

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Посібник із проектування

Перетворювачі частоти iC2-Micro



drives.danfoss.com |

iC2

Зміст

1 Вступ і безпека

1.1 Мета цього посібника з проектування	9
1.2 Додаткові ресурси	9
1.3 Допоміжні матеріали для планування та проектування	9
1.4 Історія версій	10
1.5 Символи безпеки	10
1.6 Медичні пристрої	11
1.7 Загальні рекомендації з техніки безпеки	11
1.8 Кваліфікований персонал	12

2 Дозволи та сертифікати

2.1 Дозволи та сертифікати на виріб	14
2.2 Стандарти	15
2.3 Правила експортного контролю	16

3 Перетворювачі частоти iC2-Micro

3.1 Призначення пристрою	17
3.2 Блок-схема	17
3.3 Проектування систем силових приводів з урахуванням екологічних вимог	18
3.3.1 Огляд	18
3.3.2 Втрати потужності й ефективність	19
3.4 Силове устаткування	20
3.5 Керування й інтерфейси	20
3.5.1 Клеми керування	20
3.5.2 Порт RJ45 і вимикач кінцевого навантаження RS485	21
3.5.3 Панель керування та панель керування 2.0 OP2	22
3.5.4 Кнопки та індикатори на панелі керування	23
3.5.5 Кнопки та індикатори панелі керування 2.0 OP2	25
3.5.6 Зсувні дверцята на клемній кришці	26
3.6 Прикладне програмне забезпечення	27
3.6.1 Огляд прикладного програмного забезпечення iC2-Micro	27
3.6.2 Базові функції	28
3.6.2.1 Огляд базових функцій	28
3.6.2.2 Формування завдання	28

3.6.2.3	Два набори параметрів	28
3.6.2.4	Параметри зміни швидкості	28
3.6.2.5	Швидкий зупин	28
3.6.2.6	Обмеження напрямку обертання	28
3.6.2.7	Перемикач фаз двигуна	28
3.6.2.8	Повільне переміщення в поштовховому режимі	28
3.6.2.9	Пропуск частоти	29
3.6.2.10	Автоматичний перезапуск	29
3.6.2.11	Пуск на ходу	29
3.6.2.12	Зникнення напруги мережі	29
3.6.2.13	Кінетичний резерв	29
3.6.2.14	Пригальмування резонансу	29
3.6.2.15	Керування механічним гальмом	29
3.6.2.16	Контролери	29
3.6.3	Керування входами/виходами та показники	30
3.6.4	Функція керування двигуном	30
3.6.4.1	Огляд функцій керування двигуном	30
3.6.4.2	Типи двигунів	30
3.6.4.3	Характеристики навантаження	30
3.6.4.4	Принцип керування двигуном	30
3.6.4.5	Паспортна табличка двигуна та каталог	30
3.6.4.6	Автоматична адаптація двигуна (ААД)	30
3.6.4.7	Автоматична оптимізація енергоспоживання (АОЕ)	31
3.6.5	Гальмування навантаження	31
3.6.5.1	Огляд гальмування навантаження	31
3.6.5.2	Резисторне гальмування	31
3.6.5.3	Контроль перенапруги (OVC)	31
3.6.5.4	Гальмування постійним струмом	31
3.6.5.5	Гальмування змінним струмом	31
3.6.5.6	Утримання постійним струмом	31
3.6.5.7	Розподіл навантаження	31
3.6.6	Функції захисту	31
3.6.6.1	Функції захисту мережі	31
3.6.6.2	Функції захисту привода	32
3.6.6.3	Функції захисту двигуна	32
3.6.6.4	Захист зовнішніх підключених компонентів	32
3.6.6.5	Автоматичне зниження номінальних характеристик	32
3.6.7	Функції моніторингу	32

3.6.7.1	Огляд функцій моніторингу	32
3.6.7.2	Контроль швидкості	32
3.6.7.3	Журнал подій і експлуатаційні лічильники	32
3.6.8	Програмні засоби	33
3.6.8.1	Огляд програмних засобів	33
3.6.8.2	MyDrive® Select	33
3.6.8.3	MyDrive® Harmonics	33
3.6.8.4	MyDrive® ecoSmart™	33
3.6.8.5	MyDrive® Insight	33
3.7	Функції гальмування	34
3.7.1	Механічне утримувальне гальмо	34
3.7.2	Динамічне гальмування	34
3.7.3	Вибір гальмівного резистора	34
3.7.3.1	Вступ	34
3.7.3.2	Розрахунок гальмівного опору	35
3.7.3.3	Розрахунок гальмівного опору, рекомендованого компанією Danfoss	35
3.7.3.4	Керування за допомогою функції гальмування	36

4 Технічні характеристики

4.1	Електричні характеристики	37
4.1.1	Живлення від мережі змінного струму 1 × 100–120 В	37
4.1.2	Живлення від мережі змінного струму 1 × 200–240 В	37
4.1.3	Живлення від мережі змінного струму 3 × 200–240 В	38
4.1.4	Живлення від мережі змінного струму 3 × 380–480 В	39
4.2	Загальні технічні характеристики	40
4.2.1	Засоби та функції захисту	40
4.2.2	Сторона електромережі	40
4.2.3	Вихідна потужність та інші характеристики двигуна	41
4.2.4	Характеристики крутильного моменту	41
4.2.5	Входи й виходи керування	41
4.2.5.1	Огляд входів і виходів керування	41
4.2.5.2	Цифровий та імпульсний вхід	42
4.2.5.3	Цифровий та імпульсний вихід	42
4.2.5.4	Аналоговий вхід	43
4.2.5.5	Аналоговий вихід	43
4.2.5.6	Релейний вихід	44
4.2.5.7	Допоміжні напруги	44

4.2.6	Інтерфейс послідовного зв'язку RS485	44
4.2.7	Умови навколишнього середовища	45
4.2.7.1	Огляд умов навколишнього середовища	45
4.2.7.2	Умови навколишнього середовища під час зберігання	45
4.2.7.3	Умови навколишнього середовища під час транспортування	45
4.2.7.4	Умови навколишнього середовища під час експлуатації	46
4.3	Запобіжники й автоматичні вимикачі	46
4.4	Роз'єми живлення	47
4.5	Акустичний шум	49
4.6	Рівні відповідності EMC	49
4.6.1	Огляд рівнів відповідності EMC	49
4.6.2	Вимоги до випромінювання	50
4.6.3	Захищеність від завад згідно з вимогами EMC	51
4.7	Електромагнітна сумісність (EMC) і довжина кабелю двигуна	52
4.8	Умови dU/dt	53
4.9	Зниження характеристик	54
4.9.1	Огляд зниження номінальних характеристик	54
4.9.2	Зниження номінальних характеристик вручну	54
4.9.3	Автоматичне зниження номінальних характеристик	58
5	Зовнішні габарити	
5.1	Розміри й габарити корпусів IP20/Відкритого типу	59
5.2	Розміри й габарити корпусів IP21/UL, Тип 1	60
5.3	Розміри й габарити корпусів NEMA 1	61
6	Рекомендації щодо механічного монтажу	
6.1	Комплект постачання	62
6.2	Етикетки на виробі	62
6.2.1	Огляд етикеток на виробі	62
6.2.2	Етикетки на приводах	62
6.2.3	Етикетки на упаковці	63
6.3	Рекомендована утилізація	64
6.4	Зберігання до монтажу	64
6.4.1	Повторне формування конденсаторів	64
6.4.2	Безпечне транспортування та зберігання	66
6.5	Передумови для монтажу	66

6.5.1	Огляд передумов для монтажу	66
6.5.2	Робоче середовище	66
6.6	Рекомендації з технічного обслуговування	67
6.6.1	Регулярне технічне обслуговування	67
6.6.2	Рекомендації з профілактичного техобслуговування	68
6.6.3	Доступ для обслуговування	70
6.6.4	Технічне обслуговування та поточний ремонт радіатора й вентилятора	70
6.7	Механічний монтаж	71
6.7.1	Чинники, які необхідно враховувати під час монтажу	71
6.7.2	Місця монтажу	71
6.7.3	Напрямки монтажу	71
6.7.4	Рекомендовані гвинти та болти	72
6.7.5	Схеми свердління отворів	73
6.7.6	Розміщення привода в установці	74
6.7.7	Охолодження	74
6.7.8	Рекомендований простір для доступу для обслуговування	74

7 Рекомендації щодо електромонтажу

7.1	Запобіжні заходи під час проведення електромонтажних робіт	76
7.2	Схема проводки	77
7.3	Тип електромережі та захист	78
7.3.1	Типи мережі	78
7.3.2	Струми на захисному заземленні й вирівнювання потенціалів/струми витоку	78
7.3.3	Вимірювання струму захисного заземлення (PE)	79
7.3.4	Захист пристроєм диференційного струму (RCD)	80
7.3.5	Пристрої контролю ізоляції	81
7.4	Монтаж з урахуванням вимог EMC	81
7.4.1	Рекомендації щодо монтажу з урахуванням вимог EMC	81
7.4.2	Силові кабелі та заземлення	83
7.4.3	Кабелі кіл керування	85
7.5	Гальванічна ізоляція	85
7.6	Струм витоку на землю	86
7.7	Монтаж двигуна	88
7.7.1	Рекомендації щодо монтажу двигуна	88
7.7.2	Підтримувані типи двигунів	88
7.7.3	Ізоляція двигуна	88

7.7.4 Підшипникові струми	89
7.7.5 Тепловий захист двигуна	89
7.8 Екстремальні умови експлуатації	90
7.9 Силовий кабель	91
7.9.1 Рекомендації щодо силових кабелів	91
7.9.2 Вимоги до моментів затягування.	92
7.10 Електричний монтаж	92
7.10.1 Підключення мережі живлення, двигуна й заземлення	92
7.10.2 Під'єднання двигуна	94
7.10.3 Підключення до джерела змінного струму	94
7.10.4 Типи клем керування	95
7.10.5 Розміри проводів керування й довжина зачищення ізоляції	96
7.10.6 Підключення екрана кабелю	97
7.10.7 Розподіл навантаження/гальмування	99
8 Порядок замовлення	
8.1 Код моделі	101
8.2 Замовлення приладдя й запасних частин	101
8.3 Замовлення гальмівних резисторів	103
8.3.1 Вступ	103
8.3.2 Замовлення гальмівних резисторів 10 %	103
8.3.3 Замовлення гальмівних резисторів 40 %	104

1 Вступ і безпека

1.1 Мета цього посібника з проектування

Ця інструкція з проектування призначена для кваліфікованого персоналу, як-от:

- Інженери-проектувальники та системні інженери.
- Консультанти з проектування.
- Фахівці із застосування та продукції.

Посібник із проектування містить технічну інформацію, що пояснює можливості Перетворювачі частоти iC2-Micro для інтеграції в системи керування двигуном і моніторингу. Метою цього документа є надання рекомендацій щодо проектування та даних планування для інтеграції привода в систему. Посібник містить інформацію, необхідну для вибору приводів і додаткового обладнання для різних сфер застосування й установок. Перегляд детальної інформації про виріб на етапі проектування дозволяє розробити добре продуману систему з оптимальною функціональністю й ефективністю.

Цей посібник призначено для глобальної аудиторії. Тому в ньому використовуються як одиниці SI, так і британські одиниці вимірювання.

1.2 Додаткові ресурси

Для кращого розуміння функцій і безпечного монтажу й експлуатації Перетворювачі частоти iC2-Micro доступні додаткові ресурси:

- Посібник з експлуатації, у якому міститься інформація щодо монтажу, введення в експлуатацію й технічного обслуговування привода.
- Посібник із застосування, у якому міститься інформація щодо програмування та повні описи параметрів.
- Корисні факти про приводи змінного струму, доступні для завантаження на сайті <http://www.danfoss.com>.
- Інші додаткові публікації, креслення й посібники доступні за адресою <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/>.

Найновіші версії документації до виробу Danfoss можна завантажити за адресою <http://drives.danfoss.com/downloads/portal>.

1.3 Допоміжні матеріали для планування та проектування

Danfoss забезпечує доступ до консолідованого середовища виробу, що забезпечує підтримку впродовж усього його життєвого циклу.

Документи

Посібник з експлуатації, посібник із застосування та посібник із проектування Перетворювачі частоти iC2-Micro можна завантажити на сайті www.danfoss.com. Також можна замовити друковані посібники.

Креслення

Для кожного привода доступні двовимірні та тривимірні креслення й електричні схеми у стандартних форматах файлів.

Програмне забезпечення

Для Перетворювачі частоти iC2-Micro доступні файли конфігурації. MyDrive® Suite надає інструменти, які підтримують увесь життєвий цикл привода, від проектування системи до обслуговування. MyDrive® Suite можна завантажити за адресою <https://suite.mydrive.danfoss.com/>.

Конфігуратор

Конфігуратор продукту допомагає під час вибору. Після завершення процесу конфігуратор продукту надає перелік відповідної документації та приладдя.

1.4 Історія версій

Цей посібник переглядається й оновлюється на регулярній основі. Усі пропозиції щодо його вдосконалення будуть прийняті до розгляду.

Мовою оригіналу цього посібника є англійська.

Таблиця 1: Історія версій

Версія	Коментарі
AJ402315027937, версія 0401	Оновлення до загального випуску 4.

1.5 Символи безпеки

У документації Danfoss використовуються наведені нижче символи.

НЕБЕЗПЕКА

Позначає небезпечну ситуацію, яка, якщо не уникати її, призведе до летальних наслідків або серйозних травм.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Позначає небезпечну ситуацію, яка, якщо не уникати її, може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.




УВАГА!

Позначає небезпечну ситуацію, яка, якщо не уникати її, може призвести до легких травм або травм середньої тяжкості.

ПРИМІТКА

Указує на інформацію, яка вважається важливою, але не пов'язана з безпекою (наприклад, повідомлення щодо пошкодження майна).

У посібнику також містяться попереджувальні символи ISO, пов'язані з гарячими поверхнями й небезпекою опіків, високою напругою й ураженням електричним струмом, а також посилання на інструкції.

	Попереджувальний символ ISO щодо гарячих поверхонь і небезпеки опіків
	Попереджувальний символ ISO щодо високої напруги й ураження електричним струмом
	Символ дії ISO для посилання на інструкції

1.6 Медичні пристрої

ПОПЕРЕДЖЕННЯ

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЗАВАДИ.

Приводи змінного струму й фільтри можуть створювати електромагнітні завади частотою до 300 ГГц, які можуть впливати на роботу кардіостимуляторів та інших імплантованих медичних пристроїв.

1.7 Загальні рекомендації з техніки безпеки

Під час монтажу або експлуатації привода змінного струму дотримуйтеся вказівок із техніки безпеки, наведених у цих інструкціях. Докладнішу інформацію щодо правил техніки безпеки під час монтажу й експлуатації див. у посібнику з експлуатації привода.

Правила безпечної експлуатації

- Привод непридатний для використання як єдиний захисний пристрій у системі. Переконайтеся, що додаткові пристрої контролю й захисту приводів, двигунів і допоміжного приладдя встановлені відповідно до регіональних правил техніки безпеки та нормативів щодо профілактики нещасних випадків.
- Перед активацією будь-яких функцій автоматичного скидання несправностей або зміною граничних значень переконайтеся, що після перезапуску не виникнуть небезпечні ситуації. Якщо активовано функцію автоматичного скидання, двигун запускається автоматично після автоматичного скидання несправності.
- Тримайте всі дверцята та кришки закритими, а клемні коробки пригвинченими під час роботи привода та під час підключення до мережі живлення.
- Навіть після того, як індикатори робочого стану згаснуть, компоненти привода й допоміжне приладдя все ще можуть бути підключені до мережі живлення й перебувати під напругою.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ

НЕОБІЗНАНІСТЬ ЩОДО ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ

Цей посібник містить важливу інформацію щодо запобігання травмам і пошкодженню обладнання або системи. Ігнорування цієї інформації може призвести до летальних наслідків, важкої травми чи серйозного пошкодження обладнання.

- Ви повинні повністю розуміти небезпеки, пов'язані із застосуванням, і заходи безпеки, яких необхідно вжити.
- Перед виконанням електромонтажних робіт на приводі заблокуйте його та відзначте усі джерела живлення на приводі.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ



НЕБЕЗПЕЧНА НАПРУГА

Приводи змінного струму, коли їх підключено до мережі живлення змінного струму або джерела постійного струму, перебувають під небезпечною напругою. Недотримання наведених нижче вимог може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Виконувати монтаж, пуск і обслуговування обладнання має лише кваліфікований персонал.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ

ЧАС РОЗРЯДЖАННЯ

У приводі встановлені конденсатори постійного струму, які залишаються зарядженими навіть після відключення від мережі живлення. Висока напруга може бути присутня навіть після згасання попереджувальних індикаторів.

- – Зупиніть двигун, від'єднайте джерело змінного струму і двигуни з постійними магнітами та зніміть джерела живлення постійного струму, у тому числі резервні акумулятори, джерела безперебійного живлення та підключення до мережі ПС інших приводів.
- – Зачекайте, щоб дати конденсаторам повністю розрядитися, перш ніж виконувати будь-які роботи з обслуговування чи ремонту.
- Мінімальний час очікування вказано в таблиці *Час розрядження*.

Таблиця 2: Час розрядження

Тип корпусу	Мінімальний час очікування (хвилин)
MA01c–MA02c і MA01a–MA03a	4
MA04a–MA05a	15

УВАГА!
ПОТЕНЦІЙНА НЕБЕЗПЕКА У ВИПАДКУ ВНУТРІШНЬОГО ЗБОЮ

Внутрішній збій привода може призвести до серйозних травм у випадку його неправильного закриття.

- Перед підключенням до мережі переконайтесь у тому, що всі захисні кришки встановлені на свої місця та надійно закріплені.

УВАГА!

ГАРЯЧІ ПОВЕРХНІ

Привод містить металеві компоненти, які залишаються гарячими навіть після вимкнення привода. Невиконання вимог, які відповідають попереджувальному символу високої температури (жовтий трикутник) на приводі, може призвести до важких опіків.

- Пам'ятайте, що внутрішні компоненти, як-от шини, можуть бути дуже гарячими навіть після вимкнення привода.
- Не торкайтесь зовнішніх поверхонь, позначених символом високої температури (жовтий трикутник). Ці поверхні нагріваються під час роботи привода й залишаються гарячими ще деякий час після його вимкнення.

1.8 Кваліфікований персонал

Правильне й надійне транспортування, зберігання, монтаж, експлуатація та обслуговування необхідні для безперебійної і безпечної роботи привода. Монтаж і експлуатацію цього обладнання має виконувати лише кваліфікований персонал.

Кваліфікованим персоналом вважаються:

- Кваліфіковані інженери-електрики або особи, які пройшли підготовку під їхнім керівництвом і мають відповідний досвід для керування пристроями, системами, установками й машинним обладнанням у відповідності із застосовними законами та правилами.

- Ознайомлені з базовими правилами щодо охорони й безпеки праці та попередження нещасних випадків.
- Прочитали й зрозуміли інструкції з безпеки, наведені в усіх посібниках, які надаються разом із пристроєм, особливо це стосується інструкцій, наведених у посібнику з експлуатації привода.
- Добре розбираються в загальних і спеціалізованих стандартах, які поширюються на конкретне застосування.

2 Дозволи та сертифікати

2.1 Дозволи та сертифікати на виріб

Вироби Перетворювачі частоти iC2-Micro відповідають вимогам відповідних стандартів і директив. Детальну інформацію про дозволи й сертифікати виробу див. на заводській таблиці виробу та <http://www.danfoss.com>.

Сертифікати й декларації відповідності доступні за запитом або за адресою <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/>.

Таблиця 3: Дозволи й сертифікати, застосовні до приводів

Дозвіл	Опис
	Привод відповідає вимогам застосовних директив і пов'язаних із ними стандартів для розширеного єдиного ринку Європейської економічної зони. Докладніше див. .
	Маркування Underwriters Laboratory (UL) підтверджує безпеку виробів і виконання екологічних вимог на основі стандартизованих випробувань. Привод відповідає вимогам UL 61800-5-1. Номер файлу UL див. на наліпці виробу. Дозвіл UL CCN LZGH2/8 охоплює компоненти із захистом від полум'я для використання в холодильному й кондиціонуальному обладнанні, що працює на холодоагентах A2L, які сконструйовані таким чином, щоб за нормальних або очікуваних ненормальних умов роботи кінцевого продукту не допускати займання.
	Дозвіл CSA/cUL видається приводам із номінальною напругою 600 В або нижче. Відповідність застосовному стандарту UL/CSA гарантує, що в разі установки й обслуговування привода з дотриманням наданого посібника з експлуатації або монтажу обладнання відповідає стандартам UL з електричної й теплової безпеки. Цей знак вказує на те, що виріб відповідає всім необхідним технічним специфікаціям і випробуванням. Сертифікат відповідності надається за запитом.
	Привод відповідає чинним нормам і застосовним стандартам Великої Британії. Контактна інформація UKCA: Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, Велика Британія
	Знак RCM вказує на відповідність вимогам чинних технічних стандартів з електромагнітної сумісності (EMC). Наявність знака RCM є обов'язковою умовою для постачання електричних і електронних пристроїв на ринки Австралії та Нової Зеландії. Нормативи знака RCM стосуються лише кондуктивних і випромінювальних перешкод. До приводів застосовуються граничні значення випромінювання відповідно до EN/IEC 61800-3. За запитом може бути надана декларація відповідності.
	Привод відповідає вимогам застосовних директив і пов'язаних із ними стандартів для ринку Марокко. Завантажити посібники до виробів французькою мовою можна на сторінці https://www.danfoss.com/en/service-and-support/ .
	Знак сертифікації в Кореї (KC) вказує на те, що виріб відповідає корейським стандартам.

Таблиця 4: Директиви ЄС, застосовні до приводів

Директива ЄС	Опис
Директива щодо низьковольтного обладнання (2014/35/EU)	Директива щодо низьковольтного обладнання покликана захистити людей, домашніх тварин і майно від небезпек, пов'язаних з електричним обладнанням, у випадках, коли електрообладнання правильно встановлено, обслуговується й експлуатується відповідно до його цільового призначення. Директива стосується всього електричного обладнання в діапазонах напруги 50 1000 В змін. струму та 75–1500 В пост. струму.
Директива щодо електромагнітної сумісності (2014/30/EU)	Директива щодо електромагнітної сумісності (EMC) покликана зменшити електромагнітні перешкоди та підвищити стійкість електричного обладнання й установок. Базова вимога до захисту з Директиви щодо електромагнітної сумісності передбачає, що пристрої, які генерують електромагнітні завади (ЕМЗ) або на роботу яких можуть впливати електромагнітні завади, повинні бути сконструйовані таким чином, щоб обмежувати генерування електромагнітних завад і мати відповідний ступінь стійкості до електромагнітних завад за належного монтажу, технічного обслуговування й використання за призначенням. Електричні пристрої, що використовуються окремо або як частина системи, повинні мати маркування CE. Системи не потребують маркування CE, але повинні відповідати базовим вимогам до захисту з Директиви щодо електромагнітної сумісності.
Директива ErP (2009/125/EC)	Директива ErP — це європейська директива з екологічного дизайну продукції, пов'язаної з енергоспоживанням. Директива встановлює вимоги до екологічного продукції, пов'язаної з енергоспоживанням, включно з приводами, і покликана зменшити енергоспоживання та впливу продукції на довкілля шляхом установлення мінімальних стандартів енергоефективності.
Директива RoHS (2011/65/EU)	Директива щодо обмеження використання небезпечних речовин (RoHS) — це директива ЄС, що обмежує використання небезпечних матеріалів у виробництві електронних і електричних виробів. Дізнайтеся більше на сайті www.danfoss.com .
Директива про відходи електричного й електронного обладнання (2012/19/EU)	Директива про відходи електричного й електронного обладнання (WEEE) встановлює цільові показники збору, переробки й утилізації для всіх типів електричних виробів.

2.2 Стандарти

Монтаж має відповідати національним нормам, наприклад NEC NFPA 70, або серії стандартів IEC 60364.

Як указівки зі встановлення й експлуатації приводів рекомендується дотримуватися таких стандартів:

- **EN IEC 61800-2: 2021 Adjustable speed electrical power drive systems - Part 2: General requirements - Rating specifications for low voltage adjustable speed AC power drive systems.**
- **EN IEC 61800-3: 2018 Adjustable speed electrical power drive systems - Part 3: EMC requirements and specific test methods.**
- **EN IEC 61800-5-1: 2021 Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1: Safety requirements - Electrical, thermal, and energy.**
- **EN IEC 61800-9-2: 2023 Adjustable speed electrical power drive systems - Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications - Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters.**

- **EN IEC UL 60335-2-40: 2022 Household and similar electrical appliances - Part 2-40:** Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers - Annex JJ, Allowable opening of relays and similar components to prevent ignition of A2L refrigerants.

Декларації відповідності доступні за адресою www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/.

2.3 Правила експортного контролю

Приводи змінного струму можуть підпадати під дію регіональних і (або) національних правил експортного контролю. У ЄС і США діють нормативні акти щодо так званої продукції подвійного призначення (невійськова продукція, яка може використовуватись у військових цілях). На даний момент приводи змінного струму, здатні працювати з частотою 600 Гц і вище, вважаються продукцією подвійного призначення. Такі вироби можна продавати, але для продажу потрібне дотримання низки вимог, зокрема наявність ліцензії або заява кінцевого користувача.

У США також діють нормативні акти щодо приводів змінного струму, здатних працювати з частотою 300–600 Гц, з обмеженнями продажу в певних країнах. Нормативні акти США застосовуються до всієї продукції, виготовленої в США, експортованої зі США чи через США або такої, що на більш ніж 25 % складається з компонентів, вироблених у США (у деяких країнах — більш ніж на 10 %). Для позначення приводів змінного струму, щодо яких діють правила експортного контролю, використовується номер ECCN. Номер ECCN наведено в документації, що супроводжує привод змінного струму. Якщо привод змінного струму реекспортується, експортер несе відповідальність за дотримання відповідних правил експортного контролю.

Для отримання додаткової інформації зверніться до Danfoss.

3 Перетворювачі частоти iC2-Micro

3.1 Призначення пристрою

Привод — це електронний контролер електродвигунів, який виконує зазначені нижче функції.

- Регулювання швидкості двигуна у відповідь на сигнали зворотного зв'язку або команди зовнішніх контролерів, які подаються дистанційно. Система силового привода складається з привода та двигуна.
- Контроль стану системи та двигуна.

Привод можна також використовувати для захисту двигуна від перенавантаження.

Залежно від конфігурації, привод може використовуватись автономно або як компонент більшого пристрою чи установки.

Привод дозволено використовувати у житлових, промислових і комерційних середовищах згідно з місцевими законами й стандартами.

ПРИМІТКА

У житлових районах цей виріб може спричиняти радіозавади. У таких випадках може знадобитися вжити додаткових заходів із безпеки.

Можливе неправильне використання

Не використовуйте цей привод у застосуваннях, які не відповідають зазначеним умовам експлуатації та вимогам до навколишнього середовища. Забезпечте відповідність умовам, зазначеним у розділі «Технічні характеристики».

3.2 Блок-схема

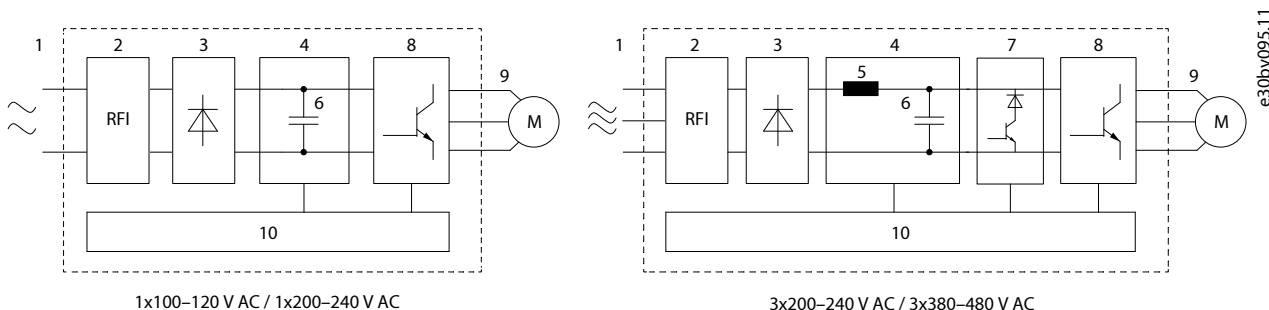


Рисунок 1: Блок-схема для перетворювача частоти iC2-Micro.

Таблиця 5: Функції кожного компонента

Область	Компонент	Функції
1	Вхід живлення мережі	Живлення привода від мережі змінного струму.
2	Фільтр радіозавад	Фільтр радіозавад використовується для дотримання нормативних вимог щодо електромагнітної сумісності.
3	Випрямляч	Міст випрямляча перетворює змінний струм на вході на постійний струм для постачання на інвертор.
4	Шина постійного струму	Проміжна ланка шини постійного струму використовує постійний струм.

Таблиця 5: Функції кожного компонента (продовження)

Область	Компонент	Функції
5	Дросель постійного струму ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Фільтрує струм ланки постійного струму. Забезпечують захист від перехідних процесів у мережі. Зменшує середньоквадратичне значення струму. Підвищує коефіцієнт потужності, який передається назад до мережі. Зменшує гармоніки на вході змінного струму.
6	Батарея конденсаторів	<ul style="list-style-type: none"> Зберігає енергію постійного струму. Забезпечує захист від перепадів під час короткотривалих втрат потужності.
7	Гальмівний переривач ⁽²⁾	Гальмівний переривач використовується в ланці постійного струму для керування напругою постійного струму, коли навантаження повертає енергію.
8	Інвертор	Перетворює постійний струм на змінний на виході з формою коливань, що регулюються широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ), для керування електродвигуном.
9	Вихідний сигнал на двигун	Регульоване 3-фазне вихідне живлення на двигун.
10	Схема управління	<ul style="list-style-type: none"> Здійснює моніторинг вхідного живлення, внутрішньої обробки, виходу та струму двигуна для забезпечення ефективності роботи та керування. Здійснює моніторинг та виконання команд інтерфейсу користувача та зовнішніх команд. Забезпечує виведення стану та керування роботи.

1) Дросель постійного струму використовується лише для корпусів типорозміру MA05a.

2) Гальмівний переривач не використовується для корпусів типорозміру MA01a.

3.3 Проєктування систем силових приводів з урахуванням екологічних вимог

3.3.1 Огляд

Енергоефективність усієї системи має велике значення, тому на розширеному єдиному ринку Європейської економічної зони необхідно дотримуватися відповідного законодавства.

Згідно зі стандартами IEC 61800-9-2 і EN 50598-2, перетворювачам частоти присвоюється клас ефективності від IE0 до IE2. Відповідно до стандарту, втрати потужності вимірюються у відсотках від номінальної повної вихідної потужності у восьми точках програми навантаження, як показано на . Разом з інформацією про інші елементи системи ці дані можна використовувати для розрахунку ККД на рівні системи (IES).

Елементи, що спричиняють втрати, описані в розділі в [3.3.2 Втрати потужності й ефективність](#).

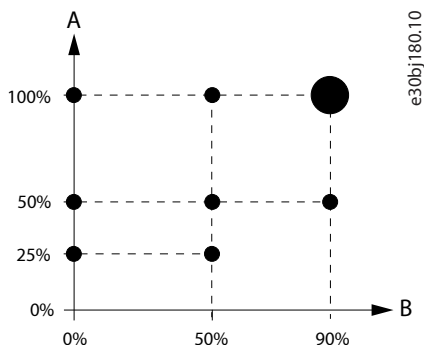


Рисунок 2: Робоча точка відповідно до IEC 61800-9-2 (EN 50598)

Перетворювач частоти має маркування класу ефективності та втрати потужності за 100 % номінального струму, що створює крутильний момент, і 90 % номінальної частоти статора двигуна.

