน 27**
**ตัวสับเบรคผิดพลาด:**
ตัวต้านทานเบรคได้รับการตรวจดูแลระหว่างการทำงาน ถ้าเกิดลัดวงจรขึ้น ฟังก์ชันเบรคจะถูกตัดออกและมีการแสดงคำเตือน ตัวแปลงความถี่ยังสามารถทำงานได้แต่เนื่องจากตัวต้านทานเบรคได้เกิดการลัดวงจรไปแล้ว กำลังจำนวนมากจะยังคงถูกส่งไปยังตัวต้านทานเบรคถึงแม้ว่าตัวต้านทานจะไม่ทำงานแล้วก็ตาม
ปิดตัวแปลงความถี่ และนำตัวต้านทานเบรคออก

คำเตือน: มีความเสี่ยงที่กำลังจำนวนมากจะถูกถ่ายโอนไปยังตัวต้านทานเบรคถ้าทรานซิสเตอร์เบรคเกิดการลัดวงจร

**สัญญาณเตือน/คำเตือน 28**
**ตรวจเบรค:**
ฟอลต์ที่ตัวต้านทานเบรค: ตัวต้านทานเบรคไม่ได้ถูกต่อเอาไว้/ไม่ทำงาน

**สัญญาณเตือน 29**
**อุณหภูมิสูงเกิน:**
ถ้ากรอบหุ้มที่ใช้เป็นแบบ IP 20 หรือ IP 21/TYPE 1 อุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อน (Heatsink) ที่จะตัดการทำงานคือ 95 °C ±5 ° C ฟอลต์ที่เกิดจากอุณหภูมิจะไม่สามารถรีเซ็ตได้ จนกว่าอุณหภูมิของแผ่นระบายความร้อนจะลดลงต่ำกว่า 70 °C ±5 °C
ฟอลต์อาจเกิดจาก:

- อุณหภูมิแวดล้อมมีค่าสูงเกินไป
- สายเคเบิลมอเตอร์ยาวเกินไป

**สัญญาณเตือน 30**
**เฟส U สูญหาย:**
เฟส U ของมอเตอร์ระหว่างตัวแปลงความถี่และมอเตอร์หายไป
ปิดตัวแปลงความถี่ ตรวจสอบเฟส U ของมอเตอร์

**สัญญาณเตือน 31**
**เฟส V สูญหาย:**
เฟส V ของมอเตอร์ระหว่างตัวแปลงความถี่และมอเตอร์หายไป ปิดตัวแปลงความถี่ ตรวจสอบเฟส V ของมอเตอร์

**สัญญาณเตือน 32**
**เฟส W หาย:**
เฟส W ของมอเตอร์ระหว่างตัวแปลงความถี่และมอเตอร์หายไป ปิดตัวแปลงความถี่ ตรวจสอบเฟส W ของมอเตอร์

**สัญญาณเตือน 33**
**ฟอลต์กระแสไหลเข้า:**
มีการเปิดเครื่องเกิดขึ้นหลายครั้งเกินไปภายในช่วงระยะเวลาสั้น ดูที่บท *ข้อมูลจำเพาะทั่วไป* สำหรับจำนวนครั้งในการเปิดเครื่องที่สามารถกระทำได้ภายในช่วงระยะเวลา 1 นาที

**คำเตือน/สัญญาณเตือน 34**
**ฟิลด์บัสผิด:**
ฟิลด์บัสที่การ์ดเสริมเพื่อการสื่อสารไม่ทำงาน

**คำเตือน/สัญญาณเตือน 36**
**แหล่งจ่ายไฟหลักล้มเหลว):**
การเตือนและสัญญาณเตือนนี้จะทำงานเมื่อแรงดันที่จ่ายให้กับตัวแปลงความถี่หายไปและพารามิเตอร์ 14-10 ไม่ได้ตั้งค่าปิด การแก้ไขที่ทำได้: ตรวจสอบฟิวส์ที่ต่อกับตัวแปลงความถี่