[MyDrive® ecoSmart™](#) можна використовувати для:

- перегляду даних часткового навантаження відповідно до стандарту IEC 61800-9-2;
- розрахунку класу ефективності й ефективності за часткового навантаження на перетворювач частоти та систему силового привода;
- формування звітів щодо втрат за часткового навантаження й визначення класу ефективності IE та IES.

3.3.2 Втрати потужності й ефективність

Елементи, що спричиняють втрату потужності в системі, показані на .

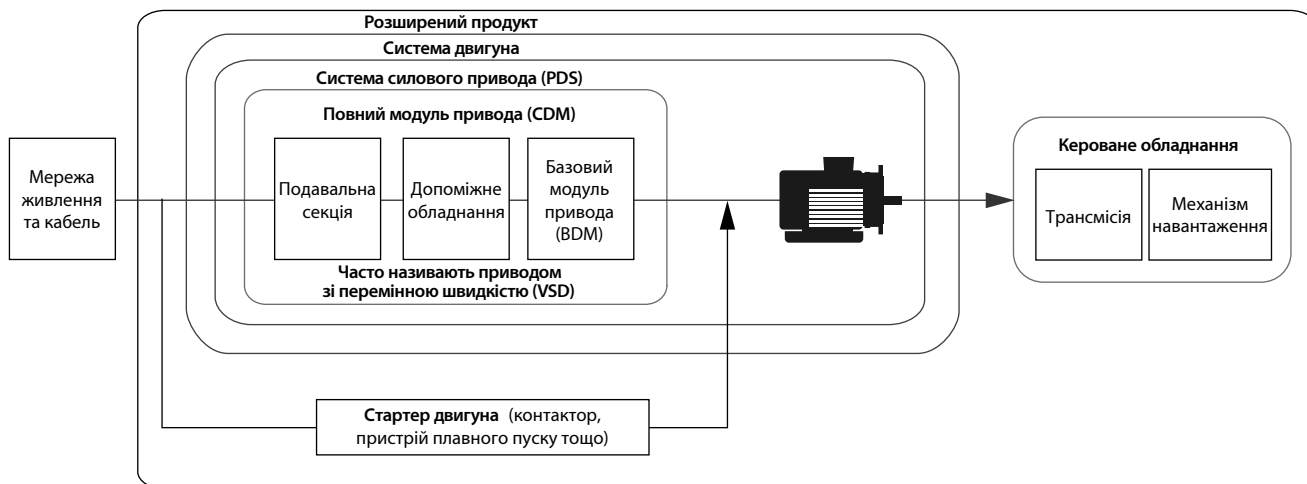


Рисунок 3: Конструкція приводної системи

До втрат у системі можуть призвести такі компоненти:

- кабель живлення від мережі;
- зовнішній вхідний фільтр (якщо встановлено);
- перетворювач частоти із вбудованими фільтрами;
- зовнішній вихідний фільтр (якщо встановлено);
- кабель двигуна;
- двигун.

Сам перетворювач частоти забезпечує лише частину загальних втрат у системі.

Кабель живлення від мережі

Втрати в кабелі живлення від мережі в основному спричинені омичним опором кабелю. Щоб звести втрати до мінімуму, кабель має бути якомога коротшим і за параметрами повинен відповідати номінальному струму.

Зовнішній вхідний фільтр

Зовнішні вхідні фільтри збільшують втрати в системі. Лінійні реактори, що використовуються для балансування навантаження між кількома приводами у схемі розподілу навантаження, зазвичай демонструють спад напруги приблизно на 1 %, що призводить до втрат до 1 % за повного навантаження.

Втрати у виділених фільтрах гармонік, як правило, становлять 2–5 %.

Перетворювач частоти

Втрати перетворювача частоти залежить від навантаження. Конкретні класифікації та дані про втрату потужності вказані на етикетці виробу, а докладну інформацію можна переглянути в [MyDrive® ecoSmart™](#).

Зовнішній вихідний фільтр

Зовнішні вихідні фільтри збільшують втрати в системі

- Синусоїдальні фільтри пригнічують форму ШІМ вихідної частоти, що призводить до синусоїдального сигналу на виході. Отримані втрати залежать від навантаження й можуть становити до 1–1,5 % від максимальної потужності. Використання синусоїдального фільтра в установках з довгими кабелями двигуна може призвести до покращення загальної ефективності.
- Фільтри dU/dt обмежують час наростання напруги схеми ШІМ. У результаті фільтри створюють втрати в системі (втрати залежать від навантаження й можуть становити до 0,5-1 % від максимальної потужності).
- Синфазні сердечники зменшують високочастотні шуми в кабелі двигуна. Унаслідок цього до системи додаються обмежені втрати.

Кабель двигуна

Втрати в кабелі двигуна переважно спричиняються омичними втратами, але через частоту комутації перетворювача частоти втрати також обумовлюються ємнісним зв'язком із землею. Втрати через ємнісний зв'язок можна знизити, ретельно вибравши кабель двигуна та зробивши його максимально коротким. Якщо на виході перетворювача частоти використовується синусоїдальний фільтр, втрати через ємнісне навантаження будуть меншими.

Двигун

Втрати двигуна залежать від типу двигуна й вибраної категорії ефективності. У стандарті IEC 60034-30-1 визначено класи ефективності від IE1 до IE4.

3.4 Силове устаткування

Перетворювачі частоти iC2-Micro придатні для використання в найрізноманітніших місцях. Вузли постачаються з різними класами захисту, що робить їх придатними для встановлення в шафах, безпосередньо на машинах і у спеціальних диспетчерських, а також окремо.

- Устаткування класу IP20/Відкритого типу призначене для встановлення в закритих шафах і аналогічних місцях.
- Устаткування класу IP21/UL, Тип 1 (комплект для переобладнання IP21/Тип 1 як додаткове обладнання) призначене для встановлення всередині приміщень.

Перетворювачі частоти iC2-Micro придатні для використання в широкому діапазоні температур. Діапазон робочих температур становить від -20 до +55 °C (від -4 до +131 °F) і від -10 до +50 °C (від 14 до +122 °F) без зниження номінальних характеристик.

Вихід двигуна Перетворювачі частоти iC2-Micro захищено від короткого замикання, замикання на землю й перевантаження. Для захисту двигуна також передбачено контроль температури. Необмежена кількість перемикачів на виході дозволяє використовувати контактор або від'єднувати привод від двигуна.

Вбудовані фільтри оптимізують характеристики ЕМС, знижують гармоніки в мережі й відповідають вимогам до вихідної потужності. Вбудовані фільтри ЕМС можна налаштувати відповідно до вимог установки, пов'язаних з ЕМС. Пропозиція включає:

- Приводи без фільтра (варіанти, що відповідають С4).
- Приводи з фільтрами для використання в промислових мережах (варіанти, що відповідають С2) і побутових установках (варіанти, що відповідають С1).

3.5 Керування й інтерфейси

3.5.1 Клеми керування

- Усі клеми для підключення кабелів керування розташовані під клемною кришкою на передньому боці привода.
- На тильному боці клемної кришки наведені схеми клем керування та перемикачів.

ПРИМІТКА

- Зніміть клемну кришку за допомогою викрутки, див. .

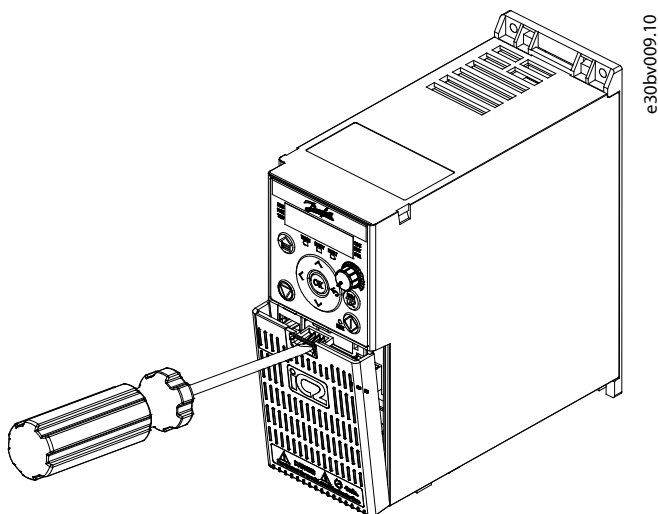


Рисунок 4: Зняття клемної кришки

Усі клеми керування Перетворювачі частоти iC2-Micro показані на .

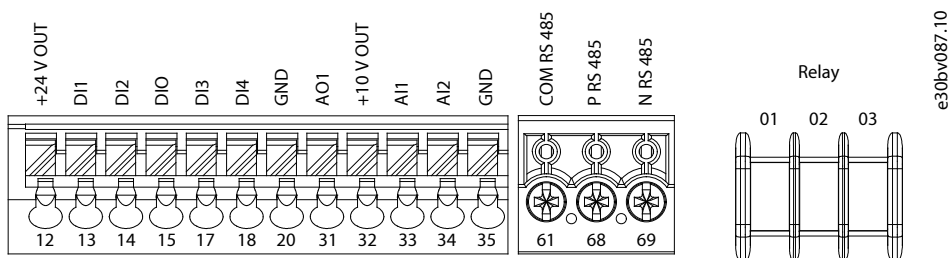


Рисунок 5: Огляд клем керування

3.5.2 Порт RJ45 і вимикач кінцевого навантаження RS485

Привод обладнано портом RJ45, який відповідає протоколу Modbus 485. Порт RJ45 використовується для підключення:

- Зовнішня панель керування (Панель керування 2.0 OP2).
- Інструмент для ПК (MyDrive® Insight) через швидкий адаптер USB-C/RJ45 OAX00

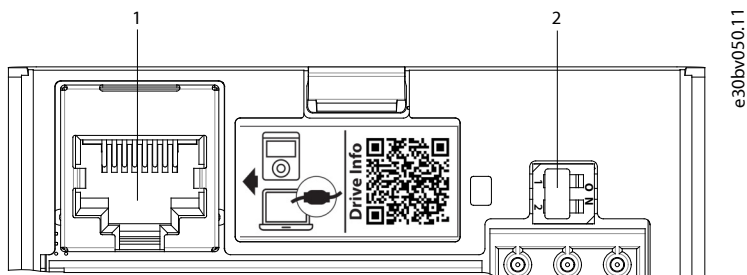


Рисунок 6: Порт RJ45 і вимикач кінцевого навантаження RS485

1	Порт RJ45	2	Вимикач кінцевого навантаження (ON = кінцеве навантаження RS485, OFF = розімкнений)
---	-----------	---	---

ПРИМІТКА

До порту RJ45 можна підключити екранований кабель CAT5e довжиною до 3 м (9,8 футів), який **НЕ** використовується для прямого підключення привода до ПК. Недотримання цієї вказівки може призвести до пошкодження ПК.

ПРИМІТКА

- Вимикач кінцевого навантаження RS485 має бути встановлений у положення ON, якщо привод розміщено на кінці польової шини.
- Не використовуйте вимикач кінцевого навантаження RS485, коли живлення привода ввімкнено.

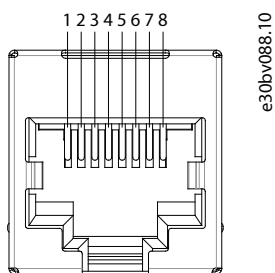


Рисунок 7: Призначення контактів RJ45

1	Джерело живлення 5 В	2	Джерело живлення 5 В
3	ЗАЗЕМЛЕННЯ	4	RS485_P
5	RS485_N	6	ЗАЗЕМЛЕННЯ
7	Зарезервовано	8	Зарезервовано

3.5.3 Панель керування та панель керування 2.0 OP2

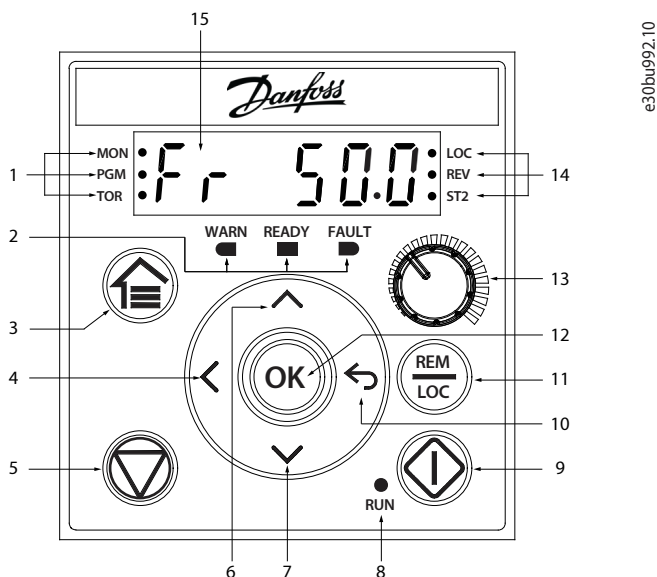
Привод має два наведених далі типи панелі керування.

- **Панель керування:** вбудована й постачається разом із приводом у стандартній комплектації. Кнопки й індикатори панелі керування описано в [3.5.4 Кнопки та індикатори на панелі керування](#).
- **Панель керування 2.0 OP2:** додаткова (доступна як опція) панель керування, більш зручна для користувача. На панелі керування цього типу можна з легкістю налаштувати параметри привода, перевірити стан привода й вивести на екран візуалізацію повідомлень про події. Кнопки й індикатори панелі керування 2.0 OP2 описано в [3.5.5 Кнопки та індикатори панелі керування 2.0 OP2](#).

Нижче наведено більш докладний огляд панелі керування 2.0 OP2.

- Монохромний інтерфейс користувача 2,03 дюйма.
- Світлодіоди для візуального визначення стану привода.
- Керування приводом і зручне перемикання між локальним і дистанційним режимами роботи.
- Багатомовний дисплей, на якому більш чітко відображаються параметри, вибрані позиції та стан.
- Дисплей параметрів підтримує алфавітно-цифрові символи, спеціальні символи, цілі числа, плаваючі коми, списки вибору й команди для налаштування даних програми.
- Налаштування параметрів привода можна скопіювати на інші приводи для полегшення введення в експлуатацію.
- Установлення на дверцятах шафи за допомогою додаткового монтажного комплекту.

3.5.4 Кнопки та індикатори на панелі керування



e30bu092.10

Рисунок 8: Панель керування

1	Індикатори стану	2	Індикатори робочого стану
3	Головна/Меню	4	Ліворуч
5	Зупин/Скидання	6	Угору
7	Униз	8	Індикатор стану
9	Пуск	10	Назад
11	Дистанційний/Локальний	12	ОК
13	Потенціометр	14	Індикатори стану
15	Основний дисплей		

Таблиця 6: Кнопки керування й потенціометр

Назва	Функція
Головна/Меню	Перемикання між відображенням стану й головним меню. Тривале натискання для виклику контекстного меню для швидкого зчитування й редагування параметрів.
Угору/Униз	Перемикання стану/групи параметрів/номерів параметрів і налаштування значень параметрів.
Ліворуч	Переміщення курсора на 1 біт ліворуч.
Назад	Повернення до попереднього кроку в структурі меню або скасування налаштування під час налаштування значень параметрів.
ОК	Підтвердження операції.
Дистанційний/Локальний	Перемикання між дистанційний і локальним режимами.
Пуск	Запуск привода в локальному режимі.
Зупин/Скидання	Зупин привода в локальному режимі.
	Скидає привод для усунення збою.
Потенціометр	Змінення значення завдання, коли воно вибране як потенціометр.

Таблиця 7: Світлодіодні індикатори стану

Назва	Функція
MON	Увімк.: На головному дисплеї відображається стан привода.
PGM	Увімк.: Привод перебуває в стані програмування.
TOR	Увімк.: Привод перебуває в режимі регулювання крутильного моменту.
	Вимк.: Привод перебуває в режимі регулювання швидкості.
LOC	Увімк.: Привод працює в локальному режимі.
	Вимк.: Привод працює в дистанційному режимі.
REV	Увімк.: Привод обертається у зворотному напрямку.
	Вимк.: Привод обертається в прямому напрямку.
ST2	Див. .

Таблиця 8: Світлодіодні індикатори робочого стану

Назва	Функція
WARN	Світлиться постійно, коли з'являється попередження.
READY	Світлиться постійно, коли привод готовий до роботи.
FAULT	Блимає в разі виникнення збою.

Таблиця 9: Світлодіодний індикатор стану

Назва	Функція
RUN	Увімк.: Привод працює в нормальному режимі.
	Вимк.: Привод зупинено.
	Блимає: Виконується процес зупину двигуна; або привод отримав команду <i>RUN</i> , але не видав частотний сигнал.

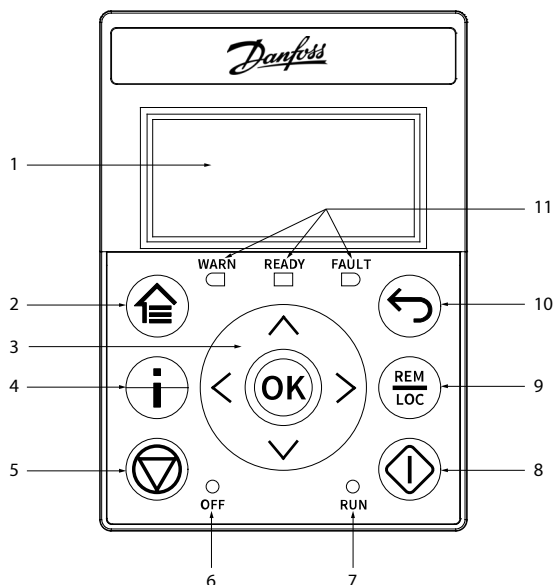
Таблиця 10: Світлодіодний індикатор для кількох наборів

ST2	Вимк.	Увімк.	Блимає	Швидко блимає
Активний набір ⁽¹⁾	Набір 1	Набір 2	Набір 1	Набір 2
Програмований набір ⁽²⁾	Набір 1	Набір 2	Набір 2	Набір 1

1) Виберіть активний набір у параметрі P 6.6.1 Active Setup.

2) Виберіть програмований набір у параметрі P 6.6.2 Active Setup.

3.5.5 Кнопки та індикатори панелі керування 2.0 OP2



e30bv123.10

Рисунок 9: Огляд панелі керування 2.0 OP2

Таблиця 11: Опис елементів панелі керування

Позначення	Назва елемента	Опис
1	Дисплей	Забезпечує доступ до вмісту й налаштувань. Дисплей надає докладну інформацію про стан привода.
2	Головна/Меню	<ul style="list-style-type: none"> Перемикання між відображенням стану й головним меню. Тривале натискання для виклику контекстного меню для швидкого зчитування й редагування параметрів.
3	Стрілки та кнопка [OK]	<ul style="list-style-type: none"> Стрілки: Навігація по різних екранах і меню та налаштування значень параметрів. [OK]: Підтверджує вибір варіантів і дані на дисплеї панелі керування.
4	Інформація	Натискання кнопки <i>Інформація</i> на домашньому екрані виводить дані про привод, як-от тип привода, код замовленої моделі, серійний номер привода та версія програми.
5	Зупин/Скидання	Зупиняє роботу привода.
6	Світлодіод OFF	Індикатор має такі стани: <ul style="list-style-type: none"> Постійно світиться: Індикатор перебуває в такому стані, якщо: <ul style="list-style-type: none"> Привод не виконує модуляцію та працює на вибігу. Подається сигнал зупину або зупину вибігом. Значення часу розгону, захисні функції та функції зупину можуть продовжити цей стан. Вимк.: Привод працює, подається сигнал пуску, і вихід активний. Це також включає розгін, роботу за завданням і ААД.

Таблиця 11: Опис елементів панелі керування (продовження)

Позначення	Назва елемента	Опис
7	Світлодіод RUN	Індикатор має такі стани: <ul style="list-style-type: none"> • Увімк.: Привод працює в нормальному режимі. • Вимк.: Привод зупинено. • Блимає: Індикатор перебуває в такому стані, якщо: <ul style="list-style-type: none"> - Виконується процес зупину двигуна (уповільнення). - Привод отримав команду <i>RUN</i>, але не видав частотний сигнал.
8	Робота	Запускає роботу привода.
9	REM/LOC	Перемикає привод між дистанційним і місцевим режимом роботи.
10	Назад	Перехід до попереднього екрана або рівня меню над поточним меню.
11	Індикатори стану привода	Відповідні світлодіоди вказують на стан привода. <ul style="list-style-type: none"> • [WARN]: Постійно світиться жовтим за наявності попередження. • [READY]: Постійно світиться зеленим, коли привод готовий до роботи. • [FAULT]: Миготить червоним світлом за наявності збою.

3.5.6 Зсувні дверцята на клемній кришці

Зсувні дверцята, що є захисною кришкою порту RJ45, розташовані на клемній кришці привода. Якщо привод підключено до опціональної панелі керування 2.0 OP2, яка може бути встановлена на дверцятах шафи, просто зніміть зсувні дверцята, щоб переконатися в тому, що клемна кришка залишається на приводі, і забезпечити безпеку експлуатації.

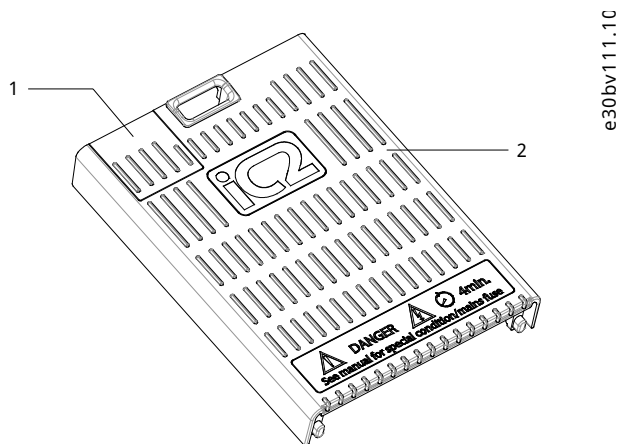


Рисунок 10: Зсувні дверцята на клемній кришці

1	Зсувні дверцята	2	Клемна кришка
---	-----------------	---	---------------

Демонтаж

1. Зніміть клемну кришку за допомогою викрутки, див. [3.5.1 Клеми керування](#).
2. Натисніть викруткою на гніздо з внутрішньої сторони клемної кришки, щоб звільнити зсувні дверцята й висунути їх назовні.

3.6.2 Базові функції

3.6.2.1 Огляд базових функцій

Прикладне програмне забезпечення містить широкий спектр базових функцій, які дозволяють керувати будь-яким технологічним процесом за допомогою привода iC2-Micro.

3.6.2.2 Формування завдання

Завдання з кількох джерел, що відповідають потребам керування, можна визначати на власний розсуд.

Джерела завдання:

- Аналогові входи
- Цифрові входи, кожен як імпульсний вхід
- Завдання з польової шини
- Внутрішні настройки
- Місцеве завдання з панелі керування
- Вбудований потенціометр на панелі керування

Можна додати сигнали завдання для формування завдання в перетворювачі частоти. Остаточне завдання масштабується в діапазоні від -100 % до 100 %.

3.6.2.3 Два набори параметрів

Перетворювач частоти пропонує 2 набори параметрів. Кожен набір параметрів можна налаштовувати окремо, щоб відповідати різним потребам застосування.

Перемикання між наборами можливе під час роботи, що дозволяє швидко змінювати налаштування.

3.6.2.4 Параметри зміни швидкості

Перетворювач частоти підтримує лінійну зміну швидкості, синусоїду та дві синусоїди. За лінійного змінення швидкості відбувається постійне прискорення. Синусоїдальні зміни швидкості забезпечують нелінійне прискорення з плавним переходом на початку й у кінці процесу прискорення.

3.6.2.5 Швидкий зупин

У деяких ситуаціях може знадобитися швидко зупинити установку. Для цієї цілі привод підтримує певний час лінійного уповільнення зі швидкості синхронного двигуна до 0 об/хв.

3.6.2.6 Обмеження напрямку обертання

Можна попередньо встановити фіксований напрямок обертання двигуна (за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки), щоб запобігти обертанню в непотрібному напрямку.

3.6.2.7 Перемикач фаз двигуна

Якщо під час монтажу кабелі фази двигуна були встановлені в неправильному порядку, напрямок обертання можна змінити. Завдяки цьому немає необхідності змінювати порядок розташування фаз двигуна.

3.6.2.8 Повільне переміщення в поштовховому режимі

Перетворювач частоти має попередньо визначені настройки швидкості для використання під час введення в експлуатацію, технічного обслуговування або ремонту. Робота в поштовховому режимі задається на попередньо визначеній швидкості.

3.6.2.9 Пропуск частоти

Під час роботи можна пропустити певні частоти двигуна. Ця функція допомагає звести до мінімуму й запобігти механічному резонансу обладнання, обмежуючи вібрацію та шум у системі.

3.6.2.10 Автоматичний перезапуск

У разі незначної несправності та вимкнення привод може виконати автоматичний перезапуск, що усуне необхідність ручного скидання приводу. Це покращує автоматичну роботу в системах із дистанційним керуванням. Переконайтеся, що під час автоматичного перезапуску не може виникнути небезпечних ситуацій.

3.6.2.11 Пуск на ходу

Пуск на ходу дозволяє приводу синхронізуватися з двигуном, що вільно обертається, перш ніж почати ним керувати. Прийняття керування двигуном на фактичній швидкості мінімізує механічне навантаження на систему. Наприклад, ця функція є актуальною у застосуваннях із вентиляторами та центрифугами.

3.6.2.12 Зникнення напруги мережі

У разі зникнення напруги мережі, коли привод не може продовжувати роботу, можна вибрати попередньо визначені дії, наприклад вимкнення, зупин вибігом або виконання контрольованого гальмування.

3.6.2.13 Кінетичний резерв

Кінетичний резерв дозволяє приводу зберігати контроль у разі, якщо в системі є достатньо енергії, наприклад, у формі інерції або за зниження навантаження. Це дозволяє здійснювати контрольований зупин машини.

3.6.2.14 Пригамування резонансу

Високочастотний резонансний шум двигуна можна усунути за допомогою пригамування резонансу. Доступні як автоматичне, так і ручне пригамування частоти.

3.6.2.15 Керування механічним гальмом

У таких пристроях, як прості підйомники, палетизатори, стереоскопічні склади й низхідні конвеєри, механічне гальмо використовується для утримання вантажу в нерухомому стані, коли двигун не керується приводом або коли вимкнено живлення.

Функція керування механічним гальмом забезпечує плавний перехід між механічним гальмом і двигуном, що утримує навантаження, шляхом керування вмиканням і вимиканням механічного гальма.

3.6.2.16 Контролери

Привод оснащено трьома різними контролерами, що оптимізує керування фактичною установкою. Контролери виконують такі функції:

- Керування процесом
- Регулювання швидкості в розімкненому контурі
- Регулювання крутильного моменту в розімкненому контурі

Контролер процесу

Контролер процесу може керувати процесом, наприклад у системі, де потрібні постійний тиск, витрата або температура. Сигнал зворотного зв'язку з установки подається на привод, передаючи фактичне вихідне значення. Контролер забезпечує узгодження вихідного сигналу із завданням, отриманим за допомогою функції регулювання швидкості двигуна. Джерело завдання й сигнали зворотного зв'язку перетворюються та масштабуються до керованих фактичних значень.

Контролер швидкості

Регулювання швидкості в розімкнутому контурі забезпечує точний контроль швидкості обертання двигуна.

У режимі розімкнутого контуру (без зовнішнього сигналу зворотного зв'язку швидкості) зовнішні датчики не потрібні. Регулювання швидкості в розімкнутому контурі спрощує монтаж і введення в експлуатацію, а також усуває ризик несправності датчиків.

Контролер крутильного моменту

Вбудований контролер крутильного моменту забезпечує оптимізоване керування крутильним моментом і підтримує керування у розімкнутому контурі.

3.6.3 Керування входами/виходами та показники

Залежно від апаратної конфігурації привода доступні цифрові й аналогові входи, цифрові й аналогові виходи, а також релейні виходи. Можна налаштувати входи/виходи та використовувати їх для керування застосуванням за допомогою привода.

Усі входи й виходи можуть використовуватися як віддалені вузли вводу-виводу, оскільки всі вони адресуються через промислову шину привода.

3.6.4 Функція керування двигуном

3.6.4.1 Огляд функцій керування двигуном

Система керування двигуном використовується в широкому спектрі застосувань, від найпростіших застосувань до застосувань, що вимагають високоефективного керування двигуном.

3.6.4.2 Типи двигунів

Привод підтримує стандартні двигуни, як-от:

- Асинхронні двигуни
- Двигуни з постійними магнітами

3.6.4.3 Характеристики навантаження

Підтримуються різні характеристики навантаження, що відповідають фактичним потребам застосування:

- **Змінний крутильний момент:** типова характеристика навантаження вентиляторів і відцентрових насосів, де навантаження пропорційне квадрату швидкості.
- **Постійний крутильний момент:** характеристика навантаження, що використовується в механізмах, де потрібен крутильний момент у повному діапазоні швидкостей. Типовими прикладами застосування є конвеєри, екструдери, декантерні центрифуги, компресори та лебідки.

3.6.4.4 Принцип керування двигуном

Для керування двигуном можна вибирати різні принципи відповідно до потреб застосування:

- Керування U/f для спеціальних функцій контролю
- Керування VVC+ для потреб універсального застосування

3.6.4.5 Паспортна таблиця двигуна та каталог

Типові характеристики двигуна для конкретного привода задаються на заводі-виробнику, що дозволяє використовувати його з більшістю двигунів. Під час введення в експлуатацію фактичні дані двигуна вводяться в налаштування привода, що дозволяє оптимізувати керування двигуном.

3.6.4.6 Автоматична адаптація двигуна (ААД)

Автоматична адаптація двигуна (ААД) забезпечує оптимізацію параметрів двигуна для покращення продуктивності вала. На основі даних із паспортної таблиці двигуна та вимірювань двигуна в нерухомому стані ключові параметри двигуна переобчислюються й використовуються для точного налаштування алгоритму керування двигуном.

3.6.4.7 Автоматична оптимізація енергоспоживання (AOE)

Функція автоматичної оптимізації енергоспоживання (AOE) оптимізує керування, знижуючи енергоспоживання в точці фактичного навантаження.

3.6.5 Гальмування навантаження

3.6.5.1 Огляд гальмування навантаження

Під час гальмування двигуна, керованого приводом, можна використовувати різні функції. Вибір конкретної функції залежить від застосування й необхідної швидкості зупинки.

3.6.5.2 Резисторне гальмування

У застосуваннях, де потрібне швидке або безперервне гальмування, зазвичай використовується привод, оснащений гальмівним переривачем. Надлишкова енергія, що генерується двигуном під час гальмування, буде розсіюватися в підключеному гальмівному резисторі. Ефективність гальмування залежить від номінальної потужності конкретного привода й вибраного гальмівного резистора.

3.6.5.3 Контроль перенапруги (OVC)

Якщо час гальмування не є критично важливим або навантаження має змінне значення, для контролю зупину застосування використовується функція контролю перенапруги (OVC). Якщо гальмування протягом заданого періоду уповільнення неможливе, привод збільшує час уповільнення. Цю функцію не слід використовувати в підйомних механізмах, системах із високою інерцією та в тих випадках, коли потрібне тривале гальмування.

3.6.5.4 Гальмування постійним струмом

На низькій швидкості гальмування двигуна можна покращити за допомогою функції гальмування постійним струмом. Вона додає невеликий постійний струм до змінного струму, трохи збільшуючи гальмівну здатність.

3.6.5.5 Гальмування змінним струмом

Гальмування змінним струмом підтримується тільки для асинхронних двигунів і може застосовуватися в системах із нециклічною експлуатацією двигуна для скорочення часу гальмування. Надлишкова енергія розсіюється за рахунок збільшення втрат у двигуні під час гальмування.

3.6.5.6 Утримання постійним струмом

Утримання постійним струмом забезпечує обмежений крутильний момент утримання ротора в нерухомому стані.

3.6.5.7 Розподіл навантаження

У деяких випадках для керування обладнанням одночасно використовуються два або більше приводи. Якщо один із приводів виконує гальмування двигуна, надлишкова енергія може подаватися в ланцюг постійного струму привода, який приводить двигун у рух, і загальне споживання енергії знижується. Ця функція корисна, наприклад, у декантерних центрифугах і чесальних машинах, де привод меншого типорозміру працює в режимі генератора.

3.6.6 Функції захисту

3.6.6.1 Функції захисту мережі

Привод захищає електромережу від станів, які можуть порушити безперебійну роботу.

Мережа контролюється на предмет асиметрії напруги живлення та втрати фази. Якщо асиметрія перевищує внутрішні межі, з'являється попередження, і користувач може вжити відповідних дій.

У разі зниженої або підвищеної напруги в електромережі привод видає попередження та зупиняє роботу, якщо ситуація не змінюється й виходить поза критичні межі.

3.6.6.2 Функції захисту привода

Під час роботи здійснюються контроль і захист привода.

Вбудовані датчики вимірюють фактичну температуру й надають необхідну інформацію для захисту привода. Якщо температура перевищує номінальні температурні умови, застосовується зниження номінальних характеристик. Якщо температура виходить за межі допустимого робочого діапазону, привод припиняє роботу.

Струм двигуна постійно контролюється на всіх 3 фазах. У разі короткого замикання між 2 фазами або замикання на землю привод виявляє це та негайно вимикається. Якщо вихідний струм перевищує номінальні значення під час роботи протягом довшого періоду, ніж це дозволено, привод зупиняється та видає аварійний сигнал перевантаження.

Напруга в ланцюзі постійного струму привода контролюється. Якщо вона перевищує критичні рівні, видається попередження, і привод зупиняється. Якщо ситуацію не вирішено, привод видає аварійний сигнал.

3.6.6.3 Функції захисту двигуна

Привод має різні функції для захисту двигуна й застосування.

Вимірювання вихідного струму надає інформацію для захисту двигуна. Можна виявити перевантаження за струмом, коротке замикання, замикання на землю та втрату фазних з'єднань двигуна й запустити відповідні захисні функції.

Контроль обмежень швидкості, струму та крутильного моменту забезпечує додатковий захист двигуна й застосування.

Захист від заблокованого ротора запобігає запуску привода із заблокованим ротором двигуна.

Тепловий захист двигуна забезпечується шляхом розрахунку температури двигуна на основі фактичного навантаження або за допомогою зовнішніх датчиків температури, наприклад РТС.

3.6.6.4 Захист зовнішніх підключених компонентів

Можна контролювати зовнішні підключені додаткові пристрої, як-от гальмівні резистори.

Гальмівні резистори відстежуються на предмет теплового перевантаження, короткого замикання та відсутності з'єднання.

3.6.6.5 Автоматичне зниження номінальних характеристик

Автоматичне зниження номінальних характеристик привода дозволяє продовжувати роботу навіть у разі перевищення номінальних умов експлуатації. Типовими факторами, що впливають на це, є температура, висока напруга в ланцюгу постійного струму, високе навантаження двигуна або робота близько до 0 Гц. Зниження номінальних характеристик зазвичай застосовується як зменшення частоти комутації або зміна схеми комутації, що призводить до зменшення тепловтрат.

3.6.7 Функції моніторингу

3.6.7.1 Огляд функцій моніторингу

Привод оснащено різними функціями моніторингу, які надають інформацію про умови експлуатації, стан мережі, а також архівні дані про привод. Доступ до цієї інформації допомагає аналізувати умови експлуатації та виявляти несправності.

3.6.7.2 Контроль швидкості

Швидкість двигуна можна контролювати під час роботи. Коли швидкість виходить за мінімальну чи максимальну межу, користувач отримує повідомлення й може вжити необхідних дій.

3.6.7.3 Журнал подій і експлуатаційні лічильники

Журнал подій забезпечує доступ до останніх зареєстрованих збоїв, надаючи відповідну інформацію для аналізу того, що відбулося в приводі.

Експлуатаційні лічильники надають інформацію про використання привода. Приклади відображуваних показань: час роботи в годинах, наробок у годинах, витрачені кВт г, кількість умикань живлення, випадків перенапруги й перегріву.

3.6.8 Програмні засоби

3.6.8.1 Огляд програмних засобів

Danfoss пропонує набір програмних засобів для ПК, покликаних забезпечити простоту експлуатації й найвищий рівень налаштування приводів змінного струму.

За допомогою API-інтерфейсів та інтерфейсу пристрою Danfoss ці засоби можна інтегрувати у власні системи й бізнес-процеси. Засоби MyDrive® підтримують увесь життєвий цикл привода, від проектування системи до обслуговування. Деякі засоби надаються безкоштовно, а для інших потрібна підписка.

Додаткову інформацію про засоби MyDrive® див. у документації MyDrive.

3.6.8.2 MyDrive® Select

За допомогою MyDrive® Select можна визначити типорозмір частотного перетворювача на основі розрахованих струмів навантаження двигуна, температури навколишнього середовища й обмежень струму. Результати визначення типорозміру доступні в графічному й числовому форматі та містять розрахунки ефективності, втрат потужності та струмів навантаження інвертора. Отримана документація доступна у форматі .pdf або .xls і може бути імпортована в MyDrive® Harmonics для оцінки гармонічних спотворень або перевірки відповідності більшості визнаних норм і рекомендацій щодо гармонік.

MyDrive® Select доступний як вебінструмент на сайті select.mydrive.danfoss.com і як додаток для мобільних пристроїв, який можна завантажити з магазинів додатків.

3.6.8.3 MyDrive® Harmonics

За допомогою MyDrive® Harmonics можна оцінити переваги додавання до установки рішень для приглушення гармонік і обчислити спотворення гармонік системи. Оцінювання можна виконувати як для нових установок, так і для розширення наявної установки.

У безкоштовній версії можна отримати короткий огляд очікуваної загальної продуктивності системи. Для експертної версії MyDrive® Harmonics потрібна підписка, яка надає більше функцій, у тому числі можливість зберігати й ділитися проектами гармонік, імпортувати проекти з MyDrive® Select і додавати продукти Danfoss для приглушення гармонік.

3.6.8.4 MyDrive® ecoSmart™

За допомогою MyDrive® ecoSmart™ можна визначити енергоефективність використовуваного привода та клас ефективності системи відповідно до стандарту IEC 61800-9.

MyDrive® ecoSmart™ використовує інформацію про вибраний двигун, точки навантаження та привод змінного струму для розрахунку класу ефективності й ефективності за часткового навантаження для привода змінного струму Danfoss, як для автономного привода (CDM), так і для привода з двигуном (PDS).

MyDrive® ecoSmart™ доступний як вебінструмент на сайті ecosmart.mydrive.danfoss.com і як додаток для мобільних пристроїв, який можна завантажити з магазинів додатків.

3.6.8.5 MyDrive® Insight

MyDrive® Insight — програмний засіб для введення в експлуатацію, проектування й моніторингу приводів. MyDrive® Insight можна використовувати для налаштування параметрів, оновлення програмного забезпечення, налаштування засобів функціональної безпеки й моніторингу на основі стану.

Створення резервних копій, відновлення системи з резервної копії та реєстрація даних у MyDrive® Insight підтримують використання карти microSD як пристрою зберігання.

3.7 Функції гальмування

3.7.1 Механічне утримувальне гальмо

Механічне утримувальне гальмо, що встановлюється безпосередньо на валу двигуна, зазвичай виконує статичне гальмування.

ПРИМІТКА

Якщо утримувальне гальмо включено до ланцюга безпеки, привод не може забезпечити безпечне керування механічним гальмом.

- До повної установки повинен бути включений ланцюг надмірності для керування гальмом.

3.7.2 Динамічне гальмування

Динамічне гальмування забезпечується наведеними нижче функціями.

- Резисторне гальмування: гальмівний IGBT підтримує перенапругу нижче за певне граничне значення, спрямовуючи гальмівну енергію від двигуна до підключеного гальмівного резистора (*параметр P 3.2.1 Enable Brake Chopper = [1] Enable*). Відрегулюйте граничне значення в *параметрі P 3.2.2 Brake Chopper Voltage Reduce* з діапазоном 70 В для 3 × 380–480 В.
- Гальмування змінним струмом: енергія гальмування розподіляється у двигуні шляхом зміни станів втрат у двигуні. Функцію гальмування змінним струмом не можна використовувати в установках із високою частотою циклів, оскільки це призводить до перегрівання двигуна (*параметр P 3.2.1 Enable Brake Chopper = [1] Enable*).
- Гальмування постійним струмом: постійний струм із надмодуляцією, що додається до змінного струму, діє як вихрострумове гальмо (*параметр P 5.7.3 DC Brake Time ≠ 0 s*).

3.7.3 Вибір гальмівного резистора

3.7.3.1 Вступ

Щоб задовольнити більш високі вимоги генераторного гальмування, потрібен гальмівний резистор. Використання гальмівного резистора забезпечує поглинання тепла в гальмівному резисторі, а не в приводі.

Якщо кількість кінетичної енергії, що передається на резистор у кожному періоді гальмування, невідома, розрахуйте середню потужність на основі часу циклу й часу гальмування. Переривчастий робочий цикл резистора показує інтервал часу, упродовж якого резистор увімкнений. Типовий гальмівний цикл показано на .

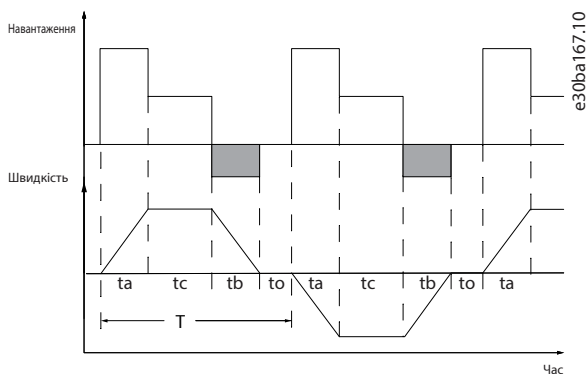


Рисунок 13: Типовий гальмівний цикл

Переривчастий робочий цикл для резистора розраховується таким чином:

$$\text{Робочий цикл} = t_b / T$$

t_b — час гальмування в секундах.

T = тривалість циклу в секундах.

Таблиця 12: Гальмування на високому рівні перевантаження за крутильним моментом

Час циклу (с)	120
Робочий цикл гальмування за 100 %-го крутильного моменту	Безперервний
Робочий цикл гальмування за перевищеного крутильного моменту (150/160 %)	40 %

Danfoss пропонує гальмівні резистори з робочими циклами 10 % і 40 %. Якщо використовується 10 %-вий робочий цикл, гальмівні резистори здатні поглинати гальмівну потужність протягом 10 % часу циклу. Решта 90 % часу циклу використовуються для розсіювання надлишкового тепла.

ПРИМІТКА

Переконайтеся, що резистор розрахований на необхідний час гальмування.

3.7.3.2 Розрахунок гальмівного опору

Максимально допустиме навантаження на гальмівний резистор зазначається як пікова потужність за даного переривчастого робочого циклу й може бути розраховане як:

$$R_{br}[\Omega] = \frac{U_{dc,br}^2 \times 0.83}{P_{peak}}$$

де

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

Як показано, гальмівний опір залежить від напруги на ланці пост. струму ($U_{пост.стр.}$).

Таблиця 13: Поріг гальмівного резистора

Розмір	Гальмо активне $U_{пост.стр.}$ гальм.	Попередження перед вимкненням	Вимкнення (захисне)
3 × 380–480 В	770 В	800 В	800 В

Поріг можна налаштувати в *параметрі P 3.2.2 Brake Chopper Voltage Reduce* з діапазоном 70 В.

ПРИМІТКА

Що більше значення зниження, то швидше відбувається реакція на перевантаження генератора. Використовується лише в разі виникнення проблем із перенапругою на ланці постійного струму.

ПРИМІТКА

Переконайтеся, що гальмівний резистор витримує напругу 800 В.

3.7.3.3 Розрахунок гальмівного опору, рекомендованого компанією Danfoss

Danfoss рекомендує розрахувати гальмівний опір $R_{рек}$ за наведеною нижче формулою. Рекомендований гальмівний опір гарантує, що привод може гальмувати з найвищим гальмівним моментом ($M_{гальм.(%)}$) 150 %.

$$R_{rec}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100 \times 0.83}{P_{motor} \times M_{br}(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

$\eta_{двиг.}$ зазвичай становить 0,80 ($\leq 7,5$ кВт/10 к.с.); 0,85 (11–22 кВт/15–30 к.с.).

η_{VLT} зазвичай становить 0,97.

Для Перетворювачі частоти iC2-Micro $R_{рек}$ за гальмівного моменту 150 % записується так:

$$480V : R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}} [\Omega] \text{ для приводів із вихідною потужністю на валу } \leq 7,5 \text{ кВт (10 к.с.).}$$

$$480V : R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}} [\Omega] \text{ для приводів із вихідною потужністю на валу 11–22 кВт (15–30 к.с.).}$$

ПРИМІТКА

Опір гальмівного резистора не повинен перевищувати значення, рекомендоване Danfoss. Для гальмівних резисторів із більш високим омичним значенням гальмівний момент може не досягати 150 %, оскільки привод може вимкнутися з міркувань безпеки. Опір повинен бути більшим за $R_{мін}$.

ПРИМІТКА

Якщо в гальмівному транзисторі виникне коротке замикання, розсіюванню потужності в гальмівному резисторі можна запобігти за допомогою вимикача або контактора, щоб відключити привід від мережі. Привод може керувати контактором.

ПРИМІТКА

Не торкайтеся гальмівного резистора, оскільки він може нагріватися під час гальмування. Щоб уникнути небезпеки пожежі, розташуйте гальмівний резистор у безпечному місці.

3.7.3.4 Керування за допомогою функції гальмування

Гальмо захищено від короткого замикання гальмівного резистора, а гальмівний транзистор контролюється з метою виявлення короткого замикання. Для захисту гальмівного резистора від перевантаження, викликаного збоєм у приводі, можна використовувати релейний/цифровий вихід.

Крім того, гальмо дозволяє зчитувати поточну потужність і середню потужність за останні 120 с. Гальмо може також контролювати подачу потужності й запобігати її виходу за межу, встановлену в **параметрі P 3.3.3 Brake Resistor Power Limit**.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Контроль потужності гальмування не є функцією безпеки. Для запобігання перевищенню граничного значення потужності гальмування потрібен термовимикач. Ланцюг гальмівного резистора не захищений від витоку на землю.

Замість функції гальмування можна за допомогою **параметра P 2.3.1 Overvoltage Controller Enable** вибрати контроль перенапруги (OVC) (єдиний гальмівний резистор). Ця функція активна для всіх блоків. Функція дає змогу уникнути вимкнення, якщо напруга на ланці постійного струму зростає. Це досягається шляхом збільшення вихідної частоти з метою обмеження напруги, що надходить із ланки постійного струму. Ця функція корисна, наприклад, якщо час уповільнення занадто малий, щоб запобігти вимкненню привода. У такій ситуації час уповільнення збільшується.

ПРИМІТКА

Функцію контролю перенапруги (OVC) можна активувати під час роботи двигуна з постійними магнітами (коли в **параметрі P 4.2.1.1 Motor Type** вибрано значення [1] **PM, Non-salient SPM**).

4 Технічні характеристики

4.1 Електричні характеристики

4.1.1 Живлення від мережі змінного струму 1 × 100–120 В

Таблиця 14: Живлення від мережі змінного струму 1 × 100–120 В

Нормальне перевантаження 150 % протягом 1 хвилини		
Перетворювач частоти	02A4	04A8
Типова вихідна потужність на валу [кВт]	0,37	1,1
Типова вихідна потужність на валу [к.с.]	0,5	1,5
Типорозмір корпусу	MA01c	MA02c
Вихідний струм		
Неперервний (3 × 200–240 В змін. струму) [А]	2,4	4,8
Переривчастий (3 × 200–240 В змін. струму) [А]	3,6	7,2
Макс. розмір кабелю		
(Мережа, двигун) [мм ² /AWG]	4/10	
Макс. вхідний струм		
Неперервний (1 × 100–120 В) [А]	11,6	25,6
Переривчастий (1 × 100–120 В) [А]	17,4	38,4
Тип фільтра EMC	C4	
Навколишнє середовище		
Втрати потужності [Вт] ⁽¹⁾	18	24
К.К.Д. [%] ⁽¹⁾	97,4	98,2

1) Значення вимірюється за 100 % номінального струму, що створює крутільний момент, і 90 % номінальної частоти статора двигуна відповідно до стандартів IEC 61800-9-2 і EN 50598-2.

4.1.2 Живлення від мережі змінного струму 1 × 200–240 В

Таблиця 15: Живлення від мережі змінного струму 1 × 200–240 В

Нормальне перевантаження 150 % протягом 1 хвилини				
Перетворювач частоти	02A2	04A2	06A8	09A6
Типова вихідна потужність на валу [кВт]	0,37	0,75	1,5	2,2
Типова вихідна потужність на валу [к.с.]	0,5	1,0	2,0	3,0
Типорозмір корпусу	MA01c	MA01c	MA02c	MA02a
Вихідний струм				
Неперервний (3 × 200–240 В змін. струму) [А]	2,2	4,2	6,8	9,6
Переривчастий (3 × 200–240 В змін. струму) [А]	3,3	6,3	10,2	14,4

Таблиця 15: Живлення від мережі змінного струму 1 × 200–240 В (продовження)

Макс. розмір кабелю				
(Мережа, двигун) [мм ² /AWG]	4/10			
Макс. вхідний струм				
Неперервний (1 × 200–240 В) [А]	6,1	11,6	18,7	26,4
Переривчастий (1 × 200–240 В) [А]	8,3	15,6	26,4	37
Тип фільтра ЕМС	С1/С4			
Навколишнє середовище				
Втрати потужності [Вт] ⁽¹⁾	16	31	46	61
К.К.Д. [%] ⁽¹⁾	97,5	97,6	97,6	97,9

1) Значення вимірюється за 100 % номінального струму, що створює крутильний момент, і 90 % номінальної частоти статора двигуна відповідно до стандартів IEC 61800-9-2 і EN 50598-2.

4.1.3 Живлення від мережі змінного струму 3 × 200–240 В

Таблиця 16: Живлення від мережі змінного струму 3 × 200–240 В

Нормальне перевантаження 150 % протягом 1 хвилини								
Перетворювач частоти	02A4	04A2	07A8	11A0	15A2	24A2	31A0	46A2
Типова вихідна потужність на валу [кВт]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11
Типова вихідна потужність на валу [к.с.]	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10	15
Типорозмір корпусу	MA01a	MA01a	MA02a	MA03a	MA03a	MA04a	MA04a	MA05a
Вихідний струм								
Неперервний (3 × 200–240 В змін. струму) [А]	2,4	4,2	7,8	11	15,2	24,2	31	46,2
Переривчастий (3 × 200–240 В змін. струму) [А]	3,6	6,3	11,7	16,5	22,8	36,3	46,5	69,3
Макс. розмір кабелю								
(Мережа, двигун) [мм ² /AWG]	4/10					16/6		
Макс. вхідний струм								
Неперервний (3 × 200–240 В) [А]	3,8	6,7	12,5	17,7	24,3	33,0	42,0	42,0
Переривчастий (3 × 200–240 В) [А]	5,7	8,3	18,8	26,6	35,3	49,5	63,0	63,0
Тип фільтра ЕМС	С4							
Навколишнє середовище								
Втрати потужності [Вт] ⁽¹⁾	21	36	53	80	92	162	228	385
К.К.Д. [%] ⁽¹⁾	97,3	97,4	97,9	97,7	97,5	97,7	97,6	97,3

1) Значення вимірюється за 100 % номінального струму, що створює крутильний момент, і 90 % номінальної частоти статора двигуна відповідно до стандартів IEC 61800-9-2 і EN 50598-2.

4.1.4 Живлення від мережі змінного струму 3 × 380–480 В

Таблиця 17: Живлення від мережі змінного струму 3 × 380–480 В, MA01a–MA02a

Нормальне перевантаження 150 % протягом 1 хвилини						
Перетворювач частоти	01A2	02A2	03A7	05A3	07A2	09A0
Типова вихідна потужність на валу [кВт]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0
Типова вихідна потужність на валу [к.с.]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5
Типорозмір корпусу	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a
Вихідний струм						
Неперервний (3 × 380–440 В) [А]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0
Переривчастий (3 × 380–440 В) [А]	1,8	3,3	5,6	8,0	10,8	13,7
Неперервний (3 × 440–480 В) [А]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2
Переривчастий (3 × 440–480 В) [А]	1,7	3,2	5,1	7,2	9,5	12,3
Макс. розмір кабелю						
(Мережа, двигун) [мм ² /AWG]	4/10					
Макс. вхідний струм						
Неперервний (3 × 380–440 В) [А]	1,9	3,5	5,9	8,5	11,5	14,4
Переривчастий (3 × 380–440 В) [А]	2,6	4,7	8,7	12,6	16,8	20,2
Неперервний (3 × 440–480 В) [А]	1,7	3,0	5,1	7,3	9,9	12,4
Переривчастий (3 × 440–480 В) [А]	2,3	4,0	7,5	10,8	14,4	17,5
Тип фільтра EMC	C2/C4					
Навколишнє середовище						
Втрати потужності [Вт] ⁽¹⁾	17	25	34	48	58	74
К.К.Д. [%] ⁽¹⁾	97,3	97,8	98,0	98,3	98,5	98,3

1) Значення вимірюється за 100 % номінального струму, що створює крутільний момент, і 90 % номінальної частоти статора двигуна відповідно до стандартів IEC 61800-9-2 і EN 50598-2.

Таблиця 18: Живлення від мережі змінного струму 3 × 380–480 В, MA03a–MA05a

Нормальне перевантаження 150 % протягом 1 хвилини						
Перетворювач частоти	12A0	15A5	23A0	31A0	37A0	43A0
Типова вихідна потужність на валу [кВт]	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Типова вихідна потужність на валу [к.с.]	7,5	10	15	20	25	30
Типорозмір корпусу	MA03a	MA03a	MA04a	MA04a	MA05a	MA05a
Вихідний струм						
Неперервний (3 × 380–440 В) [А]	12	15,5	23	31	37	43
Переривчастий (3 × 380–440 В) [А]	18	23,5	34,5	46,5	55,5	64,5
Неперервний (3 × 440–480 В) [А]	11	14	21	27	34	40

Таблиця 18: Живлення від мережі змінного струму 3 × 380–480 В, MA03a–MA05a (продовження)

Переривчастий (3 × 440–480 В) [A]	16,5	21,3	31,5	40,5	51	60
Макс. розмір кабелю						
(Мережа, двигун) [мм ² /AWG]	4/10		16/6			
Макс. вхідний струм						
Неперервний (3 × 380–440 В) [A]	19,2	24,8	33	42	34,7	41,2
Переривчастий (3 × 380–440 В) [A]	27,4	36,3	47,5	60	49	57,6
Неперервний (3 × 440–480 В) [A]	16,6	21,4	29	36	31,5	37,5
Переривчастий (3 × 440–480 В) [A]	23,6	30,1	41	52	44	53
Тип фільтра ЕМС	C2/C4					
Навколишнє середовище						
Втрати потужності [Вт] ⁽¹⁾	104	127	213	285	358	466
К.К.Д. [%] ⁽¹⁾	98,3	98,4	98,2	98,3	98,2	98

1) Значення вимірюється за 100 % номінального струму, що створює крутильний момент, і 90 % номінальної частоти статора двигуна відповідно до стандартів IEC 61800-9-2 і EN 50598-2.

4.2 Загальні технічні характеристики

4.2.1 Засоби та функції захисту

- Електронний тепловий захист електродвигуна від перевантаження.
- Контроль температури радіатора забезпечує вимкнення привода у випадку перегрівання.
- Привод захищено від короткого замикання клем електродвигуна U, V, W.
- У випадку втрати фази електродвигуна привод вимикається та видає збій.
- У випадку втрати фази мережі живлення привод вимикається або видає попередження (залежно від навантаження).
- Контроль напруги в ланцюгу постійного струму забезпечує вимкнення привода у випадку суттєвого підвищення або зниження напруги в ланцюгу постійного струму.
- Привод захищено від короткого замикання на землю клем електродвигуна U, V, W.

4.2.2 Сторона електромережі

Таблиця 19: Живлення від мережі

Функція	Дані
Напруга живлення	1 × 100–120 В змін. струму ±10 %, -15 % за зниженого крутильного моменту, залежно від типу двигуна.
	1 × 200–240 В змін. струму ±10 %, -15 % за зниженого крутильного моменту, залежно від типу двигуна.
	3 × 380–480 В змін. струму ±10 %, -15 % за зниженого крутильного моменту, залежно від типу двигуна.
Типи мережі	TN, TT, IT, заземлені мережі з топологією «трикутник». Докладніше див. 7.3.1 Типи мережі . Детальніше про параметри, пов'язані з типами електромереж, див. у посібнику із застосування.
Частота живлення	50/60 Гц ±5 %

Таблиця 19: Живлення від мережі (продовження)

Функція	Дані
Макс. короткотривала асиметрія фаз мережі живлення	3 % від номінальної напруги, залежно від опору мережі.
Коефіцієнт реактивної потужності	Близько одиниці (> 0,98)
Увімкнення вхідного живлення від розрядженого привода	MA01a-MA03a: макс. 2 рази/хв
	MA04a-MA05a: макс. 1 раз/хв
Навколишнє середовище	Категорія перенапруги III/Ступінь забруднення 2

4.2.3 Вихідна потужність та інші характеристики двигуна

Таблиця 20: Потужність двигуна (U, V, W)

Функція	Дані
Вихідна напруга	0–100 % від напруги живлення
Вихідна частота ⁽¹⁾	Асинхронний двигун <ul style="list-style-type: none"> • 0–200 Гц (режим VVC+) • 0–500 Гц (режим U/f) Двигун із постійними магнітами (ПМ) <ul style="list-style-type: none"> • 0–400 Гц (режим VVC+)
Дозвіл за частотою	0,001 Гц
Частота комутації вихідної напруги	±0,003 Гц

1) Залежить від напруги, струму й режиму керування.

4.2.4 Характеристики крутильного моменту

Таблиця 21: Характеристики крутильного моменту

Функція	Дані
Перевантаження за крутильним моментом	150 % протягом 60 с кожні 10 хв
Перевантаження за крутильним моментом під час запуску	200 % протягом 1 с
Час наростання крутильного моменту (VVC+)	50 мс

4.2.5 Входи й виходи керування

4.2.5.1 Огляд входів і виходів керування

У цьому розділі наведено загальні технічні характеристики входів і виходів керування.

Стандартна конфігурація для Перетворювачі частоти iC2-Micro така:

- 4 цифрових входи;
- 1 цифровий вхід/вихід (цифровий вхід або вихід вибирається користувачем);
- 2 аналогові входи (напруга або струм);
- 1 аналоговий вихід (струм);
- 1 релейний вихід (НЗ/НВ);

- завдання 24 В і 10 В для цифрового й аналогового входу/виходу.

Усі входи й виходи керування гальванічно ізольовані від напруги живлення та інших високовольтних клем із використанням захисної наднизької напруги (PELV), якщо не зазначено інше.

4.2.5.2 Цифровий та імпульсний вхід

Входи й виходи керування гальванічно ізольовані від напруги живлення та інших високовольтних клем із використанням захисної наднизької напруги (PELV), якщо не зазначено інше.

Таблиця 22: Цифровий та імпульсний вхід

Функція		Дані
Номер клем		T13, T14, T15 ⁽¹⁾ , T17 і T18 ⁽²⁾ .
Цифровий вхід	Логіка	Можливість вибору PNP або NPN
	Рівень напруги	0/24 В
	PNP	<ul style="list-style-type: none"> • 0: < 5 В пост. струму • 1: > 11 В пост. струму
	NPN	<ul style="list-style-type: none"> • 0: > 19 В пост. струму • 1: < 13 В пост. струму
	Максимально допустима напруга	28 В пост. струму
	Вхідний опір	Прибл. 4 кОм
Вхід термістора	PTC ⁽³⁾	Відповідно до DIN 44081/DIN 44082
Імпульсний вхід	Діапазон імпульсної частоти	1 Гц–32 кГц
	Мінімальний робочий цикл	40 %
	Точність	1 % від повної шкали

1) T15 можна вибрати для цифрового входу, цифрового виходу або імпульсного виходу. За замовчуванням встановлено як цифровий вхід.

2) T18 також можна використовувати як імпульсний вхід.

3) Зовнішня ізоляція датчика потрібна для дотримання вимог PELV.

4.2.5.3 Цифровий та імпульсний вихід

Входи й виходи керування гальванічно ізольовані від напруги живлення та інших високовольтних клем із використанням захисної наднизької напруги (PELV), якщо не зазначено інше.

Таблиця 23: Цифровий та імпульсний вихід

Функція		Дані
Номер клеми		T15 ⁽¹⁾
Цифровий вихід (24 В)	Рівень напруги	0/24 В
	Макс. Вихідне навантаження (приймач/джерело)	40 мА
	Діапазон частот — імпульсний вихід	4 Гц–32 кГц
	Макс. навантаження	1 кОм
	Максимальне ємнісне навантаження за максимальної частоти	10 нФ
	Точність імпульсного виходу	0,1% від повної шкали
	Роздільна здатність імпульсного виходу	10 біт

1) T15 можна вибрати для цифрового входу, цифрового виходу або імпульсного виходу. За замовчуванням налаштовано як цифровий вхід.

4.2.5.4 Аналоговий вхід

Входи й виходи керування гальванічно ізольовані від напруги живлення та інших високовольтних клем із використанням захисної наднизької напруги (PELV), якщо не зазначено інше.

Таблиця 24: Аналоговий вхід

Функція	Дані
Номер клеми	T33 і T34
Режим входу	Струм або напруга ⁽¹⁾
Режим напруги	<ul style="list-style-type: none"> Діапазон напруги: 0–10 В (масштабований) Вхідний опір: 10 кОм Макс. напруга: +20 В/-12 В
Режим струму	<ul style="list-style-type: none"> Діапазон струму: 0/4–20 мА (масштабований) Вхідний опір: 200 Ом Макс. струм: 30 мА
Роздільна здатність	0,1% від повної шкали
Точність	1 % від повної шкали
Смуга частот	100 Гц

1) Вибір здійснюється в програмному забезпеченні. Для отримання додаткової інформації див. посібник із застосування.

4.2.5.5 Аналоговий вихід

Входи й виходи керування гальванічно ізольовані від напруги живлення та інших високовольтних клем із використанням захисної наднизької напруги (PELV), якщо не зазначено інше.

Таблиця 25: Аналоговий вихід

Функція	Дані
Номер клеми	T31
Вихідний діапазон: Струм	0/4–20 мА

Таблиця 25: Аналоговий вихід (продовження)

Функція	Дані
Резистор максимального навантаження на GND	500 Ом
Роздільна здатність	0,1% від повної шкали
Точність	1 % від повної шкали

4.2.5.6 Релейний вихід

Реле забезпечують ізоляцію PELV від напруги живлення, інших високовольних клем і керування низькою напругою.