**สัญญาณเตือน 38**
**ผิดภายใน:**
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 ชี้ว่าฮาร์ดแวร์อาจล้มเหลว)
1281 ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตัล (DSP) กะพริบหมดเวลา
1282 เวอร์ชันซอฟต์แวร์ของชุดควบคุมตัวประมวลผลไม่ตรงกัน
1283 เวอร์ชันข้อมูล EEPROM ของแหล่งจ่ายไฟไม่ตรงกัน
1284 ไม่สามารถอ่านเวอร์ชันของตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตัล (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 การไหลซ้อนของข้อมูลจำนวนมากของชุดบอร์ดควบคุม
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 อยู่เกินขีดจำกัด
5123 อุปกรณ์เสริมในสล็อต A: ฮาร์ดแวร์เข้ากันไม่ได้กับฮาร์ดแวร์ของบอร์ดควบคุม
5124 อุปกรณ์เสริมในสล็อต B: ฮาร์ดแวร์เข้ากันไม่ได้กับฮาร์ดแวร์ของบอร์ดควบคุม
5125 อุปกรณ์เสริมในสล็อต C0: ฮาร์ดแวร์เข้ากันไม่ได้กับฮาร์ดแวร์ของบอร์ดควบคุม
5126 อุปกรณ์เสริมในสล็อต C1: ฮาร์ดแวร์เข้ากันไม่ได้กับฮาร์ดแวร์ของบอร์ดควบคุม
5376-6231 หน่วยความจำไม่พอ

**คำเตือน 40**
**โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตัลขั้วต่อ 27**
ตรวจสอบโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับขั้ว 27 หรือถอดสายที่ลัดวงจรออก ตรวจสอบพารามิเตอร์ 5-00 และ 5-01

**คำเตือน 41**
**โหลดเกินบนเอาท์พุทดิจิตัลขั้วต่อ 29**

ตรวจสอบโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับขั้ว 29 หรือถอดสายที่ลัดวงจรออก ตรวจสอบพารามิเตอร์ 5-00 และ 5-02

**คำเตือน 42**
**โหลดเกินบนเอ้าท์พุทดิจิตัล บน X30/6:**
ตรวจสอบโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับขั้ว 6 หรือถอดสายที่ลัดวงจรออก ตรวจสอบพารามิเตอร์ 5-32

**คำเตือน 42**
**โหลดเกินบนเอ้าท์พุทดิจิตัล บน X30/7:**
ตรวจสอบโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับขั้ว 7 หรือถอดสายที่ลัดวงจรออก ตรวจสอบพารามิเตอร์ 5-33

**คำเตือน 47**
**ไฟ 24 V ต่ำ:**
แหล่งจ่ายไฟตรงสำรอง 24 V จากภายนอกอาจจ่ายโหลดเกิน ถ้าไม่ใช่ ให้ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

**คำเตือน 48**
**ไฟ 1.8 V ต่ำ:**
ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

**คำเตือน 49**
**ขีดความเร็ว:**
ความเร็วไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดในพารามิเตอร์ 4-11 และพารามิเตอร์ 4-13

**สัญญาณเตือน 50**
**ปรับเทียบ AMA:**
ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

**สัญญาณเตือน 51**
**AMA Unom, Inom:**
การตั้งค่าของแรงดันมอเตอร์ กระแสมอเตอร์ และกำลังมอเตอร์น่าจะผิดพลาด ตรวจสอบการตั้งค่า

**สัญญาณเตือน 52**
**AMA ต่ำ Inom:**
กระแสมอเตอร์มีค่าต่ำเกินไป ตรวจสอบการตั้งค่า

**สัญญาณเตือน 53**
**AMA มอฯใหญ่:**
มอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ AMA จะดำเนินการได้

**สัญญาณเตือน 54**
**AMA มอฯเล็ก:**
มอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ AMA จะดำเนินการได้

**สัญญาณเตือน 55**
**พารามิเตอร์ AMA:**
ค่าพารามิเตอร์ที่หาได้จากมอเตอร์อยู่นอกพิสัยที่ยอมรับได้

**สัญญาณเตือน 56**
**ขัดจังหวะ AMA:**
AMA ถูกขัดจังหวะการทำงาน (interrupt) โดยผู้ใช้

**สัญญาณเตือน 57**
**หมดเวลา AMA:**
ให้ลองพยายามสตาร์ท AMA อีกหลายๆ ครั้ง จนกระทั่ง AMA ทำงาน โปรดระวังไว้ว่า การรันซ้ำๆ กันหลายครั้งอาจจะทำให้มอเตอร์ร้อนถึงระดับที่ค่าความต้านทาน Rs และ Rr มีค่าเพิ่มขึ้นได้ แต่โดยทั่วไปแล้ว จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายหรือผิดพลาดร้ายแรง

**สัญญาณเตือน 58**
**ภายใน AMA:**
ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

**คำเตือน 59**
**ขีดกระแส:**
ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

**คำเตือน 61**
**การเข้ารหัสสูญหาย:**
ติดต่อตัวแทนจำหน่าย Danfoss ของคุณ

**คำเตือน 62**
**ขีดเอาท์พุท:**
ความถี่เอาท์พุทมีค่าเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ในพารามิเตอร์ 4-19