Таблиця 26: Релейний вихід

Функція	Дані
Номер клем	01, 02 і 03
Конфігурація реле	SPDT (НЗ/НВ)
Максимальне навантаження на клеммах (AC-1): резистивне навантаження	250 В змін. струму, 2 А
Максимальне навантаження на клеммах (AC-15): індуктивне навантаження за $\cos\phi = 0,4$	250 В змін. струму, 0,2 А
Максимальне навантаження на клеммах (DC-1): резистивне навантаження	30 В пост. струму, 2 А
Максимальне навантаження на клеммах (DC-13): індуктивне навантаження	24 В пост. струму, 0,1 А
Макс. навантаження	<ul style="list-style-type: none"> • 24 В пост. струму, 10 мА • 24 В змін. струму, 20 мА

4.2.5.7 Допоміжні напруги

Допоміжні виходи напруги використовуються як опорні сигнали для аналогових і цифрових входів.

Таблиця 27: Допоміжні напруги

Функція	Дані	
Вихід 10 В	Вихідна напруга	+10,5 В $\pm 0,5$ В
	Макс. навантаження	25 мА
Вихід 24 В	Вихідна напруга	+24 В ± 20 %
	Макс. навантаження	100 мА

4.2.6 Інтерфейс послідовного зв'язку RS485

Таблиця 28: Інтерфейс послідовного зв'язку RS485

Функція	Дані
Номер клем	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Номер клем	61, спільна для клем 68 і 69

Докладніше про обмін даними через інтерфейс RS485 і його налаштування див. *Перетворювачі частоти iC2-Micro Посібник із застосування*.

4.2.7 Умови навколишнього середовища

4.2.7.1 Огляд умов навколишнього середовища

Перетворювачі частоти iC2-Micro призначені для встановлення й експлуатації в захищених від атмосферних впливів умовах. Доступні класи захисту:

- IP20/Відкритого типу;
- IP20/UL, Тип 1 (комплект для переобладнання IP21/Тип 1 як додаткове обладнання).

Середовища, що використовуються як зразок для критеріїв проектування, описані в стандартах IEC 60721-3-1:2019, IEC 60721-3-2:2018 та IEC 60721-3-3:2019, якщо не зазначено інше.

Наведено умови для таких сценаріїв:

- Зберігання (див. [4.2.7.2 Умови навколишнього середовища під час зберігання](#))
- Транспортування (див. [4.2.7.3 Умови навколишнього середовища під час транспортування](#))
- Експлуатація (див. [4.2.7.4 Умови навколишнього середовища під час експлуатації](#))

4.2.7.2 Умови навколишнього середовища під час зберігання

Таблиця 29: Умови навколишнього середовища під час зберігання

Функція	Дані
Температура навколишнього середовища	-25...+65 °C (-13...+149 °F)
Кліматичні умови	1K21, не більше ніж 95 % без конденсації
Хімічно активні речовини	1C2
Тверді частинки (тільки непровідні частинки/пил)	1S11
Вібрація	1M11
Ударний вплив	1M11
Біологічне середовище	1B1

4.2.7.3 Умови навколишнього середовища під час транспортування

Таблиця 30: Умови навколишнього середовища під час транспортування

Функція	Дані
Температура навколишнього середовища	-25...+70 °C (-13...+158 °F)
Кліматичні умови	2K11, не більше ніж 95 % без конденсації
Хімічно активні речовини	2C2
Тверді частинки (тільки непровідні частинки або пил)	2S5
Вібрація	2M5
Ударний вплив	2M4
Біологічне середовище	2B1

4.2.7.4 Умови навколишнього середовища під час експлуатації

Таблиця 31: Умови навколишнього середовища під час експлуатації

Функція	Дані
Температура навколишнього середовища	Від -20 до 55 °C (від -4 до 131 °F) і від -10 до 50 °C (від 14 до 131 °F) без зниження номінальних характеристик
Кліматичні умови	3K22, не більше ніж 95 % без конденсації ⁽¹⁾
Хімічно активні речовини	C4
Тверді частинки (непровідні частинки/пил)	3S6
Вібрація	3M11
Ударний вплив	3M11
Біологічне середовище	3B1
Макс. висота над рівнем моря	Без зниженням номінальних характеристик: 1000 м (3280 футів)
	Зі зниженням номінальних характеристик: 1000–4000 м (3280–13 123 фути), зменшуйте вихідний струм на 1 % на кожні 100 м (328 футів).
	Згідно зі стандартом IEC 61800-5-1 максимальна висота за замовчуванням становить 2000 м (6562 фути). Якщо місце монтажу розташовано на висоті 2000–4000 м (6562–13 123 фути), зверніться до Danfoss по додаткову інформацію.

¹⁾ Щоб уникнути конденсації, швидкість зміни температури не повинна перевищувати 0,1 °C/хв (0,18 °F/хв).

4.3 Запобіжники й автоматичні вимикачі

Для належного захисту монтажного кабелю та привода слід використовувати запобіжники та (або) автоматичні вимикачі. У разі короткого замикання запобіжники й автоматичні вимикачі захищають силовий кабель і обмежують пошкодження привода та компонентів, підключених до привода.

У разі використання автоматичних вимикачів беріть до уваги обмеження потужності короткого замикання джерела живлення й дотримуйтесь інструкцій з монтажу, наданих виробником. Номінал струму короткого замикання повинен відповідати значенням, наведеним у .

Необхідно дотримуватися рекомендацій щодо запобіжників і автоматичних вимикачів для дотримання відповідних норм. Недотримання рекомендацій може призвести до анулювання гарантії у разі виникнення проблеми. Для отримання додаткової інформації зверніться до Danfoss.

Таблиця 32: Запобіжники й автоматичні вимикачі

iC2-Micro	Без шафи					Шафа			
	Запобіжники UL				Запобіжник і CE	Автоматичний вимикач UL	Автоматичний вимикач CE	Розмір тестової шафи [висота × ширина × глибина] [мм (дюйм)]	Мінімальний об'єм шафи [л]
кВт (к.с.)	RK1	T	J	CC	gG	ABB MS165, макс. рівень спрацьовування	Eaton, макс. рівень спрацьовування		
Стандартний струм збою SCCR	5 кА	5 кА			5 кА	5 кА	5 кА		
Високий струм збою SCCR	–	100 кА			–	65 кА ⁽¹⁾	–		
1 × 100–120 В змін. струму									
0,37 (0,5)	25 А				25 А	25 А	PKZM4-25	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,1 (1,5)	35 А				50 А	42 А	PKZM4-50		
1 × 200–240 В змін. струму									
0,37–0,75 (0,5–1,0)	25 А				25 А	25 А	PKZM4-25	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,5 (2,0)	35 А				35 А	32 А	PKZM4-32		
2,2 (3,0)	40 А				50 А	42 А	PKZM4-50		
3 × 200–240 В змін. струму									
0,37–0,75 (0,5–1,0)	15 А				16 А	16 А	PKZM0-16	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,5 (2,0)	30 А				32 А	32 А	PKZM4-32		
2,2–3,7 (3,0–5,0)	40 А				40 А	42 А	PKZM4-40		
5,5–7,5 (7,5–10)	60 А				63 А	65 А	PKZM4-63	800 × 400 × 300 (31,5 × 15,7 × 11,8)	96
11 (15)	60 А				80 А	80 А	NZMN1-A80		
3 × 380–480 В									
0,37–1,5 (0,5–2,0)	15 А				16 А	16 А	PKZM0-16	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
2,2–4,0 (3,0–5,5)	30 А				40 А	32 А	PKZM4-32		
5,5–7,5 (7,5–10)	40 А				40 А	42 А	PKZM4-40		
11–15 (15–20)	60 А				63 А	65 А	PKZM4-63	800 × 400 × 300 (31,5 × 15,7 × 11,8)	96
18,5–22 (25–30)	60 А				80 А	80 А	NZMN1-A80		

¹⁾ Номінальна потужність виробів Перетворювачі частоти iC2-Micro до 15 кВт (20 к.с.) становить 65 кА, якщо мають захист за типом E CMC, 18,5 кВт (25 к.с.) і 22 кВт (30 к.с.) — 50 кА, якщо мають захист за типом E CMC.

4.4 Роз'єми живлення

Для забезпечення належної роботи дотримуйтеся розмірів поперечного перерізу, довжини зачищення ізоляції та моментів затягування.

Розміри стосуються як одножильних, так і багатожильних кабелів. Приводи розраховані на використання мідних кабелів із номіналом 70 °C (158 °F). Якщо не вказано інше, температура навколишнього середовища привода відповідає номінальним характеристикам кабелю. Можна використовувати алюмінієві кабелі діаметром від 35 мм². Щоб забезпечити належне з'єднання, видаліть оксидний шар і нанесіть шовний герметик.

ПРИМІТКА

За використання кабелю з максимально допустимим поперечним перерізом потрібно більше зусиль під час монтажу.

Таблиця 33: Розміри силового кабелю

Типорозмір корпусу	Клема	Поперечний переріз [мм ² (AWG)]	Момент затягування [Н·м (дюйм-фунт)]	Довжина зачищення [мм (дюйм)]	Тип роз'єму	Тип гвинта/проушини
MA01c	Підключення мережі живлення, двигуна та джерела постійного струму	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клемна коробка	Гніздо
	Клієнтське реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клемна коробка	Гніздо
MA02c	Підключення мережі живлення, двигуна та джерела постійного струму	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клемна коробка	Гніздо
	Клієнтське реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клемна коробка	Гніздо
MA01a	Мережа живлення та двигун	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клемна коробка	Гніздо
	Підключення постійного струму	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Прямі гнізда	–
	Клієнтське реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клемна коробка	Гніздо
MA02a	Мережа живлення та двигун	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клемна коробка	Гніздо
	Гальмо ⁽¹⁾ і підключення джерела постійного струму	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Прямі гнізда	–
	Клієнтське реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клемна коробка	Гніздо
MA03a	Мережа живлення та двигун	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клемна коробка	Гніздо
	Підключення гальма та джерела постійного струму	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Прямі гнізда	–
	Клієнтське реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клемна коробка	Гніздо
MA04a	Мережа живлення	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Клемна коробка	Гніздо
	Підключення двигуна, гальма та джерела постійного струму	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Клемна коробка	Гніздо
	Клієнтське реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клемна коробка	Гніздо

Таблиця 33: Розміри силового кабелю (продовження)

Типорозмір корпусу	Клема	Поперечний переріз [мм ² (AWG)]	Момент затягування [Н·м (дюйм-фунт)]	Довжина зачищення [мм (дюйм)]	Тип роз'єму	Тип гвинта/провушини
MA05a	Мережа живлення	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Клемна коробка	Гніздо
	Підключення двигуна, гальма та джерела постійного струму	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Клемна коробка	Гніздо
	Клієнтське реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клемна коробка	Гніздо

1) У разі MA02a лише приводи 3 × 200–240 В і 3 × 380–480 В мають функцію гальмування.

4.5 Акустичний шум

Акустичний шум привода створюється трьома джерелами:

- Котушки постійного струму.
- Внутрішній вентилятор.
- Дросель фільтра радіозавад.

Типові значення, виміряні на відстані 1 м (3,3 фута) від пристрою:

Таблиця 34: Типові дані вимірювань

Типорозмір корпусу	Повна швидкість вентилятора [дБА]
MA01c	–
MA02c	45,9
MA01a	39,8
MA02a	54,1
MA03a	59,5
MA04a	63,8
MA05a	68,7

Результати випробувань на інтенсивність акустичного шуму в контрольованому середовищі, виконаних відповідно до ISO 3744. Тон шуму був кількісно визначений для реєстрації технічних даних продуктивності устаткування відповідно до ISO 1996-2, Додаток D.

4.6 Рівні відповідності EMC

4.6.1 Огляд рівнів відповідності EMC

Приводи спроектовані й випробувані відповідно до застосовних стандартів EMC. Рівень ефективності залежить від конкретного привода й вибраного рівня відповідності EMC.

Рівні відповідності EMC перевіряються за наведених нижче умов.

- Привод (з додатковими пристроями, якщо застосовно).
- Екрановані кабелі керування та зв'язку.

- Зовнішнє керування за допомогою цифрових входів/виходів і аналогового керування.
- Один двигун, підключений за допомогою екранованого кабелю для випробувань на випромінювання й неекранованого кабелю для випробувань на стійкість до перешкод.
- Кабелі поділу навантаження й кабелі гальмування.
- Стандартні налаштування привода.

ПРИМІТКА

Відповідно до Директиви щодо електромагнітної сумісності (EMC), система визначається як комбінація декількох типів обладнання, готових виробів і (або) компонентів, об'єднаних, спроектованих і (або) зібраних однією особою (виробником системи), призначених для розповсюдження на ринку як єдиного функціонального вузла для кінцевого користувача та для встановлення й експлуатації разом для виконання певного завдання.

Директива щодо електромагнітної сумісності застосовується до виробів/систем і установок, але якщо установка складається з виробів/систем із маркуванням CE, установка також може вважатися такою, що відповідає Директиві щодо електромагнітної сумісності. Установки не мають маркування CE.

Відповідно до Директиви щодо електромагнітної сумісності, компанія Danfoss як виробник продуктів/систем несе відповідальність за дотримання основних вимог Директиви щодо електромагнітної сумісності й нанесення маркування CE. У системах із розподілом навантаження та іншими клемами постійного струму Danfoss може забезпечувати відповідність вимогам Директиви щодо EMC лише за умови підключення комбінацій виробів Danfoss згідно з інструкціями, наданими в технічній документації.

У разі встановлення в житлових приміщеннях, які не відповідають класу C1, привод може не забезпечувати належний захист радіоприйому в таких місцях.

- У таких випадках можуть знадобитися додаткові заходи для зниження впливу, наприклад використання екранування або збільшення відстані між виробами, що зазнають впливу.

4.6.2 Вимоги до випромінювання

Відповідно до промислового стандарту з EMC для приводів змінного струму EN/IEC 61800-3, вимоги до електромагнітної сумісності залежать від призначення привода. У стандарті з EMC для виробів визначено чотири категорії. Визначення цих чотирьох категорій і вимоги до кондуктивного випромінювання напруги живлення від мережі наведено в .

Таблиця 35: Вимоги до випромінювання

Клас відповідності	Призначення привода
C1	Приводи, що встановлюються в 1-му середовищі (в житлових приміщеннях і офісах) із напругою живлення, нижчою за 1000 В.
C2	Приводи, що встановлюються в 1-му середовищі (в житлових приміщеннях і офісах) із напругою живлення, нижчою за 1000 В, не підключаються до розетки, не пересуваються та призначені для монтажу й уведення в експлуатацію фахівцями.
C3	Приводи, що встановлюються в 2-му середовищі (промисловому) з напругою живлення, нижчою за 1000 В.
C4	Приводи, що встановлюються в 2-му середовищі (промисловому) з напругою живлення, яка дорівнює або перевищує 1000 В, або номінальним струмом, який дорівнює або перевищує 400 А, або призначені для використання у складних системах.

Конструкція приводів відповідає одній із чотирьох категорій, визначених промисловим стандартом з електромагнітної сумісності EN/IEC 61800-3.

ПРИМІТКА

Якщо привод підключається до громадської електричної мережі без установлення зовнішніх реакторів, він може не відповідати вимогам щодо випромінювання на гармоніці, викладеним у стандартах IEC/EN 61000-3-2 та IEC/EN 61000-3-12.

4.6.3 Захищеність від завад згідно з вимогами EMC

Вимоги щодо стійкості приводів до завад залежать від середовища, у якому вони встановлені. Вимоги до промислового середовища вищі, ніж вимоги до домашнього й офісного середовища. Усі приводи Danfoss відповідають вимогам до промислового середовища. Тому вони також відповідають нижчим вимогам до домашнього й офісного середовища з великим запасом безпеки.

Щоб підтвердити стійкість до перехідних процесів електричних явищ, були проведені наведені нижче випробування системи, що складається з таких компонентів:

- Привод (з додатковими пристроями, якщо застосовно).
- Екранований кабель керування.
- Блок керування з потенціометром, кабелем двигуна та двигуном.

Випробування проводилися відповідно до таких основних стандартів:

- EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2) **Electrostatic discharges (ESD)**: Simulation of electrostatic discharges from human beings.
- EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3) **Radiated immunity**: Amplitude modulated simulation of the effects of radar and radio communication equipment and mobile communications equipment.
- EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4) **Burst transients**: Simulation of interference caused by switching a contactor, relay, or similar devices.
- EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5) **Surge transients**: Simulation of transients caused by, for example, lightning that strikes near installations.
- EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6) **Conducted immunity**: Simulation of the effect from radio-transmission equipment joined by connection cables.

Вимоги щодо стійкості повинні відповідати стандарту IEC 61800-3. Докладніше див. у .

Таблиця 36: Захищеність від завад згідно з вимогами EMC

Стандарт на виріб	61800-3				
	Електростатичні розряди (ESD)	Стойкість до випромінювання	Імпульси	Кидки напруги	Стойкість до кондуктивних завад
Критерій приймання	B	A	B	B	A
Кабель живлення	–	–	2 кВ CN	1 кВ/2 Ом DM 2 кВ/12 Ом CM	10 В _{СКЗ}
Кабель двигуна	–	–	2 кВ CCC	–	10 В _{СКЗ}
Кабель гальмування	–	–	2 кВ CCC	–	10 В _{СКЗ}
Розподіл розподілу навантаження	–	–	2 кВ CCC	–	10 В _{СКЗ}
Релейний кабель	–	–	2 кВ CCC	–	10 В _{СКЗ}

Таблиця 36: Захищеність від завад згідно з вимогами EMC (продовження)

Стандарт на виріб	61800-3				
Перевірка	Електростатичні розряди (ESD)	Стійкість до випромінювання	Імпульси	Кидки напруги	Стійкість до кондуктивних завад
Кабель керування	–	–	Довжина > 2 м (6,6 футів) 1 кВ ССС	Неекраниваний: 1 кВ/42 Ом СМ	10 В _{СкЗ}
Кабель для стандартної/польової шини	–	–	Довжина > 2 м (6,6 футів) 1 кВ ССС	Неекраниваний: 1 кВ/42 Ом СМ	10 В _{СкЗ}
Кабель панелі керування	–	–	Довжина > 2 м (6,6 футів) 1 кВ ССС	–	10 В _{СкЗ}
Корпус	4 кВ CD 8 кВ AD	10 В/м	–	–	–
Визначення					
CD: контактний розряд AD: повітряний розряд		DM: диференційний режим СМ: синфазний режим		CN: пряме введення через комутаційну мережу ССС: введення через ємнісний з'єднувальний затискач	

4.7 Електромагнітна сумісність (EMC) і довжина кабелю двигуна

- Привод із вбудованим фільтром EMC відповідає обмеженням щодо випромінюваних завад С2.
- Привод із невбудованим фільтром EMC відповідає вимогам щодо кондуктивних/випромінюваних завад С4.
- Привод призначено для роботи з оптимальними експлуатаційними характеристиками в межах максимальних довжин кабелю двигуна, визначених у .

Таблиця 37: Електромагнітна сумісність (EMC) і довжина кабелю двигуна

Привод із вбудованим фільтром EMC	Максимальна довжина кабелю двигуна (екраниваний) за 4 кГц	
	С1 (кондуктивний)	С2 (кондуктивний)
1 × 200–240 В	5 м (16,4 фт)	–
3 × 400–480 В	–	15 м (49,2 фт)

Таблиця 38: Максимальна довжина кабелю двигуна

Максимальна довжина кабелю двигуна(екраниваного)	Максимальна довжина кабелю двигуна (неекраниваного)
50 м (164 фт)	75 м (246 фт)

4.8 Умови dU/dt

Під час перемикання транзистора в перемичці привода напруга на двигуні збільшується у співвідношенні dU/dt залежно від таких факторів:

- Тип кабелю двигуна.
- Переріз кабелю двигуна.
- Довжина кабелю двигуна.
- Екранований кабель двигуна чи ні.
- Індуктивність.

Самоіндукція спричиняє перерегулювання напруги двигуна $U_{\text{пик}}$, перш ніж вона стабілізується на рівні, який залежить від напруги в ланцюгу постійного струму. Час наростання й пікова напруга $U_{\text{пик}}$ впливають на термін служби двигуна.

Якщо пікова напруга зависока, це впливає на двигуни без міжфазної ізоляції котушок. Що довший кабель двигуна, то вищий час наростання й пікова напруга.

Перемикання IGBT призводить до пікової напруги на клемах двигуна. Перетворювачі частоти iC2-Micro відповідає вимогам стандарту IEC 60034-25 щодо двигунів, які призначені для керування приводами. Перетворювачі частоти iC2-Micro також відповідає вимогам стандарту IEC 60034-17 щодо регламентованих нормативами двигунів, які керуються за допомогою приводів.

Наведені нижче дані dU/dt вимірюються на боці клеми двигуна з крутильним моментом IEC 50 %:

Таблиця 39: Дані dU/dt для Перетворювачі частоти iC2-Micro

Типорозмір корпусу	Потужність [кВт (к.с.)]	Довжина кабелю [м (фут)]	Напруга в мережі [В]	Час наростання [мкс]	$U_{\text{пик}}$ [кВ]	dU/dt [кВ/мкс]
MA01c	0,37 (0,5)	5 (16,4)	1 × 120	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,37 (0,5)	50 (164)	1 × 120	0,286	0,618	1,73
MA01c	0,75 (1,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,75 (1,0)	50 (164)	1 × 240	0,286	0,618	1,73
MA02c	1,1 (1,5)	5 (16,4)	1 × 120	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,1 (1,5)	50 (164)	1 × 120	0,31	0,622	1,62
MA02c	1,5 (2,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,5 (2,0)	50 (164)	1 × 240	0,31	0,622	1,62
MA01a	0,75 (1,0)	5 (16,4)	3 × 240	0,092	0,458	3,96
MA01a	0,75 (1,0)	50 (164)	3 × 240	0,296	0,616	1,66
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 400	0,132	0,732	4,46
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 400	0,389	1,056	2,18
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 480	0,143	0,848	4,76
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 480	0,417	1,232	2,36
MA02a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 240	0,09	0,52	4,69
MA02a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 240	0,23	0,56	1,95
MA02a	2,2 (3,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,078	0,562	5,71
MA02a	2,2 (3,0)	50 (164)	1 × 240	0,214	0,614	2,29
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 400	0,136	0,752	4,47

Таблиця 39: Дані dU/dt для Перетворювачі частоти iC2-Micro (продовження)

Типорозмір корпусу	Потужність [кВт (к.с.)]	Довжина кабелю [м (фут)]	Напруга в мережі [В]	Час наростання [мкс]	U _{пик.} [кВ]	dU/dt [кВ/мкс]
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 400	0,254	1,048	3,30
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 480	0,149	0,896	4,85
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 480	0,305	1,232	3,23
MA03a	3,7 (5,0)	5 (16,4)	3 × 240	0,078	0,529	5,46
MA03a	3,7 (5,0)	50 (164)	3 × 240	0,228	0,636	2,23
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 400	0,098	0,804	6,08
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 400	0,288	1,02	2,83
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 480	0,112	0,926	6,02
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 480	0,304	1,22	3,23
MA04a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 240	0,116	0,5	3,47
MA04a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 240	0,288	0,574	1,60
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3 × 400	0,144	0,71	3,96
MA04a	15 (20)	50 (164)	3 × 400	0,28	1,0	2,88
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3 × 480	0,172	0,794	3,71
MA04a	15 (20)	50 (164)	3 × 480	0,298	1,19	3,20
MA05a	11 (15)	5 (16,4)	3 × 240	0,078	0,407	4,14
MA05a	11 (15)	50 (164)	3 × 240	0,492	0,59	0,96
MA05a	22 (30)	5 (16,4)	3 × 400	0,108	0,66	4,89
MA05a	22 (30)	50 (164)	3 × 400	0,404	1,02	2,02
MA05a	22 (30)	5 (16,4)	3 × 480	0,148	0,78	4,26
MA05a	22 (30)	50 (164)	3 × 480	0,404	1,19	2,36

4.9 Зниження характеристик

4.9.1 Огляд зниження номінальних характеристик

Розгляньте можливість зниження номінальних характеристик, якщо привод працює в особливих умовах. Зниження номінальних характеристик привода включає:

- зниження номінальних характеристик вручну;
- автоматичне зниження номінальних характеристик.

4.9.2 Зниження номінальних характеристик вручну

Необхідність зниження номінальних характеристик вручну може бути розглянута в разі впливу таких чинників:

- тиск повітря за встановлення на висоті понад 1000 м (3281 фут);
- швидкість двигуна за безперервної роботи на низьких обертах в установках із постійним крутильним моментом;
- температура навколишнього середовища, якщо вона перевищує 40 °C (104 °F), докладніше див. на рисунках нижче.

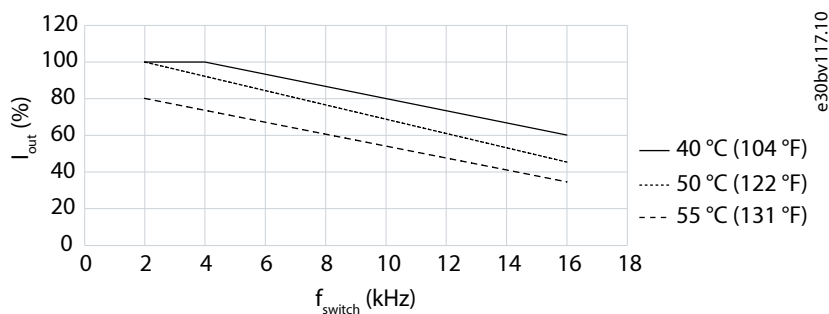


Рисунок 14: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA01c 1 × 100–120 В змін. струму та 1 × 200–240 В змін. струму)

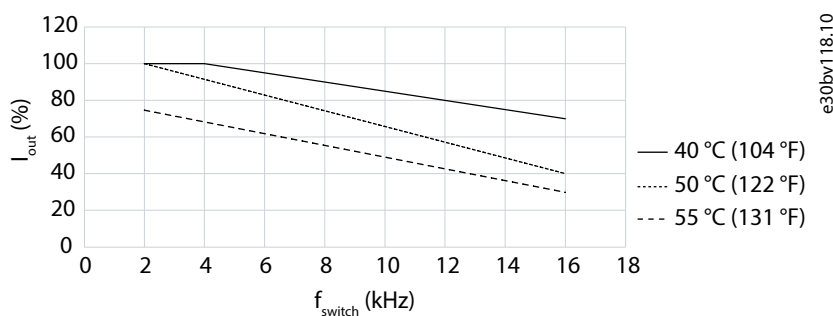


Рисунок 15: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA02c 1 × 100–120 В змін. струму та 1 × 200–240 В змін. струму)

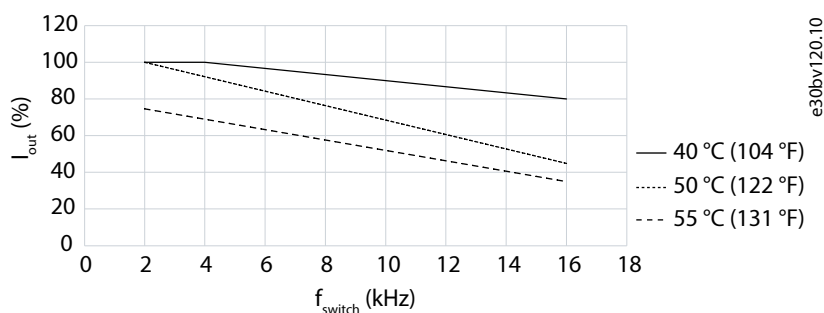


Рисунок 16: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA02a 1 × 200–240 В змін. струму)

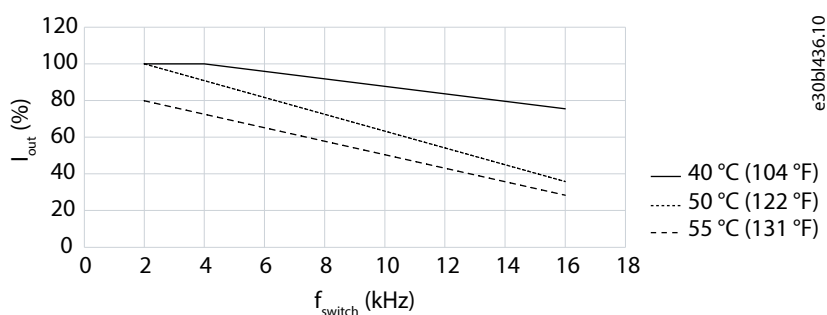
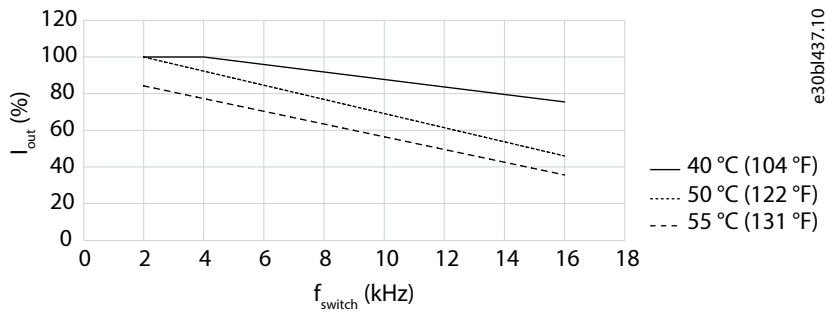
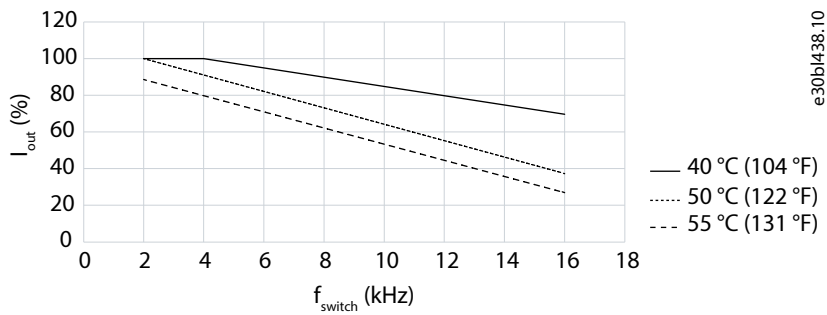


Рисунок 17: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA01a 3 × 200–240 В змін. струму)



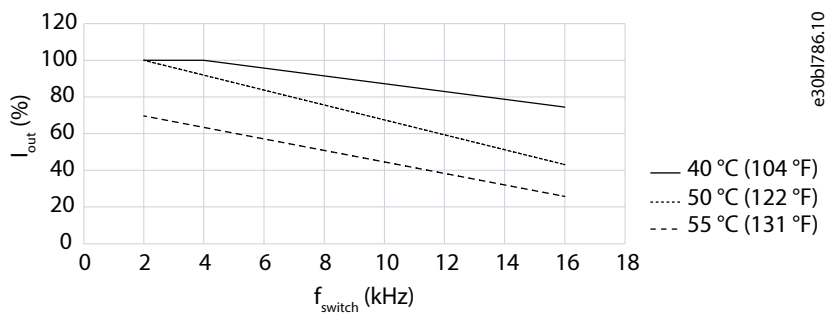
e30b1437.10

Рисунок 18: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA02a 3 × 200–240 В змін. струму)



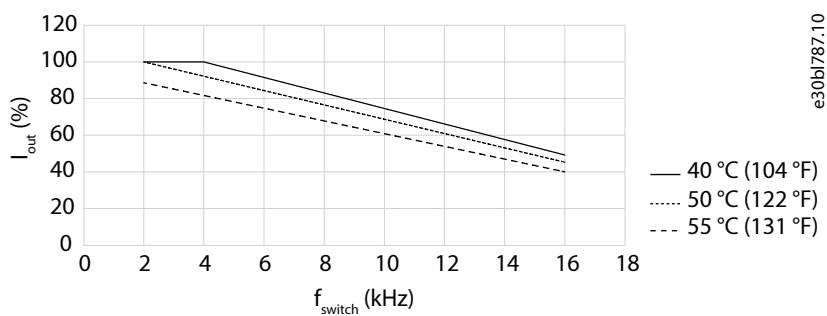
e30b1438.10

Рисунок 19: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA03a 3 × 200–240 В змін. струму)



e30b1786.10

Рисунок 20: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA04a 3 × 200–240 В змін. струму)



e30b1787.10

Рисунок 21: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA05a 3 × 200–240 В змін. струму)

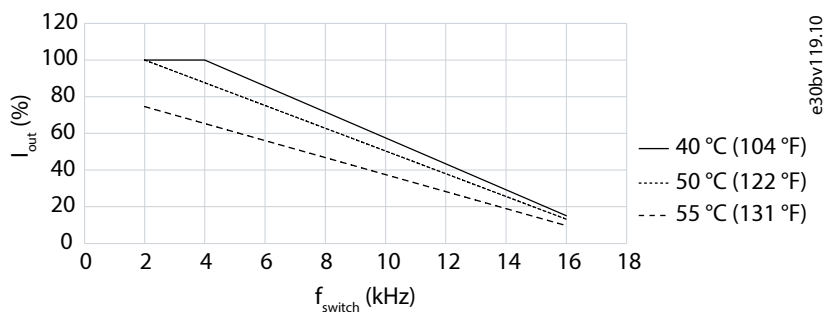


Рисунок 22: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA01a 3 × 380–480 В змін. струму)

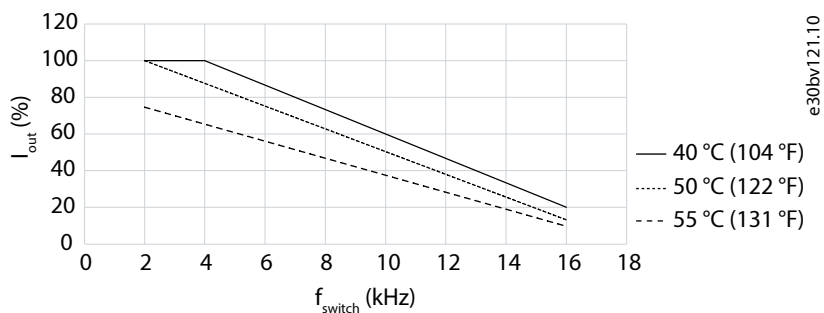


Рисунок 23: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA02a 3 × 380–480 В змін. струму)

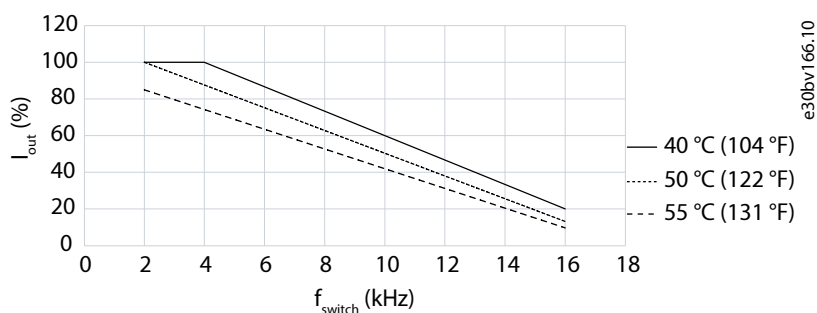


Рисунок 24: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA03a 3 × 380–480 В змін. струму)

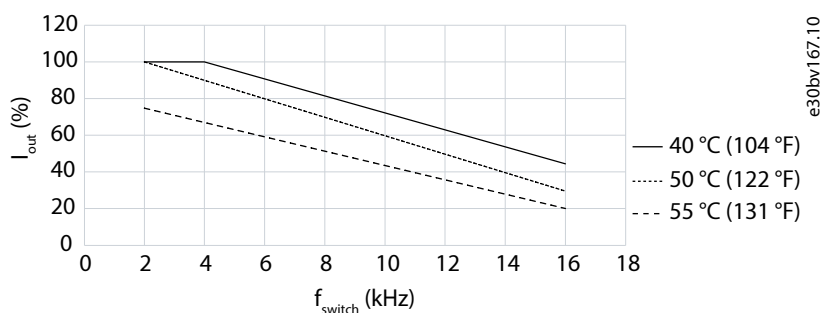


Рисунок 25: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA04a 3 × 380–480 В змін. струму)

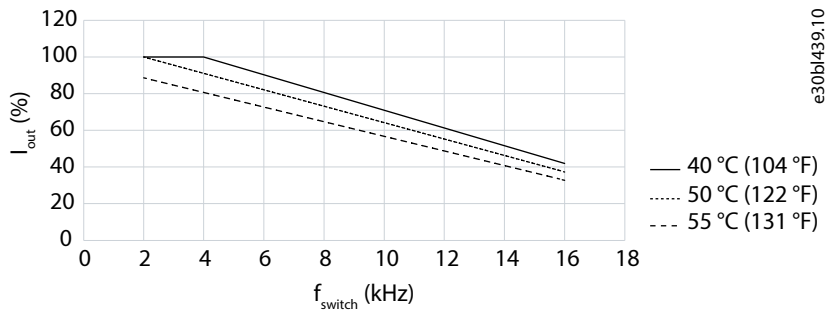


Рисунок 26: Зниження вихідного струму в залежності від частоти комутації (MA05a 3 x 380–480 В змін. струму)

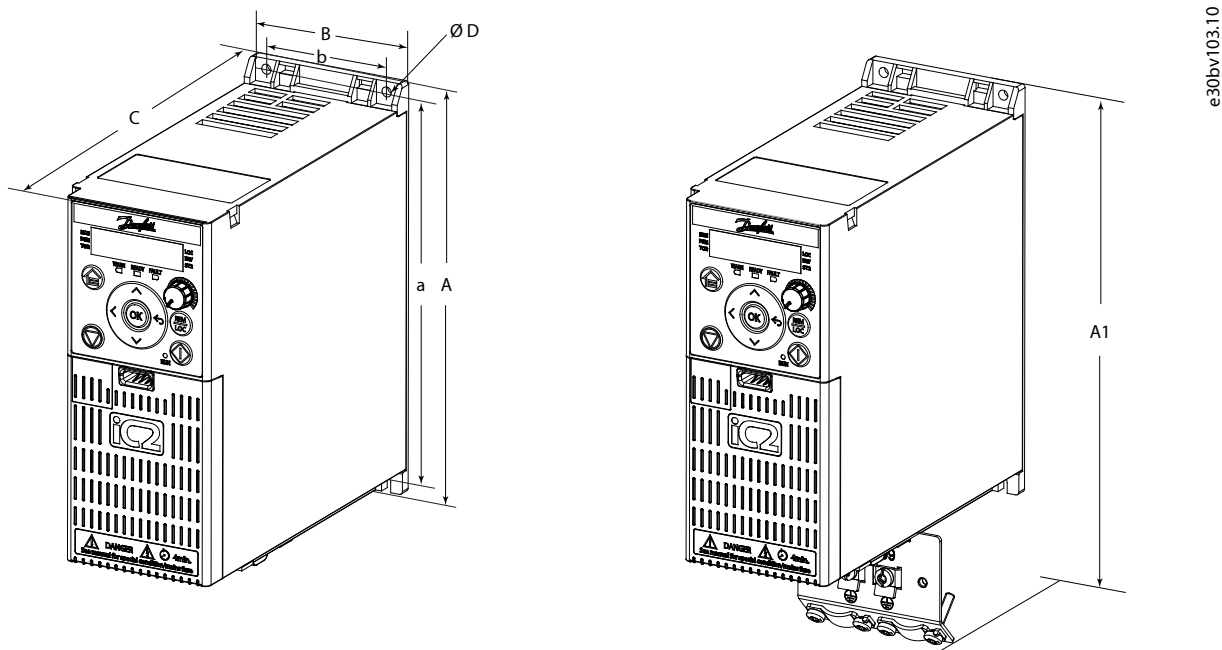
4.9.3 Автоматичне зниження номінальних характеристик

Щоб забезпечити належну роботу на критично важливих етапах, привод постійно перевіряє наведені далі критичні рівні й автоматично регулює частоту комутації.

- Критично висока температура радіатора.
- Високе навантаження на двигун.
- Низька швидкість двигуна.
- Спрацьовування сигналів захисту (перенапруга/знижена напруга, надструм, замикання на землю й коротке замикання).

5 Зовнішні габарити

5.1 Розміри й габарити корпусів IP20/Відкритого типу



e30bv103.10

Рисунок 27: Розміри й габарити корпусів IP20/Відкритого типу

Таблиця 40: Розміри й габарити корпусів IP20/Відкритого типу

Корпус	Висота [мм (дюйм)]			Ширина [мм (дюйм)]		Глибина [мм (дюйм)] ⁽¹⁾	Монтажні отвори [мм (дюйм)]	Максимальна вага [кг (фунт)] ⁽²⁾
	A	A1 ⁽³⁾	a	B	b			
MA01c	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)	1,0 (2,4)
MA02c	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)	1,3 (2,9)
MA01a	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)	1,1 (2,4)
MA02a	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)	1,6 (3,5)
MA03a	238,5 (9,4)	291 (11,5)	226 (8,9)	90 (3,5)	69 (2,7)	200 (7,9)	5,5 (0,22)	3,0 (6,6)
MA04a	292 (11,5)	365,5 (14,4)	272,4 (10,7)	125 (4,9)	97 (3,8)	244,5 (9,6)	7,0 (0,28)	6,0 (13,2)
MA05a	335 (13,2)	396,5 (15,6)	315 (12,4)	165 (6,5)	140 (5,5)	248 (9,8)	7,0 (0,28)	9,5 (20,9)

1) Потенціометр на локальній панелі керування виступає з привода на 6,5 мм (0,26 дюйма).

2) Без роз'єднувальної панелі.

3) Разом із роз'єднувальною панеллю.

5.2 Розміри й габарити корпусів IP21/UL, Тип 1

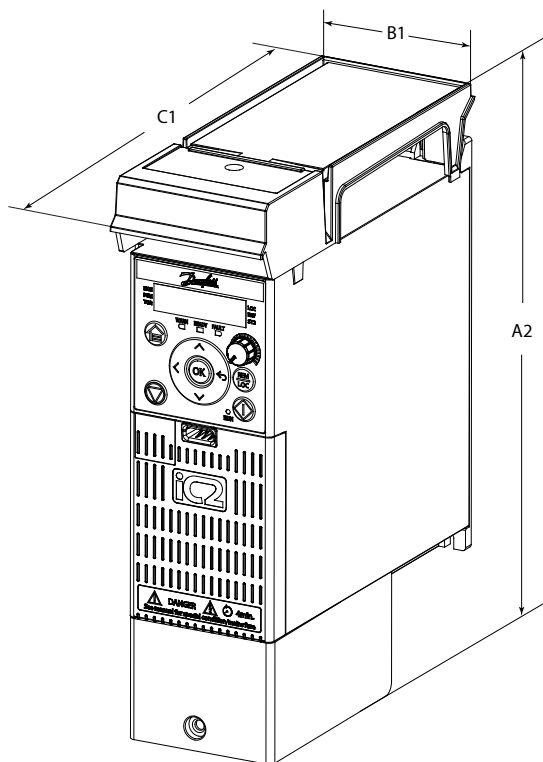


Рисунок 28: Розміри й габарити корпусів IP21/UL, Тип 1

Таблиця 41: Розміри й габарити корпусів IP21/UL, Тип 1

Корпус	Висота [мм (дюйм)]	Ширина верхньої кришки [мм (дюйм)]	Глибина [мм (дюйм)]
	A2	B1	C1
MA01c	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)
MA02c	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)
MA01a	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)
MA02a	255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)
MA03a	298 (11,7)	98 (3,9)	210 (8,3)

5.3 Розміри й габарити корпусів NEMA 1

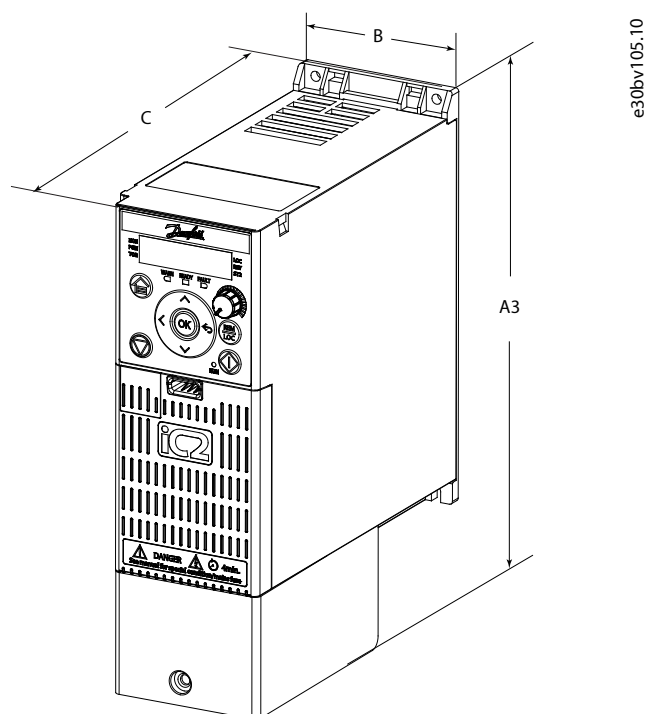


Рисунок 29: Розміри й габарити корпусів NEMA 1

Таблиця 42: Розміри й габарити корпусів NEMA 1

Корпус	Висота [мм (дюйм)]	Ширина [мм (дюйм)]	Глибина [мм (дюйм)]
	A3	B	C
MA01c	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)
MA03a	283 (11,1)	90 (3,5)	200 (7,9)
MA04a	352,5 (13,9)	125 (4,9)	244,5 (9,6)
MA05a	392 (15,4)	165 (6,5)	248 (9,8)

1) Потенціометр на локальній панелі керування виступає з привода на 6,5 мм (0,26 дюйма).

6 Рекомендації щодо механічного монтажу

6.1 Комплект постачання

До комплекту постачання входять:

- привод;
- клемна кришка;
- посібник з експлуатації, у якому міститься інформація щодо монтажу, введення в експлуатацію й технічного обслуговування привода.

6.2 Етикетки на виробі

6.2.1 Огляд етикеток на виробі

На приводі та його упаковці є етикетки з інформацією, необхідною з причин правового й законодавчого характеру, унікальними ідентифікаторами кожного компонента та іншими важливими відомостями.

6.2.2 Етикетки на приводах

Етикетка на приводі містить інформацію для ідентифікації виробу, а також правову й нормативну інформацію. Місце розташування етикетки на приводі див. у .

Таблиця 43: Розташування етикетки

Типорозмір корпусу	Місце розташування етикетки
MA01c–MA02c	З боку привода.
MA01a–MA05a	У верхній частині привода.

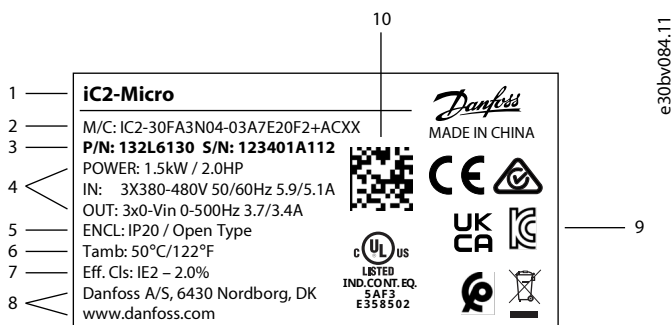


Рисунок 30: Приклад етикетки виробу

- 1 Назва виробу
- 2 Код моделі: M/C містить 27 символів коду моделі.
- 3 P/N і S/N
 - P/N — кодовий номер виробу.
 - S/N — серійний номер.

- 4 Номінальна потужність
 - У 1-му рядку наведено типове значення номінальної потужності двигуна за зазначених напруг.
 - У 2-му рядку наведено номінальні вхідні значення (діапазон напруги, частота й вхідний струм за зазначених вхідних напруг).
 - У 3-му рядку наведено номінальні вихідні значення (діапазон напруги, частота й номінальний вихідний струм за зазначеної вхідної напруги).
- 5 Корпус: ступінь захисту привода як від проникнення, так і відповідно до вимог UL.
- 6 Температура навколишнього середовища: діапазон температури навколишнього середовища без необхідності зниження номінальних характеристик.
- 7 Клас ефективності: клас ефективності відповідно до директиви ErP. Значення за робочої точки частоти 90 %/струму 100 %.
- 8 Назва компанії, адреса й вебсайт.
- 9 Попередження та інформація про відповідність.
- 10 2D-код: 2D-код містить інформацію про привід і може бути відсканований за допомогою смарт-пристрою. Код містить:
 - P/N: кодовий номер.
 - S/N: серійний номер.

6.2.3 Етикетки на упаковці

Етикетка розташована на упаковці привода й містить інформацію про виріб.

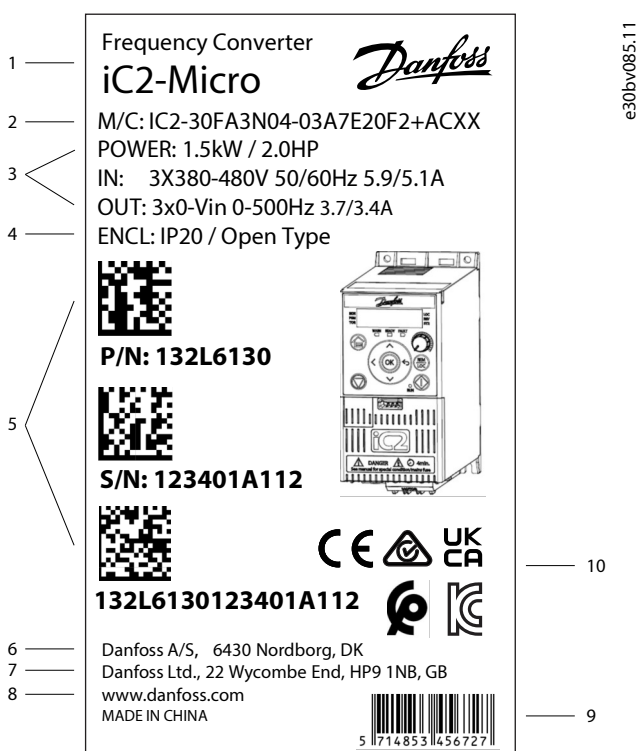


Рисунок 31: Приклад етикетки на упаковці

- 1 Назва виробу
- 2 Код моделі: M/C містить 27 символів коду моделі.

- 3 Номінальна потужність
 - У 1-му рядку наведено типове значення номінальної потужності двигуна за зазначених напруг.
 - У 2-му рядку наведено номінальні вхідні значення (діапазон напруги, частота й вхідний струм за зазначених вхідних напруг).
 - У 3-му рядку наведено номінальні вихідні значення (діапазон напруги, частота й номінальний вихідний струм за зазначеної вхідної напруги).
- 4 Корпус: ступінь захисту привода як від проникнення, так і відповідно до вимог UL.
- 5 2D-код з інформацією про замовлення.
- 6 Назва компанії, адреса.
- 7 Адреса UKAS.
- 8 Вебсайт компанії.
- 9 Штрих-код європейського товарного номера (EAN).
- 10 Маркування дозволу, що слід розміщувати на упаковці (інші маркування дозволів розташовано на приводі).

6.3 Рекомендована утилізація

Після закінчення терміну служби привода основні компоненти можна утилізувати.

Перед видаленням матеріалів привод необхідно розібрати. Деталі й матеріали виробу можна демонтувати та відокремити. Як правило, усі метали, як-от сталь, алюміній, мідь та її сплави, а також дорогоцінні метали можуть бути перероблені. Пластик, гума та картон можуть використовуватися для рекуперації енергії. Друковані плати та великі електролітичні конденсатори діаметром менше ніж 25 мм (1 дюйм) потребують подальшої обробки відповідно до рекомендацій IEC 62635. Для спрощення переробки пластикові деталі мають відповідний ідентифікаційний код.

По додаткову інформацію щодо екологічних аспектів та інструкції з утилізації для професійних переробників зверніться до місцевого представництва Danfoss. Переробка після закінчення терміну служби повинна відповідати міжнародним і місцевим нормам та правилам

Проектування й виготовлення всіх приводів здійснюється згідно з рекомендаціями компанії Danfoss щодо заборонених речовин і речовин обмеженого використання. Перелік цих речовин можна знайти на сайті www.danfoss.com.



Цей символ на виробі вказує на те, що його не можна утилізувати разом із побутовими відходами. Обладнання, яке містить електричні компоненти, забороняється утилізувати разом із побутовим сміттям.

Його слід передавати на утилізацію відповідно до застосованої схеми повернення електричного й електронного обладнання для переробки.

- Утилізуйте виріб через спеціально призначені для цього канали.
- Дотримуйтесь усіх чинних місцевих законів і нормативних актів.

6.4 Зберігання до монтажу

6.4.1 Повторне формування конденсаторів

Для приводів, які зберігаються без подавання напруги, може знадобитися технічне обслуговування конденсаторів.

Повторне формування потрібне, якщо привод зберігався без подавання напруги більше ніж 3 роки. Повторне формування можливе лише з приводами з клемми постійного струму. Інформацію про технічне обслуговування й повторне формування конденсаторів ланки постійного струму див. у .

Умови повторного формування конденсаторів:

- Напруга під час повторного формування має в 1,35–1,45 разу перевищувати номінальну напругу електромережі. Якщо напруга на ланці постійного струму залишається на низькому рівні й не досягає приблизно $1,41 \times U_{\text{мережа}}$, зверніться до місцевого представника сервісної служби.
- Споживання струму живлення не повинно перевищувати 500 мА.

Під час роботи привода конденсатори ланцюга постійного струму, які не пройшли повторне формування, можуть бути пошкоджені.

Таблиця 44: Тривалість зберігання привода й рекомендації щодо повторного формування

Тривалість зберігання	Інструкція з повторного формування
Менше ніж 2 роки	Повторне формування не потрібне. Підключіть до мережі живлення.
2-3 роки	Підключіть до мережі живлення й зачекайте щонайменше 30 хвилин, перш ніж навантажувати привод.
Більше ніж 3 роки	Використовуючи джерело постійного струму, підключене безпосередньо до клем ланцюга постійного струму привода, збільшуйте напругу шини постійного струму на значення 0–100 % із кроком 25 %, 50 %, 75 % і 100 % номінальної напруги без навантаження протягом 30 хв на кожному етапі. Див. .

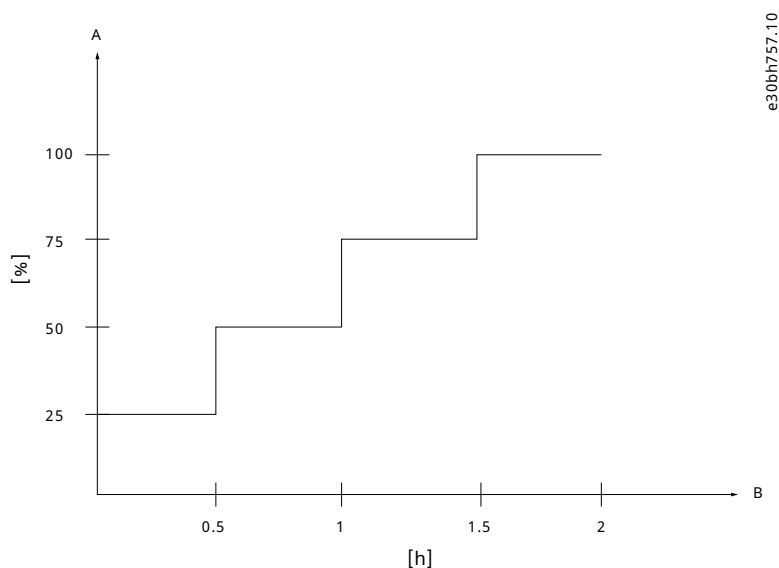


Рисунок 32: Процедура повторного формування конденсаторів постійного струму

A	Напруга повторного формування (у відсотках від номінальної напруги)	B	Години

Таблиця 45: Значення збільшення напруги постійного струму шини

Вхідна напруга змінного струму	Напруга в ланцюгу постійного струму
1 × 100–120 В змін. струму	320 В пост. струму
1 × 200–240 В змін. струму	320 В пост. струму
3 × 200–240 В змін. струму	320 В пост. струму
3 × 380–480 В змін. струму	650 В пост. струму

6.4.2 Безпечне транспортування та зберігання

Дотримуйтесь усіх вказівок щодо транспортування, зберігання й належного поводження, наведених у документації до конкретного виробу. Сюди входить таке:

- Якщо перед установленням привод зберігається на складі, переконайтеся, що умови навколишнього середовища відповідають характеристикам, наведеним у [4.2.7.2 Умови навколишнього середовища під час зберігання](#).
- Якщо упаковка зберігається понад 4 місяці, підтримуйте контрольовані умови:
 - Переконайтеся, що коливання температури невелике.
 - Переконайтеся, що вологість не перевищує 50 %.
- Тримайте привод в упаковці до його монтажу. Після розпакування захистіть привод від пилу, бруду й вологи.

6.5 Передумови для монтажу

6.5.1 Огляд передумов для монтажу

Щоб забезпечити найкращі умови експлуатації привода в конкретному застосуванні, перед вибором привода рекомендується перевірити наведені далі пункти.

- Перевірте умови експлуатації на відповідність умовам навколишнього середовища. Див. [4.2.7.4 Умови навколишнього середовища під час експлуатації](#).
- Під час установлення враховуйте розміщення привода та правила поводження з ним. Вагу й механічні габаритні приводів див. у [5.1 Розміри й габарити корпусів IP20/Відкритого типу](#).
- Враховуйте потреби в доступі до привода під час експлуатації. Див. розділ «Механічний монтаж».
- Враховуйте потреби в доступі для проведення технічного обслуговування. Див. [6.7.8 Рекомендований простір для доступу для обслуговування](#).

6.5.2 Робоче середовище

Переконайтеся, що привод установлено в зазначених для монтажу умовах, щоб забезпечити належну роботу й досягти очікуваного терміну служби виробу.

Таблиця 46: Характеристики робочого середовища

Навколишнє середовище	Технічні характеристики
Температура	Привод слід установлювати в місці, де діапазон робочих температур відповідає специфікаціям виробу. Враховуйте як робочу температуру, так і температуру зберігання (привод без подавання живлення). Якщо номінальну температуру перевищено, потрібно застосувати зниження номінальних характеристик. Для отримання додаткової інформації про зниження номінальних характеристик див. 4.2.7.1 Огляд умов навколишнього середовища і 4.9.1 Огляд зниження номінальних характеристик .
Висота над рівнем моря	Щоб забезпечити належне охолодження й відповідність вимогам до ізоляційної відстані, установлюйте привод на допустимій висоті над рівнем моря. Якщо висота над рівнем моря перевищує 1000 м (3300 футів), застосовується зниження номінальних характеристик привода. Зниження номінальних характеристик слід застосовувати до максимального вихідного струму або максимальної робочої температури. Переконайтеся, що номінальні характеристики привода відповідають фактичному застосуванню. Обмеження наведено в розділі «Загальні технічні характеристики». Додаткову інформацію див. у розділах 4.2.7.1 Огляд умов навколишнього середовища і 4.9.1 Огляд зниження номінальних характеристик .

Таблиця 46: Характеристики робочого середовища (продовження)

Навколишнє середовище	Технічні характеристики
Вплив вібрації та ударів	<p>Установлюйте привод у місці, де він не піддається впливу вібрації та ударів, що перевищують його специфікації. У разі впливу високих рівнів вібрації та ударів рекомендується використовувати для монтажу демпфери. Спеціальні вимоги виконуються в разі замовлення привода з допуском до експлуатації на суднах.</p> <p>Докладніше див. 4.2.7.1 Огляд умов навколишнього середовища.</p>
Вологість	<p>Привод слід установлювати в місці, де рівень вологості відповідає його специфікаціям. Якщо місце монтажу не відповідає необхідним умовам, можна вжити альтернативних заходів, наприклад вибрати інші захисні шафи для монтажу, вбудовані нагрівальні елементи або осушувач.</p> <p>Докладніше див. 4.2.7.1 Огляд умов навколишнього середовища.</p>
Пил, волокна й частинки в повітрі	<p>Корпуси IP20/Відкритого типу та IP21/UL, Тип 1 (додатковий комплект для переобладнання IP21/Тип 1) не захищені від пилу, волокон та інших частинок, що є в повітрі, тому їх слід установлювати в місцях, де подібних частинок немає, або монтувати в спеціальний корпус.</p> <p>Переконайтеся, що частинки, що є в повітрі, не засмічують радіатор і вентилятор, оскільки засмічення ускладнює охолодження привода. Привод розпізнає засмічення та знижує продуктивність або зупиняє роботу. Не встановлюйте привод у місцях, де він піддається впливу струмопровідних частинок.</p> <p>Докладніше див. 4.2.7.1 Огляд умов навколишнього середовища.</p> <p>Додаткову інформацію про технічне обслуговування радіатора й вентилятора див. у 6.6.4 Технічне обслуговування та поточний ремонт радіатора й вентилятора.</p>
Гази	<p>Під час монтажу привода слід враховувати вплив газів. Привод не призначений для встановлення в місцях, де він піддається впливу вибухонебезпечних газів. У разі впливу корозійних газів необхідно вжити відповідних запобіжних заходів. Такими запобіжними заходами можуть бути вибір привода з вищим ступенем захисту, нанесення захисного покриття на привод як опції або встановлення привода в захисній шафі.</p> <p>Докладніше див. 4.2.7.1 Огляд умов навколишнього середовища.</p>

6.6 Рекомендації з технічного обслуговування

6.6.1 Регулярне технічне обслуговування

Протягом усього терміну служби привода може знадобитися регулярне технічне або сервісне обслуговування, і необхідно забезпечити доступ до відповідних частин привода.

УВАГА!



ГАРЯЧІ ПОВЕРХНІ

Привод містить металеві компоненти, які залишаються гарячими навіть після вимкнення привода. Невиконання вимог, які відповідають попереджувальному символу високої температури (жовтий трикутник) на приводі, може призвести до важких опіків.

- Пам'ятайте, що внутрішні компоненти, як-от шини, можуть бути дуже гарячими навіть після вимкнення привода.
- Не торкайтеся зовнішніх поверхонь, позначених символом високої температури (жовтий трикутник). Ці поверхні нагріваються під час роботи привода й залишаються гарячими ще деякий час після його вимкнення.

Типові роботи в рамках технічного обслуговування:

- Перевірка сигналу вводу/виводу на приводі.
- Регулярні перевірки підключень живлення й заземлення.
- зчитування даних або налаштування параметрів шляхом підключення привода до ПК.

6.6.2 Рекомендації з профілактичного техобслуговування

Загалом усе технічне обладнання, включно з приводами змінного струму Danfoss, потребує мінімального профілактичного технічного обслуговування. Для забезпечення безперебійної роботи та тривалого терміну служби привода рекомендується регулярне технічне обслуговування. Також рекомендується вести журнал технічного обслуговування із зазначенням показників лічильників, дати, часу й описів виконаних дій із обслуговування та поточного ремонту.

Компанія Danfoss рекомендує наведені нижче інтервали технічного огляду й обслуговування приводів/систем із повітряним охолодженням.