**สัญญาณเตือน 63**
**เบรคกลต่ำ:**
กระแสมอเตอร์ที่แท้จริงไม่เกินกระแส "ปล่อยเบรค" ภายในกรอบเวลา "หน่วงการสตาร์ท"

**คำเตือน 64**
**ขีดแรงดัน:**
ที่ค่าโหลดและความเร็วนี้ต้องการแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ที่มีค่าสูงกว่าแรงดันดีซีลิงค์ที่มีอยู่

**คำเตือน/สัญญาณเตือน/ตัดการทำงาน 65**
**การ์ดควบคุมร้อน:**
การ์ดควบคุมอุณหภูมิสูงเกิน: อุณหภูมิตัดการทำงานของการ์ดควบคุมคือ 80°C

**คำเตือน 66**
**อุณหภูมิต่ำ:**
อุณหภูมิฮีทซิงค์วัดค่าได้ที่ 0°C อาจเป็นการบ่งชี้ว่าตัวตรวจจับอุณหภูมิบกพร่อง ซึ่งทำให้ความเร็วพัดลมเพิ่มขึ้นถึงระดับสูงสุด ในกรณีที่ส่วนจ่ายไฟหรือการ์ดควบคุมมีความร้อนมาก

**สัญญาณเตือน 67**
**เปลี่ยนเลือก:**
อุปกรณ์เสริมหนึ่งหรือสองชนิดได้ถูกติดตั้งเพิ่มเข้ามาหรือถอดออกไป ตั้งแต่การตัดการจ่ายไฟครั้งล่าสุด

**สัญญาณเตือน 68**
**หยุดปลอดภัย:**
การหยุดแบบปลอดภัยถูกใช้งาน เพื่อที่จะกลับมาทำงานโดยปกติอีกครั้งหนึ่ง ให้จ่ายแรงดันไฟตรง 24 V ที่ขั้วต่อ 37 จากนั้นส่งสัญญาณรีเซ็ต (ผ่าน บัส, I/O ดิจิตัล, หรือโดยการกด [RESET]) สำหรับการใช้งานอย่างถูกต้องและปลอดภัยของฟังก์ชันการหยุดแบบปลอดภัย (Safe Stop) ให้ดูตามข้อมูลที่เกี่ยวข้องและคำแนะนำในคู่มือการออกแบบ

**สัญญาณเตือน 70**
**การกำหนดรูปแบบ FC ที่ไม่ถูกต้อง**
การรวมที่เกิดขึ้นของบอร์ดควบคุมและบอร์ดไฟฟ้าไม่ถูกต้อง

**สัญญาณเตือน 80**
ชุดขับเริ่มต้น:

พารามิเตอร์ต่างๆ จะทำการตั้งค่าเริ่มต้นตามการตั้งค่ามาตรฐานจากโรงงาน ภายหลังจากทำการรีเซ็ตด้วยมือ (สามนิ้ว)

**สัญญาณเตือน 91**

อินพุทอนาล็อก 54 ตั้งค่าผิด

สวิทช์ S202 ต้องตั้งในตำแหน่ง OFF (อินพุทแรงดัน) เมื่อเซ็นเซอร์ KTY ถูกต่อเข้ากับอินพุทอนาล็อกขั้วต่อ 54

**สัญญาณเตือน 250**

ชิ้นส่วนใหม่

แหล่งจ่ายไฟ หรือแหล่งจ่ายไฟของโหมดสวิทช์ (SMPS) ถูกสับเปลี่ยน รหัสชนิดตัวแปลงความถี่ต้องถูกคืนค่าใน EEPROM เลือกรหัสชนิดที่ถูกต้องในพารามิเตอร์ 14-23 ตามแผ่นป้ายชื่อบนเครื่อง โปรดจำไว้ว่าต้องเลือก "บันทึกลง EEPROM" เพื่อให้เสร็จสมบูรณ์