ПРИМІТКА

Графік технічного обслуговування для заміни деталей може бути іншим залежно від умов експлуатації. За певних умов поєднання напруженої експлуатації та впливів навколишнього середовища суттєво скорочує термін служби компонентів. Ці умови можуть включати, серед іншого, екстремальну температуру, пил, високу вологість, години використання, корозійне середовище й навантаження.

У разі експлуатації в напружених умовах компанія Danfoss пропонує послугу DrivePro® Preventive Maintenance. Послуги DrivePro® продовжують термін служби й підвищують експлуатаційні характеристики виробу завдяки плановому технічному обслуговуванню, включно з індивідуальною заміною деталей. Послуги DrivePro® адаптуються до конкретного застосування й умов експлуатації.

Таблиця 47: Графік технічного обслуговування приводів із повітряним охолодженням

Компонент	Інтервал огляду ⁽¹⁾	Графік технічного обслуговування ⁽²⁾	Дії з профілактичного технічне обслуговування
Монтаж			
Візуальний огляд	1 рік	–	Перевірте на наявність аномалій, наприклад, ознак перегріву, старіння, корозії, а також запилених і пошкоджених компонентів.
Допоміжне обладнання	1 рік	Згідно з рекомендаціями виробника	Перевірте обладнання, комутаційні пристрої, реле, роз'єднувачі або запобіжники/автоматичні вимикачі. Перевірте роботу та стан на наявність можливих причин несправностей або дефектів. Перевірку цілісності запобіжників має виконувати кваліфікований персонал з обслуговування.
Електромагнітна сумісність (ЕМС)	1 рік	–	Перевірте проводку на електромагнітну сумісність і відстань між ланцюгом керування й силовими кабелями.
Прокладання кабелів	1 рік	–	Перевірте паралельне прокладання кабелів двигуна, проводки живлення та сигнальної проводки. Уникайте паралельного прокладання. Уникайте прокладання кабелів на відкритому повітрі без опори. Перевірте ізоляцію кабелю на наявність старіння та зносу.
Коло управління	1 рік	–	Перевірте затягування, пошкоджені або перетиснені дроти, а також плоскі кабелі. Правильно закінчуйте з'єднання за допомогою суцільних обтискних кінців. Рекомендується використовувати екрановані кабелі й заземлену пластину ЕМС або звиту пару.

Таблиця 47: Графік технічного обслуговування приводів із повітряним охолодженням (продовження)

Компонент	Інтервал огляду ⁽¹⁾	Графік технічного обслуговування ⁽²⁾	Дії з профілактичного технічне обслуговування
Зазори	1 рік	–	Переконайтеся, що зовнішні зазори для належного потоку повітря для охолодження відповідають вимогам до рами й типу виробу. Інформацію щодо зазорів див. у місцевих правилах проектування.
Ущільнення	1 рік	–	Переконайтеся, що ущільнення корпусу, кришок і дверцят шафи в належному стані.
Корозійне середовище	1 рік	–	Провідний пил і агресивні гази, як-от сульфіді, хлориди й сольовий туман, можуть пошкодити електричні та механічні компоненти. Повітряні фільтри не видаляють їдкі хімічні речовини, що містяться в повітрі. Дійте відповідно до виявлених результатів.
Привод			
Програмування	1 рік	–	Перевірте правильність налаштувань параметрів привода змінного струму відповідно до двигуна, застосування привода та конфігурації входів/виходів. Цю операцію дозволяється виконувати лише кваліфікованому персоналу з обслуговування.
Панель керування	1 рік	–	Переконайтеся, що пікселі дисплея не пошкоджені. Перевірте журнал подій на наявність попереджень і збоїв. Повторювані події є ознакою потенційних проблем. За потреби зверніться до місцевого сервісного центру.
Охолоджувальна здатність привода	1 рік	–	Переконайтеся, що повітряні проходи охолоджувального каналу не заблоковані й не звужені. На радіаторах не повинно бути пилу та конденсату.
Очищення та фільтри	1 рік	–	Корпус слід чистити всередині щороку, а за необхідності — частіше. Кількість пилу у фільтрі або всередині корпусу є індикатором необхідності наступного очищення або заміни фільтра.
Вентилятори	1 рік	3–10 років	Перевірте стан і працездатність усіх вентиляторів охолодження. За вимкненого живлення вісь вентилятора повинна відчуватися щільною, а за обертання пальцем його обертання має бути майже безшумним і без аномального опору. У режимі RUN вібрація вентилятора, надмірний або незвичний шум є ознакою зносу підшипників, і вентилятор необхідно замінити.
Заземлення	1 рік	–	Для приводної системи потрібен спеціальний провід заземлення, який з'єднує привод, вихідний фільтр і двигун із землею будівлі. Переконайтеся, що контакти заземлення міцно затягнуті й на них немає фарби або окиснювання. Послідовне з'єднання не допускається. За необхідності рекомендується використовувати плетені стрічки.
Силові кабелі та проводка	1 рік	–	Перевірте наявність послаблених з'єднань і ознак старіння, а також стан ізоляції та правильний момент затягування з'єднань привода. Перевірте правильність номіналу й цілісність запобіжників. Слідкуйте за будь-якими ознаками експлуатації в складних умовах. Наприклад, зміна кольору корпусу запобіжника може бути ознакою конденсації або високих температур.
Вібрація	1 рік	–	Перевірте наявність аномальних вібрацій або шуму, що надходять із привода, і переконайтеся, що середовище стабільне для електронних компонентів.
Запасні частини			

Таблиця 47: Графік технічного обслуговування приводів із повітряним охолодженням (продовження)

Компонент	Інтервал огляду ⁽¹⁾	Графік технічного обслуговування ⁽²⁾	Дії з профілактичного технічне обслуговування
Запасні частини	1 рік	2 роки	Зберігайте запасні частини в оригінальних коробках у сухому й чистому місці. Уникайте гарячих місць зберігання. Електролітичні конденсатори потребують відновлення згідно з графіком технічного обслуговування. Відновлення має виконувати кваліфікований персонал з обслуговування.
Замінні вузли й компоненти, що зберігалися протягом тривалого часу перед уведенням в експлуатацію	1 рік	2 роки	Візуально перевірте наявність пошкоджень, води, високої вологості, корозії та пилу в полі зору без розбирання. Замінні вузли з установленими електролітичними конденсаторами потребують відновлення, як зазначено в графіку технічного обслуговування. Відновлення має виконувати кваліфікований персонал з обслуговування.

1) Визначається як час після введення в експлуатацію/пуску або час від попереднього огляду.

2) Визначається як час після введення в експлуатацію/пуску або час від попередніх дій за графіком технічного обслуговування.

6.6.3 Доступ для обслуговування

Щоб досягти очікуваного терміну служби привода та продовжити його, компанія Danfoss рекомендує проводити регулярні огляди й технічне обслуговування привода, двигуна, системи та шафи/корпусу. Щоб уникнути поломок, небезпеки та пошкоджень регулярно, залежно від умов експлуатації, перевіряйте міцність клемних з'єднань і пилоутворення в приводі.

Якщо привод Danfoss експлуатується в середовищі з умовами, близькими до граничних або що виходять за межі, установлені під час проектування, технічне обслуговування привода є обов'язковим.

Замінюйте зношені або пошкоджені деталі оригінальними запасними частинами. Для отримання підтримки й обслуговування звертайтеся до місцевого постачальника. Послуги DrivePro® продовжують термін служби та підвищують продуктивність Перетворювачі частоти iC2-Micro завдяки введенню в експлуатацію та своєчасному плановому технічному обслуговуванню. Послуги DrivePro® адаптуються до застосувань і умов експлуатації.

Під час планування монтажу слід передбачити можливість доступу для обслуговування й ремонту. Рекомендується забезпечити:

- Доступ до силових кабелів і роз'ємів.
- Доступ для підключення елементів керування.
- Доступ для очищення системи охолодження (канал охолодження й фільтри вентилятора).
- Доступ до порту для підключення привода до ПК.

6.6.4 Технічне обслуговування та поточний ремонт радіатора й вентилятора

Пластини радіатора захоплюють пил з охолоджувального повітря. Якщо радіатор не очищений, для привода видаються попередження про перегрів і повідомлення про збої. За потреби очистіть радіатор.

Термін служби вентилятора охолодження в приводі залежить від часу роботи вентилятора, температури навколишнього середовища й концентрації пилу. Вибір режиму керування вентилятором у **параметрі P 6.5.1 Fan Control Mode** і керування вентилятором автоматично збільшує термін служби вентилятора. Збій вентилятора можна спрогнозувати за збільшенням шуму підшипника вентилятора. Якщо привод працює в критичній частині процесу, рекомендується замінити вентилятор після появи цих симптомів.

Вентилятори можна зняти з привода для очищення. Також можна замовити змінні вентилятори в Danfoss.

- Номери кодів змінних вентиляторів охолодження див. у [8.2 Замовлення приладдя й запасних частин](#).
- Детальну інформацію щодо заміни вентиляторів див. у посібниках із монтажу для заміни вентиляторів Перетворювачі частоти iC2-Micro.

6.7 Механічний монтаж

6.7.1 Чинники, які необхідно враховувати під час монтажу

Під час вибору та планування місця монтажу враховуйте наведені далі вказівки.

- Монтажна поверхня має витримувати вагу привода.
- Монтажна поверхня має бути негорючою.
- Привод встановлюється вертикально, але в окремих випадках його можна встановлювати в інших напрямках. Установлення привода в інших напрямках впливає на його продуктивність. Докладніше див. [6.7.3 Напрямки монтажу](#).
- Правильна відстань між входом і виходом забезпечує вільний потік повітря над радіатором для забезпечення належного охолодження.
- Приводи можна встановлювати поруч, щоб заощадити місце в шафах, або на стінах у диспетчерських.
- Перед приводом має бути достатньо місця для роботи з панеллю керування.
- Переконайтеся в наявності достатнього простору для монтажу й розміщення кабелів, що використовуються для підключення привода.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ



НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ СТРУМОМ

Дотик до відкритого двигуна, мережі живлення, роз'єму постійного струму або клеми може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Усі штекери й захисні кришки клем для підключення двигуна, мережі живлення та постійного струму мають бути встановлені всередині корпусу IP20, щоб забезпечити ступінь захисту IP20. Якщо штекер і клемні кришки не встановлені, клас захисту вважається IP00.

- Щоб зняти кришки або відкрити дверцята для обслуговування, перед приводом має бути достатньо місця.

6.7.2 Місця монтажу

Приводи призначені для монтажу в захищених від погодних умов середовищах. Докладніше див. [4.2.7.1 Огляд умов навколишнього середовища](#).

Привод монтується переважно на стіні або в закритій шафі. Монтажна поверхня повинна бути міцною, рівною й негорючою.

6.7.3 Напрямки монтажу

Привод можна встановлювати вертикально або горизонтально, залежно від типорозміру корпусу. Докладніше про вплив напрямку монтажу на продуктивність привода див. у .

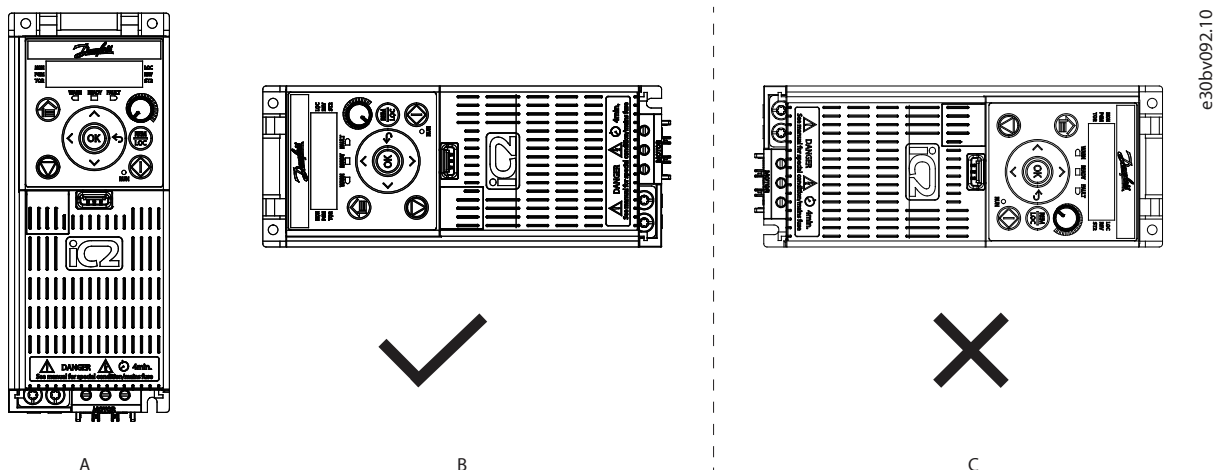


Рисунок 33: Інструкції з монтажу приводів

Таблиця 48: Допустимі напрямки монтажу для приводів із класом захисту IP20/Відкритого типу та вплив напрямку монтажу на продуктивність

Напрямок монтажу	Допустимий типорозмір корпусу	Вплив на продуктивність
A: вертикальний монтаж	Усі типорозміри корпусів	Немає
B: горизонтальний монтаж (лівим боком униз)	MA02c, MA01a–MA05a	<ul style="list-style-type: none"> Обмежена стійкість до вібрації та ударів. Монтаж упритул один до одного неможливий.
C: горизонтальний монтаж (правим боком униз)	–	Не допускається для жодних типорозмірів корпусів.

ПРИМІТКА

За вертикального монтажу приводи IP21/UL Тип 1 захищені від проникнення капель води.

6.7.4 Рекомендовані гвинти та болти

Перевірте рекомендовані розміри гвинтів і болтів для монтажу привода в таблиці .

Таблиця 49: Рекомендовані гвинти та болти

Клас захисту	Типорозмір корпусу	Рекомендований гвинт/болт	Макс. момент затягування [Н·м (дюйм-фунт)]
IP20/Відкритого типу	MA01c	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	M4	1,5 (13,3)
	MA03a	M5	1,5 (13,3)
	MA04a	M6	1,5 (13,3)
	MA05a	M6	1,5 (13,3)

6.7.5 Схеми свердління отворів

Під час підготовки отворів для монтажу використовуйте схеми свердління. Схема свердління відповідає монтажній пластині привода.

Простір, необхідний для охолодження, пластин ЕМС та інші розширень, не включено до схем свердління отворів.

Інформацію про загальний необхідний простір див. на кресленнях у розділі «Зовнішні габарити й розміри клем».

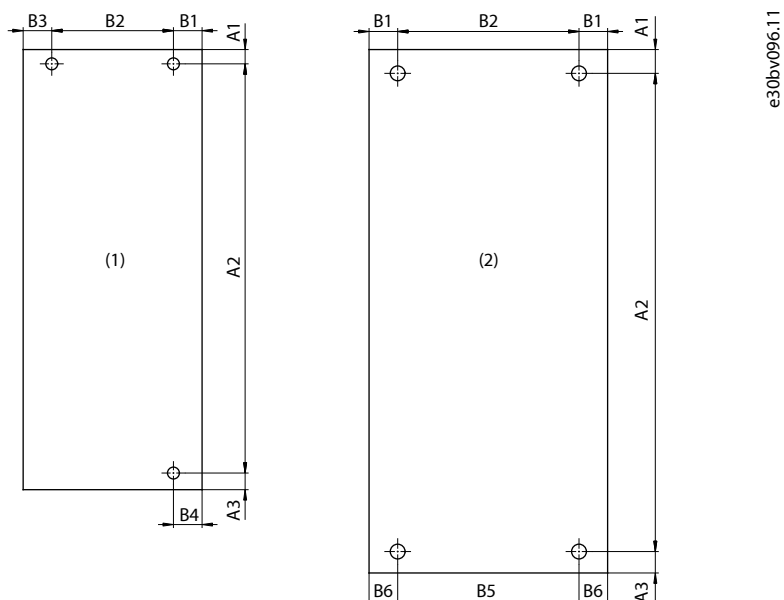


Рисунок 34: Схеми свердління отворів

Таблиця 50: Розміри за схемою свердління отворів для настінного монтажу приводів

Типорозмір корпусу	Схема свердління отворів	A1 [мм (дюйм)]	A2 [мм (дюйм)]	A3 [мм (дюйм)]	B1 [мм (дюйм)]	B2 [мм (дюйм)]	B3 [мм (дюйм)]	B4 [мм (дюйм)]	B5 [мм (дюйм)]	B6 [мм (дюйм)]
MA01c	1	5,5 (0,22)	140,4 (5,53)	4,1 (0,16)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	7,5 (0,30)	–	–
MA02c	1	5,5 (0,22)	150,5 (5,93)	4,0 (0,16)	6,75 (0,27)	59 (2,32)	9,25 (0,36)	6,75 (0,27)	–	–
MA01a	1	4,8 (0,19)	140,4 (5,53)	4,8 (0,19)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	7,5 (0,30)	–	–
MA02a	1	4,8 (0,19)	176,4 (6,94)	4,8 (0,19)	8,0 (0,31)	59 (2,32)	8,0 (0,31)	8,0 (0,31)	–	–
MA03a	1	7,6 (0,30)	226,1 (8,90)	4,8 (0,19)	10,5 (0,41)	69 (2,72)	10,5 (0,41)	8,1 (0,32)	–	–
MA04a	2	11,1 (0,44)	272,4 (10,72)	8,5 (0,33)	14 (0,55)	97 (3,82)	–	–	99 (3,90)	13 (0,51)
MA05a	2	10 (0,39)	315 (12,4)	10 (0,39)	12,5 (0,49)	140 (5,5)	–	–	140 (5,5)	12,5 (0,49)

6.7.6 Розміщення привода в установці

Перш ніж установлювати привід, підготуйте місце монтажу й відповідні фіксатори, щоб можна було надійно розмістити привід. Забезпечте достатній простір для безпечного переміщення привода під час монтажу.

Перед монтажем можна встановити нижні гвинти або болти. Поставте привід на нижні болти та вкрутіть верхні гвинти або болти. Зусилля під час затягування гвинтів на монтажній поверхні повинно становити не менше ніж 1,5 Н·м (13,3 дюйм-фунта).

6.7.7 Охолодження

Щоб забезпечити належне охолодження приводів, переконайтеся, що над приводом і під ним є достатній простір. Докладніше про необхідні зазори для охолодження див. у .

Для всіх установок температура на місці монтажу повинна підтримуватися в межах зазначеного діапазону робочих температур за допомогою вентиляції або охолодження. Якість охолоджувального повітря повинна відповідати умовам навколишнього середовища, визначеним у технічних специфікаціях (пил, частинки в повітрі, хімічні речовини).

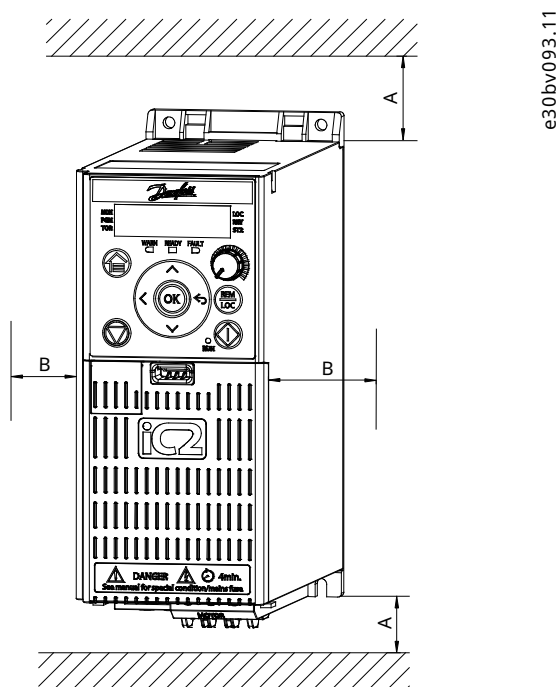


Рисунок 35: Мінімальний зазор для охолодження

Таблиця 51: Мінімальні зазори для охолодження для приводів IP20/Відкритого типу

Типорозмір корпусу	A [мм (дюйм)]	B [мм (дюйм)]	Тип охолодження
MA01c	100 (3,9)	<ul style="list-style-type: none"> 0 (0) за 40 °C (104 °F). 10 (0,39) і вище за 50 °C (122 °F). 	Природне повітряне охолодження
MA02c, MA01a–MA05a	100 (3,9)	0 (0)	Примусове охолодження

6.7.8 Рекомендований простір для доступу для обслуговування

Щоб забезпечити доступ до привода для виконання сервісного й технічного обслуговування, рекомендується залишити навколо привода достатній простір.

Загальні рекомендації:

- Достатній простір перед приводом для зняття кришок і доступу до плати керування.

- Достатній простір під приводом для доступу до входу каналу охолодження для чищення або заміни вентиляторів.

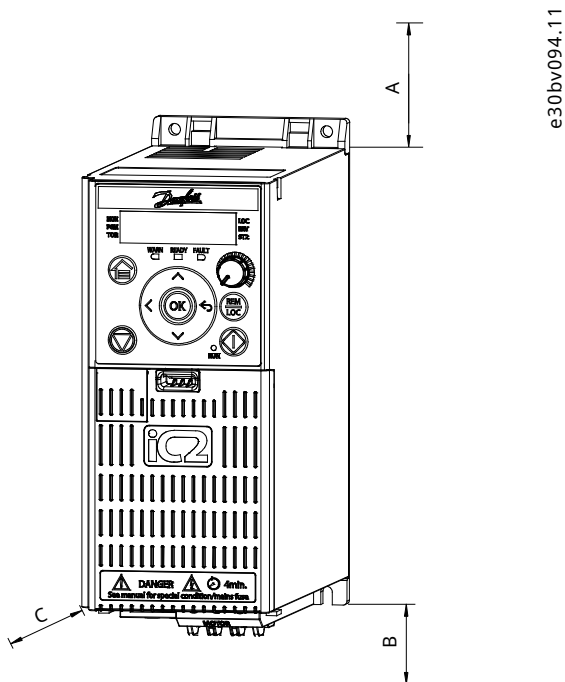


Рисунок 36: Рекомендований зазор для забезпечення доступу для обслуговування

Таблиця 52: Рекомендовані зазори для забезпечення доступу для обслуговування

Типорозмір корпусу	Рекомендований простір для доступу		
	Зверху (A) [мм (дюйм)]	Знизу (B) [мм (дюйм)]	Спереду (C) [мм (дюйм)]
Усі типорозміри корпусів	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)

1) Достатній простір перед охолоджувальним каналом, що перевищує потребу в охолодженні. Як альтернативу можна від'єднати привод і зняти його з установки для обслуговування.

7 Рекомендації щодо електромонтажу

7.1 Запобіжні заходи під час проведення електромонтажних робіт

ПОПЕРЕДЖЕННЯ



ІНДУКОВАНА НАПРУГА

Індукована напруга від вихідних кабелів двигунів, прокладених поруч, може зарядити конденсатори обладнання, навіть якщо обладнання буде вимкнено та ізольовано/позначено. Недотримання вимог щодо роздільного прокладання кабелів двигуна може призвести до летальних наслідків або серйозної травми.

- Прокладайте вихідні кабелі від двигуна роздільно або використовуйте екрановані кабелі.
- Одночасно блокуйте/позначайте всі приводи.

УВАГА!

ІЗОЛЯЦІЯ ТЕРМІСТОРА

Існує ризик травм або пошкодження обладнання.

- Із метою дотримання вимог щодо ізоляції PELV використовуйте лише термістори з підсиленою чи подвійною ізоляцією.

ПРИМІТКА

ПЕРЕГРІВАННЯ Й ПОШКОДЖЕННЯ МАЙНА

Надмірний струм може спричинити перегрівання всередині привода. Якщо не забезпечити захист від надлишкового струму, існує ризик виникнення пожежі та пошкодження майна.

- У застосуваннях із кількома двигунами між приводом і двигунами потрібно використовувати додаткове захисне обладнання, як-от пристрій захисту від короткого замикання або тепловий захист двигуна.
- Для захисту від короткого замикання та надлишкового струму потрібно встановити вхідні запобіжники. Якщо запобіжники не постачає виробник, їх має встановити спеціаліст під час монтажу. Технічні характеристики запобіжників див. у документації до конкретного виробу.

ПРИМІТКА

ПОШКОДЖЕННЯ МАЙНА

Захист від перевантаження двигуна не включено в стандартне налаштування. Функція ETP забезпечує захист двигуна класу 20 від перевантажень. За відсутності налаштування функції ETP не буде забезпечено захист від перевантаження двигуна, і перегрівання двигуна може призвести до пошкодження майна.

- Увімкніть функцію ETR. Докладнішу інформацію див. у посібнику із застосування.

7.2 Схема провідки

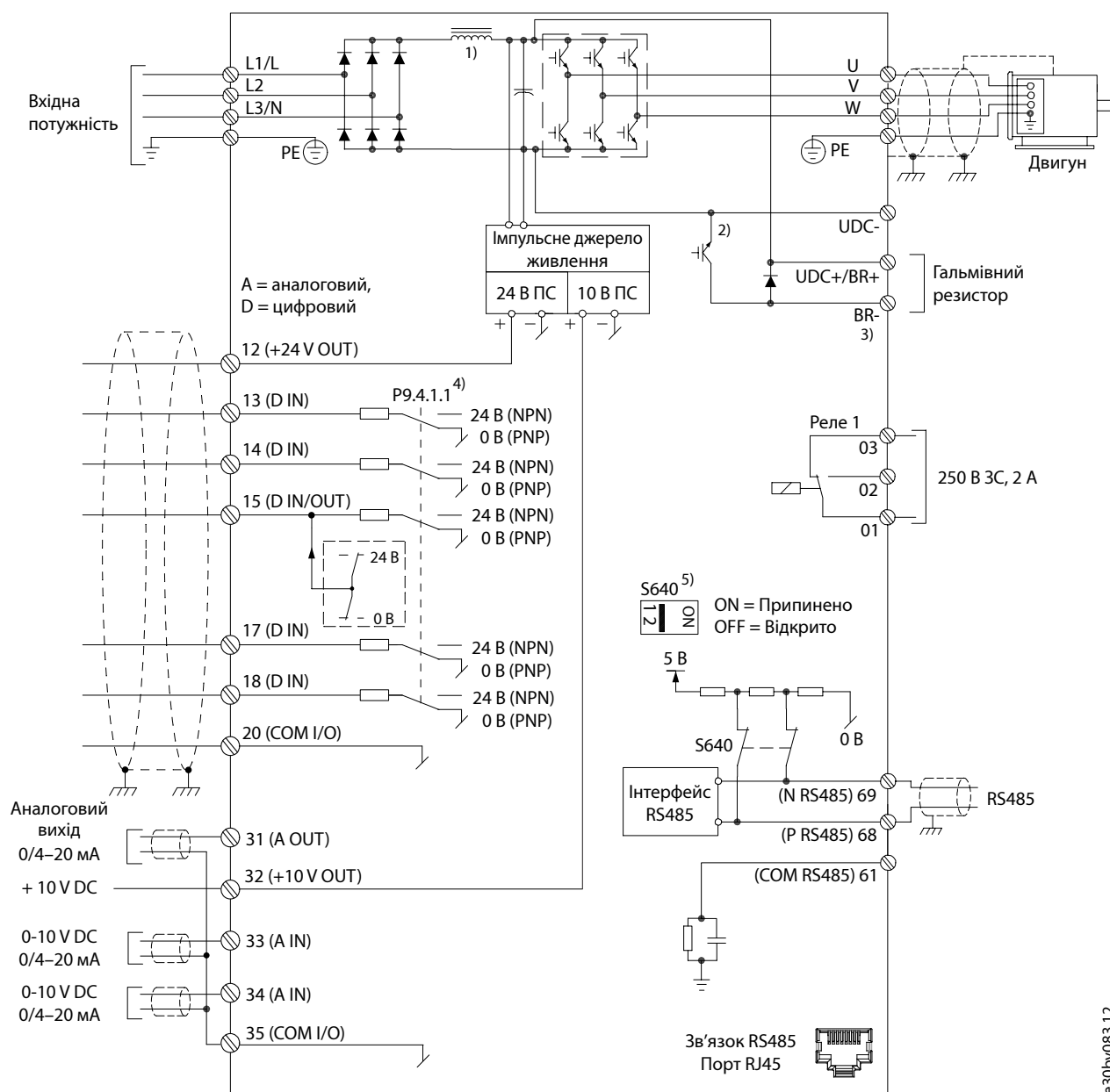


Рисунок 37: Схема провідки

- 1 Один дросель постійного струму в MA05a.
- 2 Вбудований гальмівний переривач застосовується лише з приводами в діапазоні потужності $3 \times 380\text{--}480\text{ В}$, 2,2 кВт (3,0 к.с.) і вище, а також $3 \times 200\text{--}240\text{ В}$, 1,5 кВт (2 к.с.) і вище.
- 3 Клеми BR на приводах $1 \times 100\text{--}120\text{ В}$, $1 \times 200\text{--}240\text{ В}$, $3 \times 200\text{--}240\text{ В}$, 0,37–0,75 кВт (0,5–1,0 к.с.) і $3 \times 380\text{--}480\text{ В}$, 0,37–1,5 кВт (0,5–2,0 к.с.) не передбачені.
- 4 Виберіть режим PNP або NPN за допомогою **параметра P 9.4.1.1 Digital I/O mode** (PNP = джерело, NPN = приймач).
- 5 Використовуйте перемикач S640 (клема шини), щоб забезпечити кінцеве навантаження порту RS485 (клеми 68 і 69).

7.3 Тип електромережі та захист

7.3.1 Типи мережі

Привод може працювати в мережах різних типів із номінальною напругою живлення:

- TN-S
- TN-C
- TN-C-S
- TT
- IT (підтримується лише версією C4)
- Мережі із заземленням за схемою «трикутник» (підтримуються лише версією C4)

Докладну інформацію про параметри, пов'язані з типами електромереж, див. у посібнику із застосування.

7.3.2 Струми на захисному заземленні й вирівнювання потенціалів/струми витоку

Схема захисного заземлення з належними характеристиками (PE) необхідна для захисту системи привода від удару струмом. Роз'єми PE у приводній установці гарантують безпеку системи, тому що запобігають виникненню небезпечної напруги на доступних струмопровідних частинах, наприклад на корпусі, через одиничні струми витоку.

Привод має бути встановлений відповідно до вимог щодо підключення PE й додаткових захисних перемичок, як зазначено в EN 60364-5-54:2011 п. 543 і 544. Щоб у разі збою спрацювало автоматичне розчеплення на боці двигуна, імпеданс підключення PE між приводом і двигуном має бути досить низьким, щоб забезпечити відповідність вимогам стандарту IEC/EN 60364-4-41:2017 п. 411 або 415. Імпеданс слід перевіряти за допомогою початкового випробування й наступних періодичних випробувань відповідно до стандарту IEC/EN 60364-4-41:2017.

Також можуть застосовуватися місцеві вимоги.

Проектування системи відповідно до стандарту IEC/EN 61800-5-1:2017 забезпечує придатність для підключення PE та захисних перемичок доступних електропровідних частин відповідно до стандарту EN 60364-5-54:2011. Якщо привод використовується як компонент у певних установках, можуть діяти спеціальні вимоги щодо належного підключення до PE, наприклад такі, що вказані в EN 60204-1:2018 і IEC/EN 61439-1:2021.

У мережах низької напруги як небажаний ефект можуть виникати струми на захисному провіднику (PE) та провідниках вирівнювання потенціалів, а також на конструкціях, підключених до потенціалу землі. Оскільки причини виникнення цих струмів різні, їх корисно знати, щоб запобігати таким ситуаціям.

Комплект привода містить кабель живлення від мережі, інвертор привода та його систему кабелів, а також двигун зі стороною навантаження. У зв'язку з особливостями функціонування активних і пасивних компонентів та електроустаткування установки можливі явища, що призводять до виникнення струмів на провіднику захисного заземлення.

- Індуктивний зв'язок через асиметрію кабелів живлення від мережі та (або) шин може призвести до виникнення струму захисного заземлення на частоті мережі та її гармоніках.
- Індуктивний зв'язок через асиметрію кабелів двигуна може призвести до виникнення струму захисного заземлення на основній частоті двигуна.
- Як частина фільтра електромагнітних завад, ємнісна розв'язка ланцюга постійного струму з PE може спричинити струми захисного заземлення на частоті 150/180 Гц.
- Спотворення напруги/вміст гармонік у мережі живлення зазвичай можуть викликати струми захисного заземлення в діапазоні частот від 150 до 2000 Гц.
- Синфазні струми через пропускну здатність кабелю двигуна від фаз двигуна до захисного заземлення зазвичай викликають струми захисного заземлення на частоті комутації та гармоніки, як правило, вище за 2 кГц.

Струм захисного заземлення складається з декількох чинників і залежить від різних конфігурацій системи:

- Фільтрування радіозавад
- Довжина кабелю двигуна
- Екранування кабелю двигуна
- Потужність привода

7.3.3 Вимірювання струму захисного заземлення (PE)

Оскільки струми мають різні частоти, не доцільно вимірювати лише ефективне значення. Натомість необхідно виконати вимірювання частоти/ШПФ. Це можна зробити за допомогою відповідного осцилографа або спеціального вимірювального обладнання. Простий аналіз ефективного значення за допомогою струмовимірювальних кліщів на з'єднанні PE привода дає недостатні або недостовірні результати.

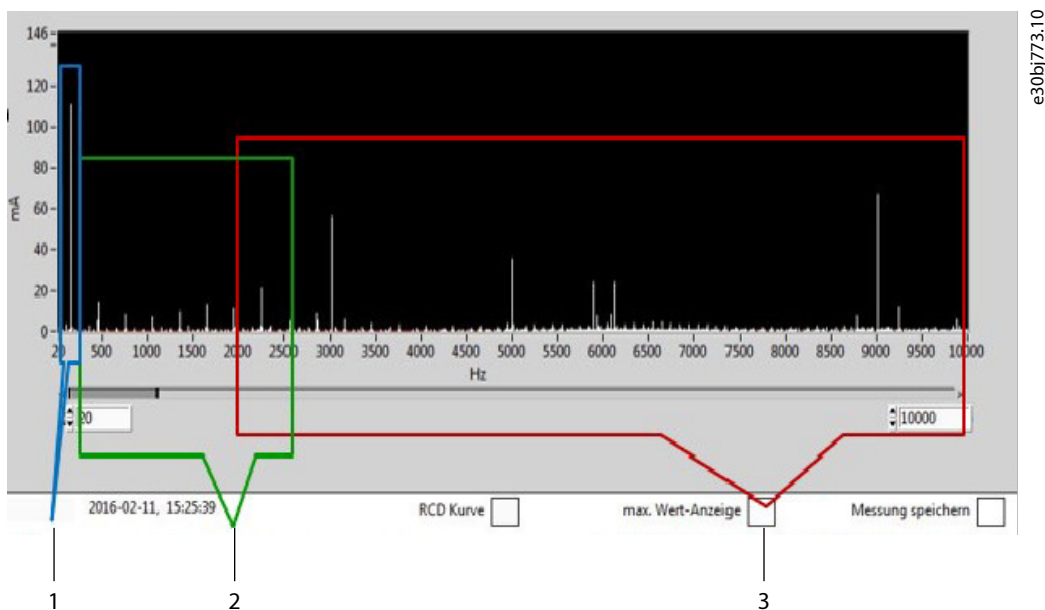


Рисунок 38: Приклад вимірювання ШПФ

- | | |
|---|--|
| <p>1 $f < 50$ Гц: типово для індуктивного зв'язку в несиметричних кабелях і провіднику.</p> | <p>2 $f = 150\text{--}2500$ Гц: типові гармонічні компоненти в мережі.

$f = 150$ Гц: типовий синфазний струм через випрямляч із ланкою постійного струму.</p> |
| <p>3 $f > 2$ кГц: типовий синфазний струм через ємнісний зв'язок між кабелем (двигуном) і землею.</p> | |

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ**НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ — НЕБЕЗПЕКА СТРУМУ ВИТОКУ > 3,5 МА**

Струм витоку перевищує 3,5 МА. Неналежне під'єднання привода до захисного заземлення (РЕ) може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Використовуйте посилений провідник захисного заземлення, що відповідає стандарту IEC 60364-5-54, пункт 543.7, або місцевим нормам і правилам техніки безпеки для обладнання з великим струмом дотику. Для посиленого захисного заземлення привода можна використовувати:
 - провідник захисного заземлення з поперечним перерізом принаймні 10 мм² (8 AWG) із міді або 16 мм² (6 AWG) з алюмінію;
 - додатковий провідник захисного заземлення такого самого перерізу, що й оригінальний провідник захисного заземлення, як зазначено у стандарті IEC 60364-5-54, з мінімальною площею поперечного перерізу 2,5 мм² (14 AWG) (із захистом від механічних пошкоджень) або 4 мм² (12 AWG) (без захисту від механічних пошкоджень);
 - провідник захисного заземлення повністю вкритий оболонкою або іншим чином захищений по всій довжині від механічних пошкоджень;
 - провідник захисного заземлення багатожильного силового кабелю з мінімальним поперечним перерізом проводу захисного заземлення 2,5 мм² (14 AWG) (постійно підключений або такий, що підключається за допомогою промислового роз'єму; багатожильний силовий кабель має бути встановлений із відповідним компенсатором натягу).
- ПРИМІТКА. У стандарті IEC/EN 60364-5-54, пункт 543.7, і деяких галузевих стандартах (наприклад, IEC/EN 60204-1) межею для використання посиленого проводу захисного заземлення є струм витоку 10 МА.

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ**НЕБЕЗПЕКА СТРУМУ ВИТОКУ**

Струми витоку можуть перевищувати 5 %. Неналежне виконане заземлення привода може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Переконайтеся, що мінімальний розмір провідника заземлення відповідає місцевим правилам безпеки для обладнання з високим струмом витоку на доступну частину.

Захисне заземлення (РЕ) і заземлювальна перемичка зазвичай з'єднані між собою таким чином, що струми вирівнювання потенціалів також розподіляються по всій системі РЕ.

Струми заземлення (РЕ) та їх вплив на систему можна попередити або зменшити, використовуючи короткі кабелі двигуна, симетричні кабелі (особливо для номінальних струмів > 50 А) або екрановані кабелі з низькою ємністю між провідниками та захисним заземленням.

7.3.4 Захист пристроєм диференційного струму (RCD)

Для додаткового захисту від ураження електричним струмом і пожежі внаслідок струмів короткого замикання через порушення ізоляції або великі струми витоку можна використовувати пристрої диференційного струму (RCD). Необхідно враховувати додаткові чинники, якщо перед приводом використовуються RCD. Завжди встановлюйте RCD відповідно до місцевих норм і правил.

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ**НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ І ПОЖЕЖІ — ВІДПОВІДНІСТЬ RCD**

Привод може спричинити появу постійного струму збою в провіднику захисного заземлення. У разі невикористання захисного пристрою диференційного захисту (RCD) Типу В може не забезпечуватися передбачуваний захист, що може призвести до летальних наслідків, пожежі або іншої серйозної небезпеки.

- Коли RCD використовується для захисту від ураження електричним струмом або пожежі, на боці живлення дозволяється встановлювати такий пристрій лише Типу В.

Пристрої RCD/RCM не розрізняють робочий струм і струм короткого замикання, та їх робота може бути порушена. Пристрої RCD можуть спрацювати навіть за відсутності пошкодження ізоляції в установці.

Струм, виміряний RCD/RCM на фазах електромережі, може відрізнитися від виміряного струму захисного заземлення. Це зумовлено відсутністю струму захисного заземлення з електромагнітним зв'язком на фазах живлення.

Частотна характеристика RCD типу В не повністю стандартизована, і у верхньому діапазоні частот слід очікувати відмінностей, що залежать від виробника. Додаткову інформацію див. у документації до відповідного пристрою диференційного струму (RCD).

7.3.5 Пристрої контролю ізоляції

Під час роботи в IT-мережі пристрої контролю ізоляції можна використовувати для спостереження за цілісністю ізоляції кабелів живлення, двигуна, кабелів двигуна та привода.

Типові приклади застосування:

- Превентивне виявлення зниження ефективності системи ізоляції.
- Виявлення замикання на землю в IT-мережах.

Пристрій контролю ізоляції є ключовим компонентом IT-мережі. Він дозволяє проводити профілактичне техобслуговування й попереджає про виникнення замикання на землю. Існує кілька типів пристроїв контролю ізоляції з різними принципами роботи, наприклад: введення напруги постійного струму, введення напруги постійного струму зі змінною полярністю та введення струму. Не всі пристрої контролю ізоляції сумісні із системами приводів через ємності на землю та приводи, що створюють синфазні напруги. Важливо, щоб пристрій контролю ізоляції, що використовується в приводній системі, був сумісний із приводами.

7.4 Монтаж з урахуванням вимог EMC

7.4.1 Рекомендації щодо монтажу з урахуванням вимог EMC

У цій главі наведено загальні вказівки щодо належної практики монтажу з урахуванням вимог EMC.

Щоб виконати монтаж відповідно до вимог EMC, дотримуйтесь інструкцій, наданих у посібнику з експлуатації, що постачається разом із приводом.

Приклад належного монтажу відповідно до вимог EMC наведено на .

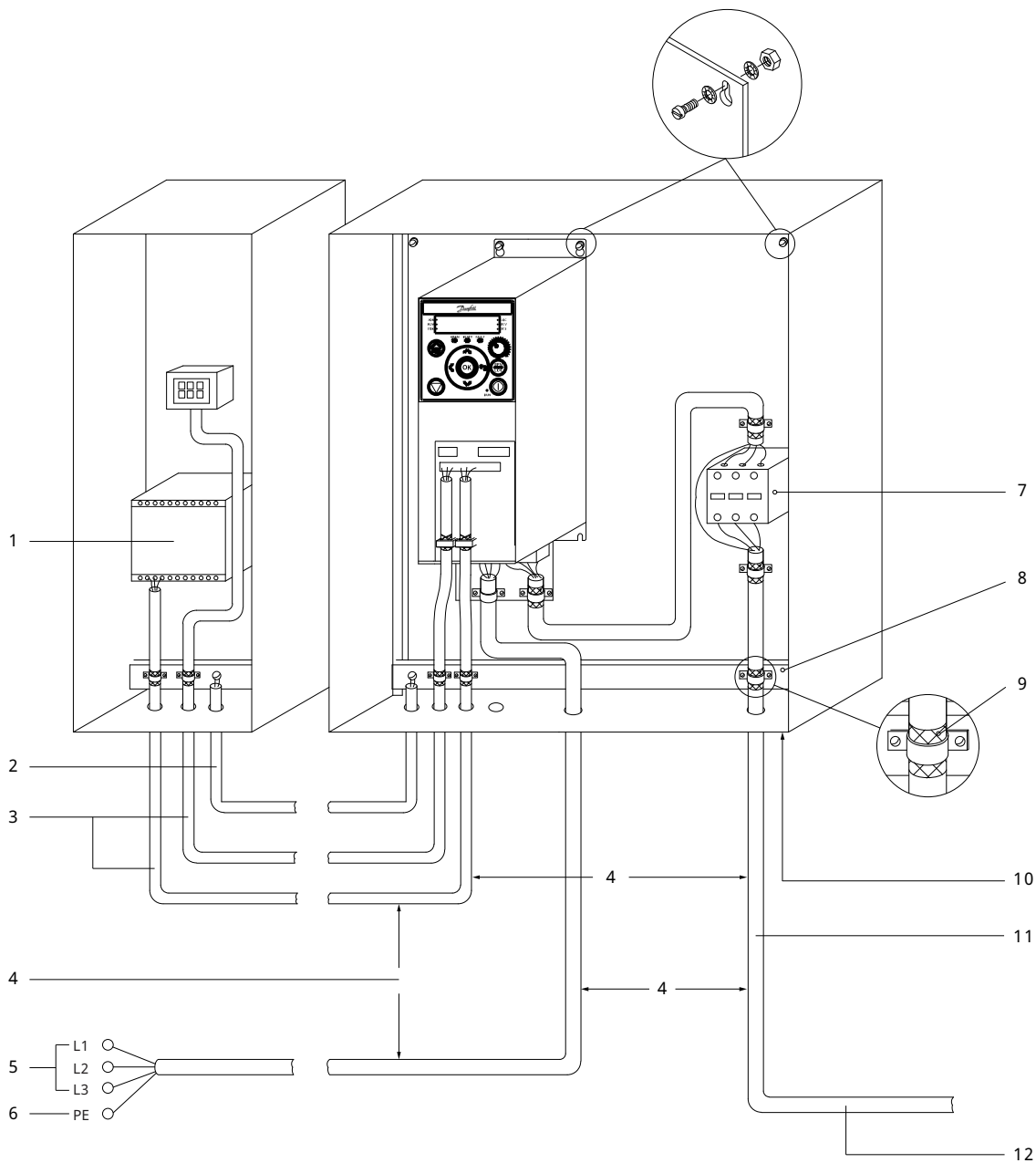


Рисунок 39: Приклад належного монтажу відповідно до вимог EMC

1	Програмований логічний контролер (ПЛК)	2	Вирівнювальний кабель мін. 16 мм ² (6 AWG)
3	Кабелі кіл керування	4	Мін. відстань між кабелями ланцюга керування, кабелями двигуна та кабелями мережі живлення 200 мм (7,9 дюймів).
5	Живлення від мережі	6	Посилене захисне заземлення
7	Вихідний контактор, тощо	8	Рейка заземлення
9	Зняти ізоляцію з кабелю	10	Усі кабельні входи на одному боці панелі
11	Кабель двигуна	12	Підключення до двигуна (3 фази та захисне заземлення)

7.4.2 Силові кабелі та заземлення

Залежно від монтажу й необхідного рівня відповідності вимогам ЕМС для підключення двигуна, гальма та мережі постійного струму потрібно використовувати екрановані кабелі. Як альтернативу можна використовувати неекрановані кабелі в металевому кабелепроводі.

Якщо використовується екранований кабель, важливо підключити екран через з'єднання 360°. Під'єднайте екран за допомогою затискачів, що входять до комплекту, і уникайте скручувань, оскільки вони обмежують функціональність екрана.

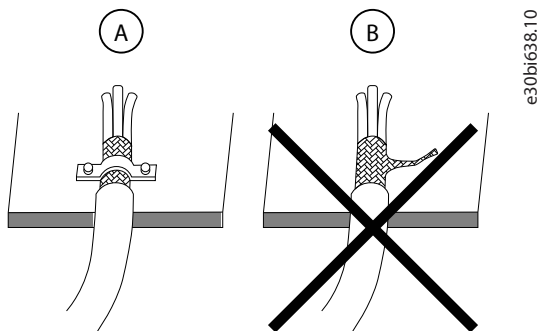


Рисунок 40: Установлення екрана кабелю

ПРИМІТКА

ЕКРАНОВАНІ КАБЕЛІ

Якщо не використовуються екрановані кабелі або металеві кабелепроводи, пристрій і монтаж не відповідають нормативним обмеженням.

Якщо для підключення гальмівного резистора використовується неекранований провід, для зменшення електричних шумів рекомендується скрутити проводи.

Кабелі мають бути якомога коротшими, щоб зменшити рівень перешкод від усієї системи та звести до мінімуму втрати.

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ**НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ — НЕБЕЗПЕКА СТРУМУ ВИТОКУ > 3,5 МА**

Струм витоку перевищує 3,5 МА. Неналежне під'єднання привода до захисного заземлення (РЕ) може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Використовуйте посилений провідник захисного заземлення, що відповідає стандарту IEC 60364-5-54, пункт 543.7, або місцевим нормам і правилам техніки безпеки для обладнання з великим струмом дотику. Для посиленого захисного заземлення привода можна використовувати:
 - провідник захисного заземлення з поперечним перерізом принаймні 10 мм² (8 AWG) із міді або 16 мм² (6 AWG) з алюмінію;
 - додатковий провідник захисного заземлення такого самого перерізу, що й оригінальний провідник захисного заземлення, як зазначено у стандарті IEC 60364-5-54, з мінімальною площею поперечного перерізу 2,5 мм² (14 AWG) (із захистом від механічних пошкоджень) або 4 мм² (12 AWG) (без захисту від механічних пошкоджень);
 - провідник захисного заземлення повністю вкритий оболонкою або іншим чином захищений по всій довжині від механічних пошкоджень;
 - провідник захисного заземлення багатожильного силового кабелю з мінімальним поперечним перерізом проводу захисного заземлення 2,5 мм² (14 AWG) (постійно підключений або такий, що підключається за допомогою промислового роз'єму; багатожильний силовий кабель має бути встановлений із відповідним компенсатором натягу).
- ПРИМІТКА. У стандарті IEC/EN 60364-5-54, пункт 543.7, і деяких галузевих стандартах (наприклад, IEC/EN 60204-1) межею для використання посиленого проводу захисного заземлення є струм витоку 10 МА.

Привод має бути заземлений відповідно до застосовних стандартів і директив. Для проводки вхідного живлення, двигуна та ланцюгу керування використовуйте окремі проводи заземлення. Зрівняйте індивідуальні дроти заземлення окремо з дотриманням вимог щодо розмірів.

Під час підключення до двигунів дотримуйтесь вимог виробника щодо проводки.

Провід заземлення мають бути якомога коротшими. Мінімальний переріз проводів заземлення становить 10 мм² (7 AWG). Як альтернативу можна використовувати два проводи заземлення, розраховані на номінальний струм, з окремими з'єднувальними наконечниками. Не заземлюйте приводи послідовно (див.).

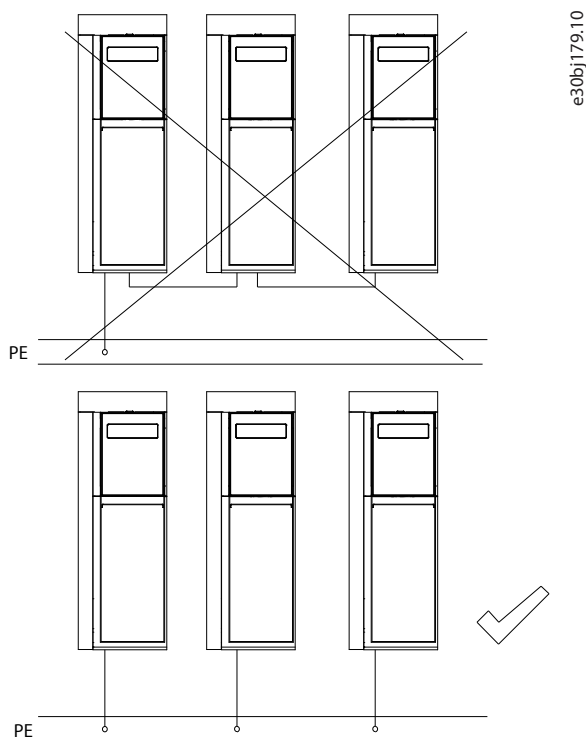


Рисунок 41: Принцип заземлення

7.4.3 Кабелі кіл керування

Використовуйте для підключення елементів керування екрановані кабелі та не прокладайте проводи керування поруч із силовими кабелями. Рекомендується ізолювати кабелі кіл керування від силових кабелів (мережа живлення, двигун, гальмо й постійний струм), проклавши їх окремо або дотримуючись мінімальної відстані 200 мм (7,9 дюйма). Для додаткового екранування обидва кінці екранованих кабелів кіл керування повинні бути підключені до екрана.

Сигнальні кабелі 24 В потрібно прокладати окремо від сигналів 110 В і 230 В, наприклад від реле.

Якщо привод підключений до термістора, проводи повинні бути екрановані й мати посилену (подвійну) ізоляцію. Рекомендовано використовувати напругу живлення 24 В постійного струму.

Прокладаючи лінії зв'язку та лінії передачі команд/керування, дотримуйтеся стандарту конкретного протоколу.

7.5 Гальванічна ізоляція

Технологія PELV забезпечує захист через використання наднизької напруги. Захист від удару струмом забезпечено, якщо джерело живлення належить до типу PELV, а монтаж виконано відповідно до місцевих/національних норм щодо джерел живлення PELV.

Усі клеми керування та релейні клеми 01–03 відповідають вимогам PELV (захисна наднизька напруга).

Гальванічна (гарантована) ізоляція досягається шляхом дотримання вимог щодо посиленої ізоляції та забезпечення відповідної довжини шляхів витоків струму та ізоляційних відстаней. Ці вимоги описано в стандарті EN 61800-5-1.

Компоненти, що забезпечують електричну ізоляцію, як показано на , також відповідають вимогам щодо посиленої ізоляції й витримують відповідні випробування, як описано в EN 61800-5-1.

Гальванічна ізоляція захисною наднизькою напругою (PELV) може бути представлена в 3 місцях (див.):

Щоб забезпечити захист з використанням PELV, усі з'єднання з клемми керування мають бути виконані відповідно до вимог PELV; наприклад, термістор повинен мати посилену/подвійну ізоляцію.

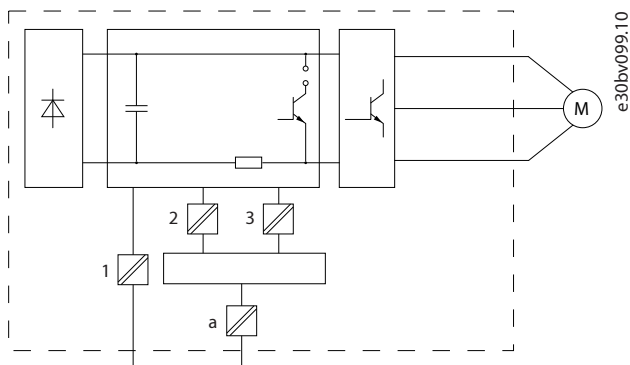


Рисунок 42: Гальванічна ізоляція

1	Клієнтське реле	2	Зв'язок між силовою платою та платою керування
3	Джерело живлення (імпульсний блок живлення) плати керування	a	Функціональна гальванічна ізоляція для стандартного інтерфейсу шини RS485

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

РЕКОМЕНДАЦІЇ З БЕЗПЕКИ

Недотримання рекомендацій може призвести до летальних наслідків або серйозної травми.

- Перш ніж торкатися будь-яких електричних частин, переконайтеся, що інші входи напруги, як-от вхід розподілу навантаження (підключення ланцюга постійного струму) й підключення двигуна для кінетичного резервування, відключені.
- Дотримуйтеся часу розрядження, зазначеного в розділі «Безпека» посібника з експлуатації.

7.6 Струм витоку на землю

Дотримуйтеся національних і місцевих норм, які стосуються захисного заземлення обладнання зі струмом витоку > 3,5 мА.

Технологія привода передбачає високочастотне перемикання за високої потужності. Таке перемикання генерує струми витоку в проводах заземлення. Аварійний струм у приводі, що виникає на вихідних силових клеммах, може містити компонент постійного струму, який може сприяти заряджанню конденсаторів фільтра й утворенню перехідних струмів заземлення. Струм витоку на землю складається з декількох чинників і залежить від різних конфігурацій системи, як-от:

- фільтрування радіозавад;
- екрановані кабелі двигуна;
- довжина кабелю двигуна;
- потужність привода.

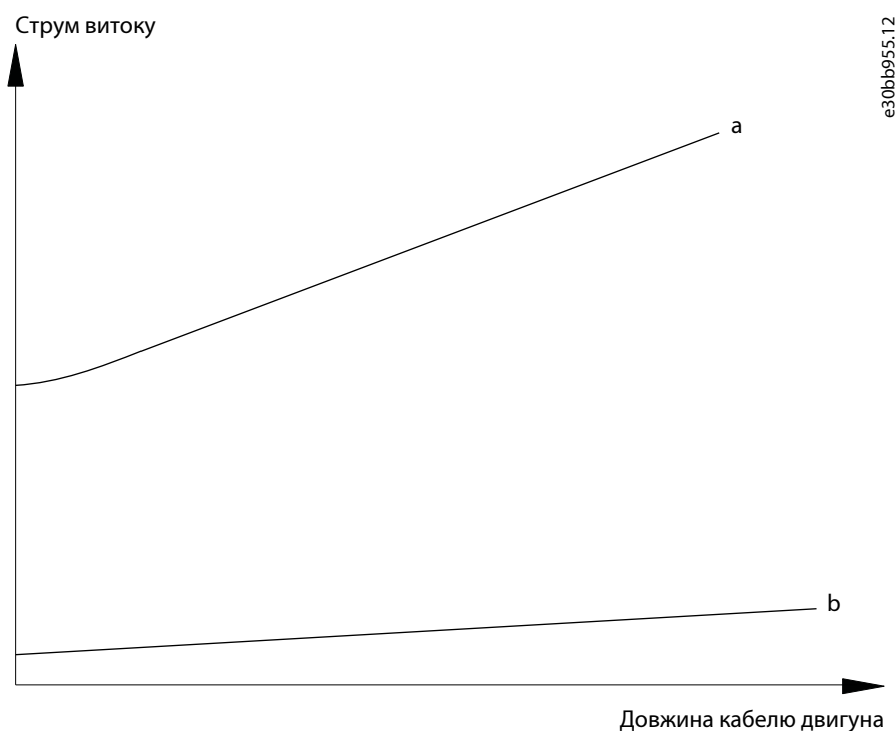


Рисунок 43: Вплив довжини кабелю й потужності на струм витоку, $P_a > P_b$

Струм витоку також залежить від спотворення в ланцюгу.

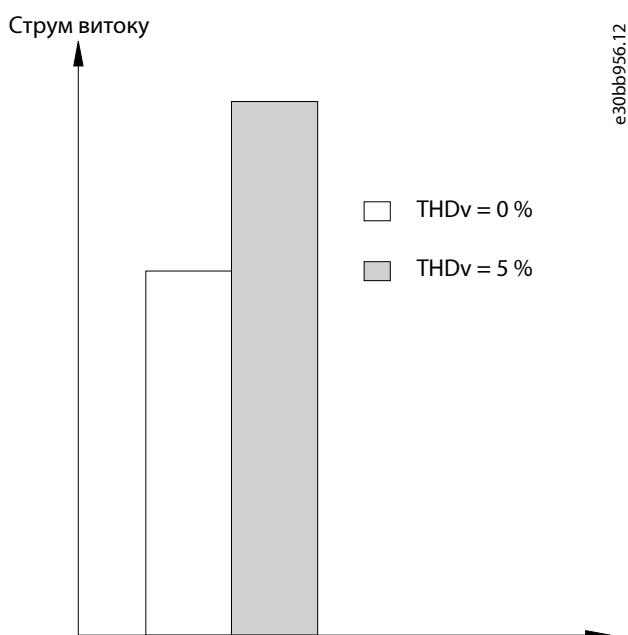


Рисунок 44: Вплив спотворення в ланцюгу на струм витоку

Згідно зі стандартом EN/IEC61800-5-1 (стандарт із систем силового привода) слід бути особливо обережним у випадку, якщо струм витоку перевищує 3,5 мА. Слід посилити заземлення, дотримуючись таких вимог до підключення захисного заземлення:

- Поперечний переріз проводу заземлення (клемма 95) має бути принаймні 10 мм² (8 AWG).
- Використовуйте два окремих проводу заземлення, що відповідають нормативам розмірів.

Додаткову інформацію див. у стандарті EN/IEC61800-5-1.

7.7 Монтаж двигуна

7.7.1 Рекомендації щодо монтажу двигуна

Під час вибору привода змінного струму враховуйте наведені нижче аспекти.

- **Обмеження крутильного моменту:** якщо привод змінного струму керує двигуном, для цього двигуна можна встановити межі крутильного моменту. Вибір перетворювача частоти з номінальною потужністю, яка відповідає номінальному струму або потужності двигуна, забезпечує надійне керування необхідним навантаженням. Однак для забезпечення плавного прискорення навантаження та стійкості до пікових навантажень, що періодично виникають, необхідний додатковий резерв.
- **Номінальний струм** привода та двигуна. Номінальна потужність є орієнтовною.
- **Правильна робоча напруга.**
- Переконайтеся, що двигун витримує **максимальну пікову напругу** на клеммах двигуна.
- **Потрібний діапазон швидкостей:** робота за частоти джерела живлення двигуна, що перевищує номінальну (50 Гц або 60 Гц), можлива тільки зі зниженою потужністю. Робота на низькій частоті та з високим крутильним моментом може призвести до перегріву двигуна через недостатнє охолодження.
- **Зниження номінальних характеристик:** синхронні двигуни потребують зниження номінальних характеристик, як правило у 2-3 рази, оскільки коефіцієнт потужності, а значить і струм можуть бути високими за низької частоти.
- **Робота в режимі перевантаження:** привод швидко обмежує струм до 150 % від повного. Стандартний двигун з фіксованою швидкістю витримує такі перевантаження.
- **Зупин двигуна:** якщо необхідно швидко зупинити двигун, слід розглянути можливість використання гальмівного резистора (виберіть клеми гальмування на Перетворювачі частоти iC2-Micro) для поглинання енергії.
- **Напрямок обертання** за підключення до вихідних клем перетворювача частоти U-V-W відповідає специфікаціям NEMA MG1 і IEC 60034-8. Щоб уникнути потенційно небезпечної ситуації, необхідно забезпечити правильний напрямок обертання в кінцевій установці. Якщо потрібен лише 1 напрямок обертання, рекомендується налаштувати привод на роботу лише у відповідному напрямку.

Основи захисту ізоляції двигуна та підшипників у приводних системах змінного струму див. у розділах [7.7.3 Ізоляція двигуна](#) і [7.7.4 Підшипникові струми](#).

7.7.2 Підтримувані типи двигунів

Перетворювачі частоти iC2-Micro сумісні з:

- асинхронними двигунами змінного струму;
- синхронними двигунами з постійними магнітами.

Приводи не залежать від двигуна й можуть бути підключені до двигуна будь-якої марки. Інструкції з налаштування двигунів див. у посібнику із застосування.

Для отримання докладної інформації про підтримувані типи двигунів зверніться до Danfoss.

7.7.3 Ізоляція двигуна

Через швидке перемикання й відбиття в кабелях двигуни піддаються більшому навантаженню напругою в обмотках, коли живляться від приводів змінного струму, ніж за синусоїдальної напруги живлення.

Незалежно від поточної частоти, на вихід привода змінного струму подаються імпульси напруги з коротким часом наростання, приблизно рівні напрузі на шині постійного струму привода. Залежно від властивостей ослаблення й відбиття, які мають кабелі двигуна та клеми, імпульсна напруга може майже вдвічі перевищувати напругу на клеммах двигуна. Це створює навантаження на ізоляцію обмотки двигуна та може призвести до її руйнування, що може спричинити іскріння.

Залежно від напруги й довжини кабелю потрібен фільтр або посилена ізоляція двигуна.

7.7.4 Підшипникові струми

Приводи змінного струму можуть створювати напругу синфазного режиму, яка індукує напругу на підшипниках двигуна, що призводить до потоку струму через підшипники двигуна. Для захисту від підшипникових струмів використовуйте синусоїдальні фільтри або фільтри синфазних завад.

Через свій принцип роботи приводи змінного струму спричиняють низку небажаних побічних ефектів:

- знос ізоляції обмотки двигуна;
- навантаження на підшипники;
- акустичний комутаційний шум у двигуні;
- електромагнітні завади.