**สัญญาณเตือน 251**

รหัสชนิดใหม่

ตัวแปลงความถี่ได้รับรหัสชนิดใหม่

# ดัชนี


## A

Ama 106

## D

Devicenet 5, 67

## E

Etr 94, 143

## J

Jog 7, 130

## L

Lcp 7, 9, 20, 118

## P

Pid ในโหมดความเร็ว 17, 19
Plc 100
Profibus 5, 67

## R

Rcd 10, 39
Rs-485 121

## S

Smart Logic Control (ตัวควบคุม Smart Logic) 43

## V

Vvcplus 10, 18

## เ

เซ็นเซอร์ Kty 143
เทอร์มิสเตอร์ 10
เบรกเชิงกลสำหรับการชักรอก 43
เบรคเชิงกล 42
เบรคไฟฟ้าเชิงกล 105
เบรคกระแสตรง 130
เฟสมอเตอร์ 44
เมื่อไม่ต้องสอดคล้องกับ Ul 83
เวลาไต่ถึงค่ายอด 60
เวอร์ชันของซอฟต์แวร์ 67
เสียงรบกวน 60
เอาท์พุทดิจิตัล ขั้วต่อ X30/6,7 111
เอาท์พุทดิจิทัล 57
เอาท์พุทมอเตอร์ 55
เอาท์พุทรีเลย์ 58
เอาท์พุทอนาล็อก 57
เอาท์พุทอนาล็อก ขั้วต่อ X30/8 111

## แ

แถบห้าม 25
แถบห้ามใกล้ศูนย์ 25
แบบลื่นไหล 7, 131
แผ่นดีคัปปลิง 81

แรงดัน Dc 143
แรงดันค่ายอดของมอเตอร์ 60
แรงดันมอเตอร์ 60
แรงบิด Breakaway 8
แหล่งจ่ายไฟภายนอก 24 V Dc 117
แหล่งจ่ายไฟหลัก 49, 54
แหล่งจ่ายไฟหลัก (l1, L2, L3) 55

## โ

โปรไฟล์ของ Fc 129
โมเมนต์ความเฉื่อย 44

## ไ

ไฟฟ้าลัดวงจร 83

## ก

กระแสรั่วไหล 39
กระแสรั่วไหลลงดิน 39
กระแสรั่วลงดิน 96
กวดตาม/ชะลอ (catch Up/slow Down) 22
การเข้าถึงขั้วต่อส่วนควบคุม 85
การเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลัก 79
การเชื่อมต่อบัส Dc 92
การเชื่อมต่อบัส Rs 485 95
การเชื่อมต่อมอเตอร์ 81
การเชื่อมต่อรีเลย์ 92
การแยกกันทางไฟฟ้า (pelv) 39
การใช้สายเคเบิลที่ถูกต้องตาม Emc 99
การกำหนดรูปแบบชุดขับเคลื่อน 65
การควบคุม Pid ในโหมดความเร็ว 29
การควบคุมเบรค 144
การควบคุมแบบ Pid สำหรับกระบวนการ 31
การควบคุมแรงบิด 17
การควบคุมกระแสภายใน ในโหมด Vvc+plus 20
การควบคุมหน้าเครื่อง (hand On) และระยะไกล (auto On) 20
การค้างค่าเอาท์พุท 7
การค้างค่าอ้างอิง (freeze Reference) 22
การจัดการค่าอ้างอิง 22
การ์ดเสริมเพื่อการสื่อสาร 145
การ์ดควบคุม เอาท์พุท Dc +10 V 58
การ์ดควบคุม การสื่อสารอนุกรม Usb 59
การ์ดควบคุม, เอาท์พุท Dc 24 V 58
การ์ดควบคุม, การสื่อสารแบบอนุกรม Rs 485 57
การต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย 96
การต่อลงดินของสายเคเบิลควบคุมแบบชีล 100
การต่อลงดินที่ 100
การตั้งโปรแกรมขีดจำกัดแรงบิดและการหยุด 105
การติดตั้งเชิงกล 76
การติดตั้งทางไฟฟ้า 86, 87
การติดตั้งทางไฟฟ้า คำเตือนเกี่ยวกับ Emc 96
การติดตั้งระบบไฟฟ้า 89
การถอดแผ่นเจาะสำหรับสายเคเบิลเพิ่มเติม 78
การทดสอบแรงดันสูง 96
การปรับให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติจะให้การประกันสมรรถนะ 64
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ 106
การปรับให้เหมาะสมกับมอเตอร์โดยอัตโนมัติ (ama) 91
การป้องกัน 39
การป้องกันและคุณสมบัติ 55
การป้องกันความร้อนมอเตอร์ 132
การป้องกันความร้อนสะสมของมอเตอร์ 95

# คู่มือการออกแบบ FC 300


การป้องกันมอเตอร์ 55, 94
การป้อนกลับของมอเตอร์ 20
การป้อนกลับจากเอ็นโคดเดอร์ 17
การรบกวนของแหล่งจ่ายไฟสายหลัก 101
การระบายความร้อน 63
การลดพิกัดสำหรับแรงดันอากาศต่ำ 63
การลดพิกัดสำหรับการติดตั้งสายเคเบิลมอเตอร์แบบยาวหรือสายเคเบิลที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่ขึ้น 63
การลดพิกัดสำหรับการรันที่ความเร็วต่ำ 63
การลดพิกัดอุณหภูมิแวดล้อม 61
การลื่นไหล 130
การสเกลค่าอ้างอิงและค่าป้อนกลับ 23
การสั่นสะเทือนและการกระแทก 16
การสื่อสารแบบอนุกรม 8
การสื่อสารอนุกรม 59, 100
การหมุนของมอเตอร์ 94
การหมุนตามเข็มนาฬิกา 94
การหยุดแบบปลอดภัย 45
กำลังเบรค 9, 41

## ข

ขนาดเชิงกล 73, 74
ข้อความแสดงสถานะ 129, 131
ข้อความแสดงสถานะ ตามโปรไฟล์ Profidrive (stw) 135
ข้อความสัญญาณเตือน 139
ข้อมูลป้ายชื่อ 91
ขั้วต่อทางไฟฟ้าทั้งหมด 87
ขั้วต่อส่วนควบคุม 85, 86

## ค

คงระดับความถี่เอาท์พุท 130
ความเร็วมอเตอร์ที่พิกัด 7
ความชื้นในอากาศ 16
ความถี่การสวิตช์ 89
ความยาวและภาคตัดขวางของสายเคเบิล 55, 89
ค่าอ้างอิงโพเทนชิโอมิเตอร์ 104
ค่าเตือน 139
ค่าเตือนทั่วไป 6
ค่าแนะนำในการจำกัดทิ้ง 14
ค่าจำกัดความ 7
ค่าย่อ 6
ค่าสั่งควบคุมตามโปรไฟล์ Profidrive (ctw) 133
คุณลักษณะแรงบิด 55
คุณลักษณะการควบคุม 58

## จ

จุดเชื่อมต่อ Usb 85

## ช

ชิล 88

## ต

ตัวเลือกการเชื่อมต่อเบรค 92
ตัวกรองคลื่นไซน์ 83, 119
ตัวกรองฮาร์โมนิค 70
ตัวต้านทานเบรก 118
ตัวต้านทานเบรค 39
ตัวนำอลูมิเนียม 89
ตัวรัดสายเคเบิล 97, 100
ตัวอย่างการเดินสายพื้นฐาน 86
ติดตั้งแบบชิดกัน 76

## ถ

ถุงใส่อุปกรณ์ประกอบ 75

## ท

ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 94
ที่แหล่งจ่ายไฟหลัก 11

## ป

ประสิทธิภาพ 59
ป้องกัน 16
ป้ายชื่อมอเตอร์ 90

## ผ

ผลการทดสอบ Emc 37

## พ

พัลส์ สตาร์ท/หยุด 103
พารามิเตอร์ของมอเตอร์ 106

## ฟ

ฟลักซ์ 19, 20
ฟังก์ชันเบรค 41
ฟิวส์ 83

## ร

รหัสประเภทแบบฟอร์มการสั่งซื้อ 65
ระดับแรงดันไฟฟ้า 56
ระบบป้องกันความร้อนมอเตอร์ (motor Thermal Protection) 45
ระยะเวลา 130

## ว

วงจรขั้นกลาง 41, 44, 60, 143

## ส

สตาร์ท/หยุด 103
สภาพแวดล้อม 59
สภาพแวดล้อมที่รุนแรง 16
สภาพของการระบายความร้อน 76
สภาวะการทำงานสุดขีด 44
สมรรถนะเอาท์พุท (u, V, W) 55
สมรรถนะการ์ดควบคุม 59
สวิตช์ S201, S202 และ S801 90
สายเคเบิลควบคุม 87, 88, 97
สายเคเบิลปรับสมดุล (equalising Cable) 100
สายเคเบิลมอเตอร์ 89, 97

## ห

หมายเลขการสั่งซื้อ 65
หมายเลขการสั่งซื้อ: ชุดตัวกรองคลื่นไซน์ 70
หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวกรองฮาร์โมนิค 70
หมายเลขการสั่งซื้อ: ตัวต้านทานเบรค 67
หมายเลขการสั่งซื้อ: อุปกรณ์เสริมและอุปกรณ์ประกอบ 67

## อ

อินพุทดิจิตัล - ขั้วต่อ X30/1-4 110
อินพุทดิจิทัล: 56
อินพุทพัลส์/เอ็นโคดเดอร์ 57

# คู่มือการออกแบบ FC 300

อินพุทอนาล็อก 8, 56
อินพุทอนาล็อก ขั้วต่อ X30/11,12 111
อุปกรณ์กระแสตกค้าง (rcd) 39, 101