У більшості застосувань ці ефекти перебувають на прийнятному рівні, але іноді їх необхідно придушувати. Для придушення цих ефектів на виході приводів встановлюють фільтри. Найбільш поширеними є фільтри dU/dt , синусоїдні фільтри та фільтри синфазних завад.

Різке зростання частоти комутації вихідної напруги привода змінного струму в поєднанні з власною напругою синфазного режиму, що виробляється приводом змінного струму, спричиняє напругу на валу. Асиметрія двигуна або використання асиметричних кабелів двигуна, особливо в застосуваннях із високою потужністю, де струм двигуна перевищує 100–200 А, також може спричинити напругу на валу.

Таблиця 53: Зменшення ефектів підшипникового струму за допомогою фільтрів

Тип фільтра	
Фільтри dU/dt	Фільтри dU/dt зменшують швидкість імпульсів напруги на виході привода до значень, які зазвичай нижчі за 500 В/мкс. Це зменшує навантаження на ізоляцію обмотки двигуна. Форма напруги, як і раніше, має широтно-імпульсну модуляцію. Додаткові фільтри dU/dt також захищають систему ізоляції двигуна та зменшують струми підшипників.
Синусоїдальні фільтри	Синусоїдальний фільтр зменшує струми підшипників і відбиття напруги, а також знижує шум двигуна. Якщо використовується вихідний трансформатор, синусоїдальний фільтр усуває високочастотні компоненти, які можуть навантажувати трансформатор. Синусоїдальний фільтр також дозволяє використовувати значно довші кабелі двигуна.
Фільтри синфазних завад	Фільтри синфазних завад зменшують високочастотні синфазні струми між приводом змінного струму та двигунами. Високочастотні синфазні фільтри є хорошим рішенням для зменшення навантаження від електричного підшипникового струму, але застосування таких фільтрів не виключає необхідності виконувати встановлення відповідно до вимог EMC.

7.7.5 Тепловий захист двигуна

Двигун, підключений до привода, під час роботи можна контролювати, щоб уникнути перегріву.

Залежно від критичності перегріву можна використовувати різні методи контролю:

- вбудований електронний тепловий контроль двигуна;
- зовнішні датчики (PTC згідно з DIN 44081).

Функція електронного теплового реле

Функція електронного теплового реле (ETR) захищає двигун від теплового перевантаження без підключення зовнішнього пристрою шляхом оцінки температури двигуна на основі поточного навантаження й часу.

Функція ETR відповідає застосовним вимогам стандарту UL 61800-5-1, включно з вимогою щодо збереження теплової пам'яті, і забезпечує рівень захисту класу 20.

ETR — це електронна функція, яка імітує біметалеве реле на основі внутрішніх вимірювань. Графік представлено на .

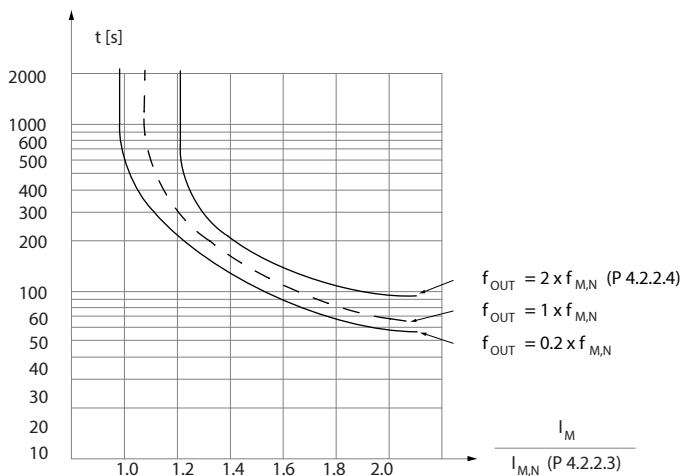


Рисунок 45: ETR

По осі X показано співвідношення між $I_{\text{двиг.}}$ та $I_{\text{двиг. ном.}}$. По осі Y показано час у секундах перед спрацюванням функції ETR, що вимикає привод. Криві показують характерну номінальну швидкість, що вдвічі перевищує номінальну, і швидкість 0,2 від номінальної. Якщо швидкість нижча, функція ETR спрацює за нижчої температури у зв'язку з менш інтенсивним охолодженням двигуна. Таким чином двигун захищено від перегрівання навіть на низькій швидкості. Функція ETR розраховує температуру двигуна на основі фактичного струму та швидкості. Розрахована температура відображається в *параметрі P 4.1.5 Motor Thermal Load* із виведенням на дисплей.

Підключені зовнішні датчики

Моніторинг можна здійснювати за допомогою аналогових або цифрових входів на платі вводу/виводу або за допомогою додаткових функціональних пристроїв. Датчики повинні мати подвійну або посилену ізоляцію між двигуном і блоком керування приводом.

Через аналоговий вхід можна вимірювати температуру за допомогою зовнішніх датчиків.

Використання цифрового входу дозволяє здійснювати моніторинг за допомогою датчика РТС. Датчик РТС має бути підключений до цифрового входу від напруги 24 В пост. струму.

Додаткову інформацію про налаштування функцій див. у посібнику із застосування.

7.8 Екстремальні умови експлуатації

Коротке замикання (фаза двигуна — фаза)

Привід має захист від короткого замикання, що ґрунтується на вимірюванні струму в кожній із трьох фаз двигуна або в ланцюзі постійного струму. Коротке замикання між двома вихідними фазами призводить до перевантаження привода за струмом. Якщо струм короткого замикання перевищує допустиме значення (*Збій 16, коротке замикання*), привод вимикається.

Перемикання на виході

Перемикання на виході між двигуном і приводом повністю дозволене й не призводить до пошкодження привода. Однак можуть з'являтися повідомлення про збої.

Перенапруга, генерована двигуном

Напруга в ланці постійного струму підвищується, коли двигун працює як генератор. Це відбувається в таких випадках:

- Навантаження запускає двигун (із постійною вихідною частотою привода).
- Якщо під час уповільнення (зниження швидкості) момент інерції високий, тертя є низьким і часу уповільнення виявляється недостатньо для розсіювання енергії як втрати в приводі, двигуні й установці.

- Неправильне налаштування компенсації ковзання може призвести до підвищення напруги на ланці постійного струму.

Блок керування може спробувати за можливості виправити рампу (*параметр P 2.3.1 Overvoltage Controller Enable*). Привод вимикається для захисту транзисторів і конденсаторів постійного струму, коли досягається певний рівень напруги.

Щоб вибрати метод керування рівнем напруги в ланці постійного струму, див. *параметр P 2.3.1 Overvoltage Controller Enable*, *параметр P 3.2.1 Enable Brake Chopper* і *параметр P 4.4.2.1 Enable AC-Brake*.

Зникнення напруги в мережі

У разі зникнення напруги в мережі живлення привод продовжує працювати, доки напруга в ланці постійного струму не опуститься нижче за мінімальний рівень для зупину, а саме:

- 180 В для 1 × 100–120 В.
- 180 В для 1 × 200–240 В.
- 202 В для 3 × 200–240 В.
- 314 В для 3 × 380–480 В.

Тривалість вибігу інвертора визначається напругою мережі перед зникненням живлення й навантаженням двигуна.

Статичне перевантаження в режимі VVC+

Коли привод перевантажено, досягається обмеження крутильного моменту в *параметрі P 5.10.1 Motor Torque Limit/параметрі P 5.10.2 Regenerative Torque Limit*, блок керування зменшує вихідну частоту для зменшення навантаження.

У разі надмірного перевантаження може виникнути надструм, що призведе до вимкнення привода приблизно через 5–10 с.

Робота на межі крутильного моменту обмежена часом (0–60 с), зазначеним у *параметрі P 5.10.6 Trip Delay at Torque Limit*.

Обмеження крутильного моменту

Обмеження крутильного моменту захищає двигун від перевантаження незалежно від швидкості. Обмеження крутильного моменту налаштовується в *параметрі P 5.10.1 Motor Torque Limit* і *параметрі P 5.10.2 Regenerative Torque Limit*. *Параметр P 5.10.6 Trip Delay at Torque Limit* регулює час до вимкнення попередження про обмеження крутильного моменту.

Обмеження струму

Параметр P 2.7.1 Output Current Limit % регулює обмеження струму, а *параметр P 2.7.5 Trip Delay at Current Limit* — час до спрацювання попередження про досягнення межі струму.

Нижній ліміт швидкості

Параметр P 5.8.3 Motor Speed Low Limit [Hz] установлює мінімальну вихідну швидкість, яку може забезпечити привод.

Верхній ліміт швидкості

Параметр P 5.8.2 Motor Speed High Limit [Hz] або *параметр P 2.3.14 Max Output Frequency* установлює максимальну вихідну швидкість, яку може забезпечити привод.

7.9 Силовий кабель

7.9.1 Рекомендації щодо силових кабелів

Вибираючи силові кабелі, слід враховувати наведені нижче аспекти.

- Уся проводка має відповідати національним і місцевим нормам і правилам щодо перерізу проводів і температури довкілля.
- Приводи призначено для використання з мідними кабелями номіналом 70 °C (158 °F). Якщо не вказано інше, температура навколишнього середовища привода відповідає номінальним характеристикам кабелю.

- Не рекомендується використовувати алюмінієві провідники. Якщо використовуються алюмінієві провідники, перед підключенням провідника переконайтеся, що його поверхня чиста, оксидний шар видалено, а провідник покрито нейтральним мастилом, що не містить кислот. Через м'якість алюмінію клемний гвинт слід через 2 дні підтягнути. Важливо забезпечити газонепроникне з'єднання, інакше алюмінієва поверхня знову окислиться.
- Для проводу заземлення потрібні кабельні наконечники.
 - У разі використання MA01c–MA02c рекомендовано встановити на провід захисного заземлення кабельний наконечник JST 8-4 (кільцева безпайкова кабельна клема).

Докладніше про розміри роз'ємів живлення див. у [4.4 Роз'єми живлення](#). Розміри стосуються як одножильних, так і багатожильних кабелів.

7.9.2 Вимоги до моментів затягування.

З'єднання мають бути затягнуті з правильним моментом; див. таблицю нижче.

Таблиця 54: Вимоги до моментів затягування.

Типорозмір корпусу	Мережа живлення та двигун [Н·м (дюйм-фунт)]	Підключення пост. струму [Н·м (дюйм-фунт)]	Гальмо [Н·м (дюйм-фунт)]	Клієнтське реле [Н·м (дюйм-фунт)]	Підключення заземлення [Н·м (дюйм-фунт)]
MA01c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA01a	0,7 (6,2)	Прямі гнізда	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02a	0,7 (6,2)	Прямі гнізда	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA03a	0,7 (6,2)	Прямі гнізда	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA04a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)
MA05a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)

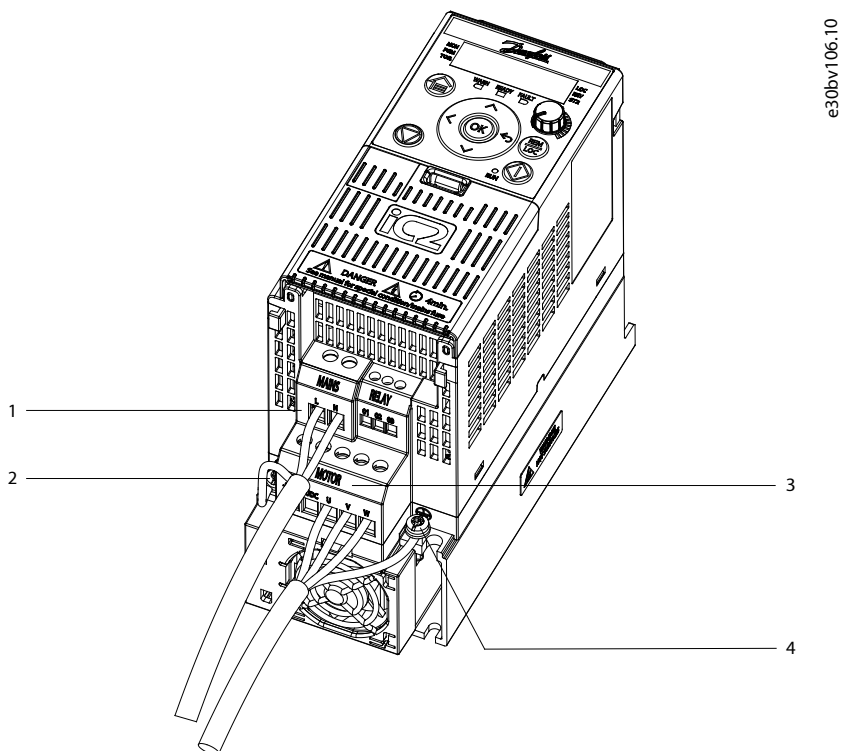
7.10 Електричний монтаж

7.10.1 Підключення мережі живлення, двигуна й заземлення

Підключення мережі живлення, двигуна й заземлення для однофазних і трифазних приводів показано на і. Фактичні конфігурації відрізняються для різних типів пристроїв та додаткового обладнання.

ПРИМІТКА

У разі використання двигунів без паперової ізоляції фазної обмотки або іншої посиленої ізоляції, придатної для роботи з джерелом напруги, слід установити синусоїдний фільтр на виході привода.



e30bv106.10

Рисунок 46: Підключення мережі живлення, двигуна й заземлення на однофазних блоках (наприклад, MA02с)

1	Мережа живлення	2	Точка заземлення А
3	Двигун	4	Точка заземлення В

ПРИМІТКА

У приводах MA01с і MA02с до точки заземлення А можна підключити кабель із перетином 10 мм² (7 AWG) за допомогою кінцевої муфти; рекомендовано використовувати кінцеву муфту типу *мідний трубчастий наконечник JST TUB-4*.

ПРИМІТКА

Для приводів MA01с і MA02с потрібні роз'єднувальні панелі, якщо використовуються 3 клеми заземлення.

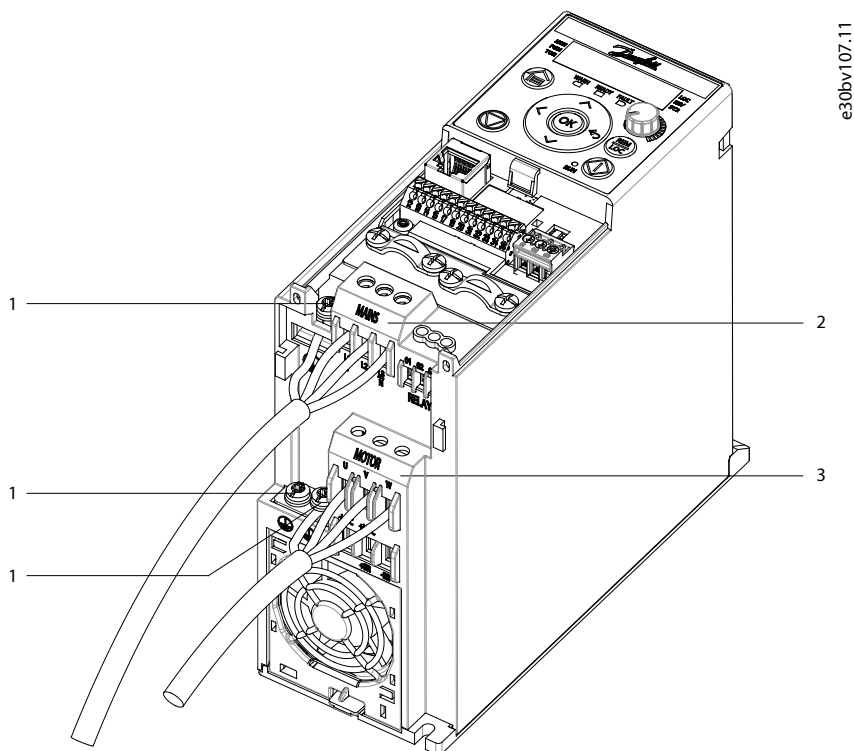


Рисунок 47: Підключення мережі живлення, двигуна й заземлення на трифазних блоках (наприклад, MA02a)

1	Заземлення	2	Мережа живлення
3	Двигун		

7.10.2 Під'єднання двигуна

ПОПЕРЕДЖЕННЯ



ІНДУКОВАНА НАПРУГА

Індукована напруга від вихідних кабелів двигунів, прокладених поруч, може зарядити конденсатори обладнання, навіть якщо обладнання буде вимкнено та ізольовано/позначено. Недотримання вимог щодо роздільного прокладання кабелів двигуна може призвести до летальних наслідків або серйозної травми.

- Прокладайте вихідні кабелі від двигуна роздільно або використовуйте екрановані кабелі.
- Одночасно блокуйте/позначайте всі приводи.

- Використовуйте кабель розміру, рекомендованого національними та місцевими нормами електробезпеки. Максимальні розміри кабелів див. у [4.4 Роз'єми живлення](#).
- Дотримуйтесь вимог виробника двигуна щодо його підключення.
- Заглушки проводки двигуна або панелі доступу передбачені на дні корпусів, що відповідають стандарту IP55/Тип 1.
- Забороняється підключати пусковий пристрій або пристрій переключення полярності (наприклад, двигун Даландера або асинхронний двигун із контактними кільцями) між приводом і двигуном.

7.10.3 Підключення до джерела змінного струму

- Визначайте розмір дротів відповідно до вхідного струму приводу. Інформація щодо максимальних розмірів кабелів наведена у [4.4 Роз'єми живлення](#).

- Використовуйте кабель розміру, рекомендованого національними та місцевими нормами електробезпеки.
 - Підключіть кабелі живлення змінного струму до клем N і L для 1-фазних пристроїв або до клем L1, L2 і L3 для 3-фазних пристроїв, як показано на (докладніше див. [7.10.1 Підключення мережі живлення, двигуна й заземлення](#)).

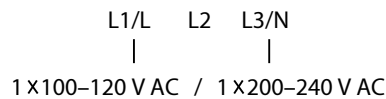
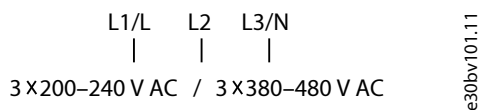
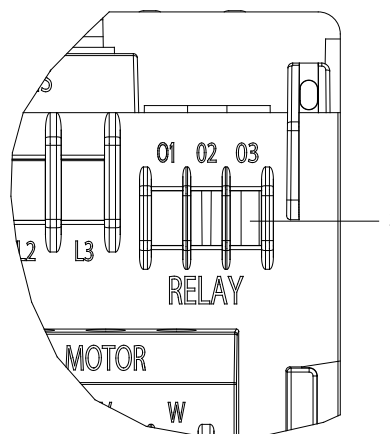
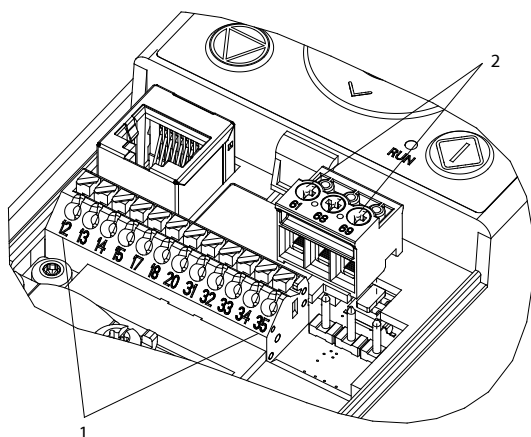


Рисунок 48: Однофазні та трифазні провідні з'єднання

- Залежно від конфігурації обладнання підключіть вхідне живлення до силових вхідних клем або до вхідного роз'єднувача.
- Заземліть кабель відповідно до інструкцій із заземлення, наведених у [7.4.2 Силові кабелі та заземлення](#).

7.10.4 Типи клем керування



e30bv097.10

Рисунок 49: Номери й розташування клем керування

1	Клеми керування вводом-виводом	2	Послідовний зв'язок
3	Реле		

Таблиця 55: Описи клем

Клема	Параметр	Заводська настройка	Опис
Цифрові входи/виходи, імпульсні входи/виходи			
12	–	+24 В пост. струму	Напруга живлення 24 В пост. струму. Макс. вихідний струм становить 100 мА.
13	Параметр P 9.4.1.2 Terminal 13 Digital Input	[8] Start	Цифровий вхід.
14	Параметр P 9.4.1.3 Terminal 14 Digital Input	[10] Reversing	Цифровий вхід.

Таблиця 55: Описи клем (продовження)

Клема	Параметр	Заводська настройка	Опис
15	Параметр P 9.4.1.4 Terminal 15 Digital Input	[1] Reset	Можна вибрати як цифровий вхід, цифровий вихід або імпульсний вихід. За замовчуванням налаштовано як цифровий вхід.
	Параметр P 9.4.2.2 Terminal 15 Digital Output	[0] No Operation	
	Параметр P 9.4.5.1 Terminal 15 Pulse Output	[0] No Operation	
17	Параметр P 9.4.1.5 Terminal 17 Digital Input	[14] Jog	Цифровий вхід.
18	Параметр P 9.4.1.6 Terminal 18 Digital Input	[0] No Operation	Цифровий вхід, також можна використовувати як імпульсний вхід.
20	–	–	Спільна клема для цифрових і аналогових входів.
Аналогові входи/виходи			
31	Параметр P 9.5.1.1 Terminal 31 Mode	[0] 0–20 mA	Програмований аналоговий вихід. Аналоговий сигнал дорівнює 0–20 mA або 4–20 mA за макс. 500 Ом.
32	–	+10 В пост. струму	Аналогова напруга живлення 10 В пост. струму. Максимум 25 mA, зазвичай використовується для підключення потенціометра або термістора.
33	Параметр P 9.5.2.1 Terminal 33 Mode	[1] Режим напруги	Аналоговий вхід. Можна вибирати між режимами напруги та струму.
34	Параметр P 9.5.3.1 Terminal 34 Mode	[1] Режим напруги	Аналоговий вхід. Можна вибирати між режимами напруги та струму.
35	–	–	Спільна клема для цифрових і аналогових входів.
Послідовний зв'язок			
61	–	–	Спільна клема для інтерфейсу RS485.
68 (+)	Група параметрів G 10.1 FC Port Settings	–	Інтерфейс RS485. Для контактного опору передбачено перемикач.
69 (-)	Група параметрів G 10.1 FC Port Settings	–	
Реле			
01, 02, 03	Параметр P 9.4.3.1 Function Relay	[9] Fault	Вихід для реле типу Form C. Ці реле розташовані в різних місцях залежно від конфігурації та типорозміру привода. Використовуються підключення напруги змінного й постійного струму, а також резистивних та індуктивних навантажень.

7.10.5 Розміри проводів керування й довжина зачищення ізоляції

З'єднання виконуються шляхом вдвлювання в роз'єм суцільного проводу. Якщо використовується гнучкий (багатожильний) провід, рекомендується використовувати наконечники. Якщо гнучкий провід використовується без наконечників, роз'єм слід насаджувати за допомогою невеликої викрутки, як показано на . Максимальний розмір викрутки становить 3 мм.

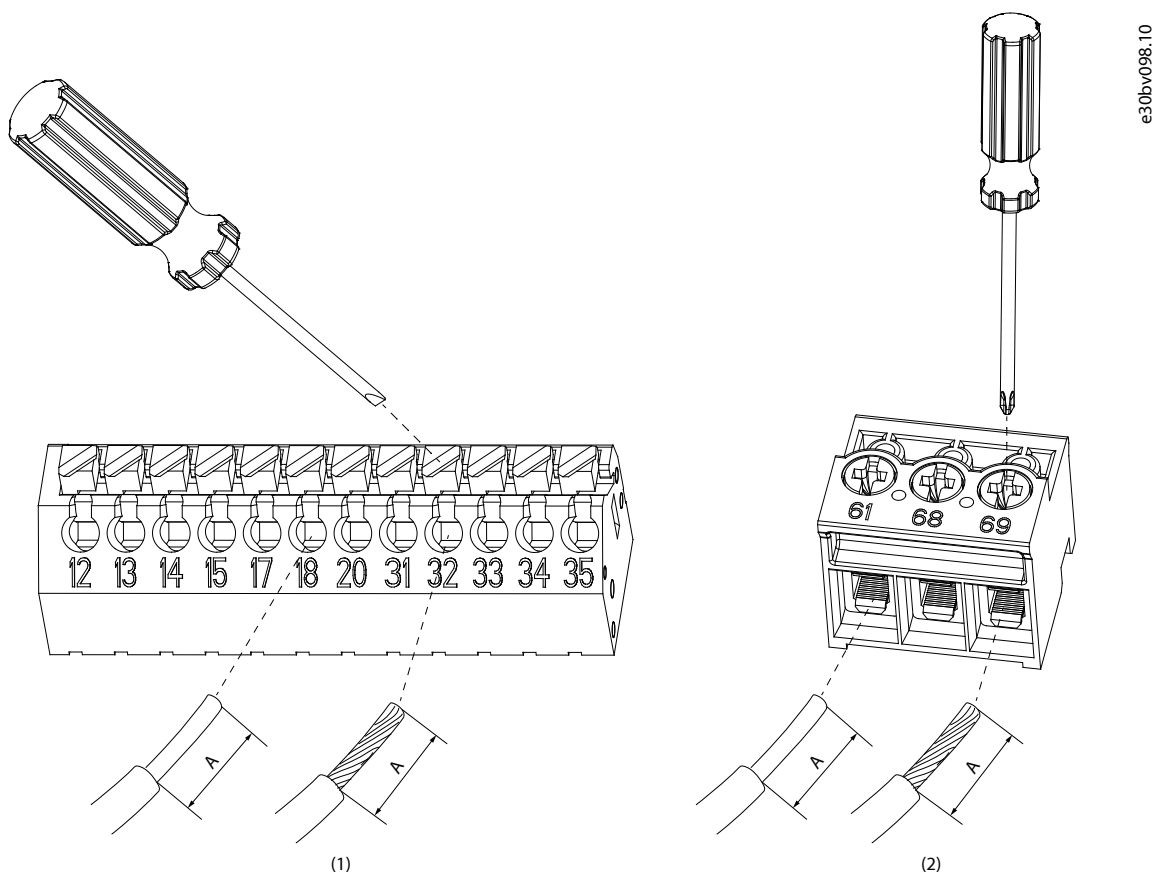


Рисунок 50: Вставлення проводів у роз'єм

1 Клема вводу/виводу

2 Клема RS485

Таблиця 56: Перетин кабелів для клеми вводу/виводу

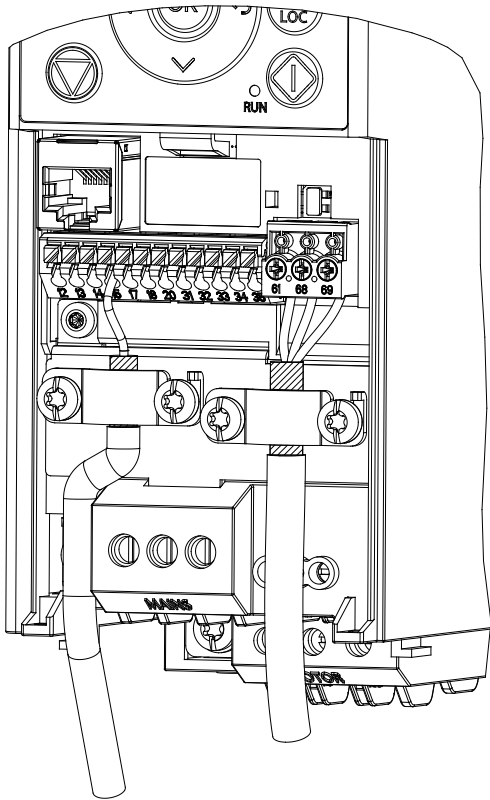
Тип проводу	Поперечний переріз [мм ² (AWG)]	Довжина зачищення ізоляції A [мм (дюйм)]
Суцільний	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)
Гнучкий із наконечником	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)

Таблиця 57: Перетин кабелів для клеми RS485

Тип проводу	Поперечний переріз [мм ² (AWG)]	Довжина зачищення ізоляції A [мм (дюйм)]
Суцільний	0,25–1,5 (24–16)	5–6 (0,20–0,24)
Гнучкий із наконечником	0,25–1,5 (24–16)	5–6 (0,20–0,24)

7.10.6 Підключення екрана кабелю

Екран кабелю повинен повністю торкатися затискача EMC на платі EMC. Необхідно зняти ізоляцію кабелю й відкрити екран кабелю по всій поверхні. Уникайте скручувань.



e30bv091.10

Рисунок 51: Правильне підключення екрана кабелю

Бажаним методом є закріплення кабелів керування та кабелів послідовного зв'язку за допомогою екранувальних затискачів, що передбачені на обох кінцях, щоб забезпечити найкращий контакт кабелю для високих частот.

Якщо потенціал заземлення між приводом і ПЛК відрізняється, електричний шум може заважати роботі всієї системи. Вирішіть цю проблему, розташувавши вирівнювальний кабель якомога ближче до кабелю керування. Мін. площа поперечного перерізу проводу: 16 мм² (6 AWG).

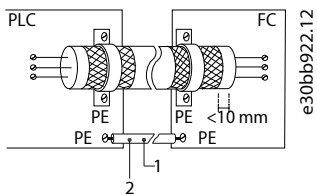


Рисунок 52: Екранувальні затискачі на обох кінцях

1	Мінімум 16 мм ² (6 AWG)	2	Вирівнювальний кабель
---	------------------------------------	---	-----------------------

У разі використання довгих кабелів керування можуть утворюватися петлі заземлення. Щоб усунути петлі заземлення, підключіть кінець екрана до заземлення через конденсатор 100 нФ (виводи мають бути короткими).

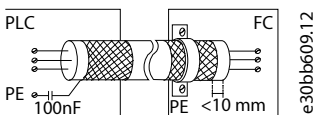


Рисунок 53: Підключення через конденсатор 100 нФ

Щоб уникнути електромагнітних завад під час послідовного зв'язку, клемма b1 підключається до землі через внутрішнє RC-ланцюг. Використовуйте кабелі типу «звита пара» для зменшення перешкод між провідниками. Рекомендований метод показано на .

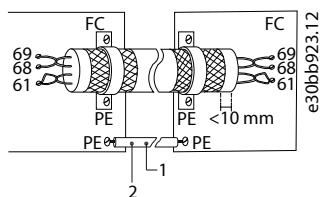


Рисунок 54: Кабелі типу «звита пара»

1	Мінімум 16 мм ² (6 AWG)	2	Вирівнювальний кабель
---	------------------------------------	---	-----------------------

Як альтернативний варіант, від підключення до клеми 61 можна відмовитися.

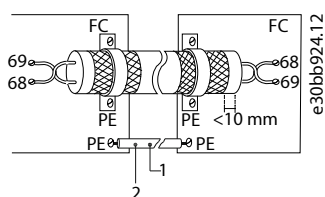


Рисунок 55: Кабелі типу «звита пара» без клеми 61

1	Мінімум 16 мм ² (6 AWG)	2	Вирівнювальний кабель
---	------------------------------------	---	-----------------------

7.10.7 Розподіл навантаження/гальмування

Таблиця 58: Підключення клем

Розподіл навантаження	-UDC і +UDC/+BR
Гальмо	-BR і +UDC/+BR

- Приводи MA01a, MA02a і MA03a: під'єднайте за допомогою проводів із рекомендованим наконечником (повністю ізольовані гніздові та плоскі наконечники типу FASTON із контактами Ultra-Pod, 521366-2, TE Connectivity).
- Корпуси інших типорозмірів: під'єднайте проводи до відповідної клеми й затягніть їх гвинтами. Необхідний максимальний момент затягування гвинтів див. на зворотному боці кришки клем.

ПРИМІТКА

Між клемами +UDC/+BR і -UDC може виникати напруга до 850 В постійного струму. Захист від короткого замикання відсутній.

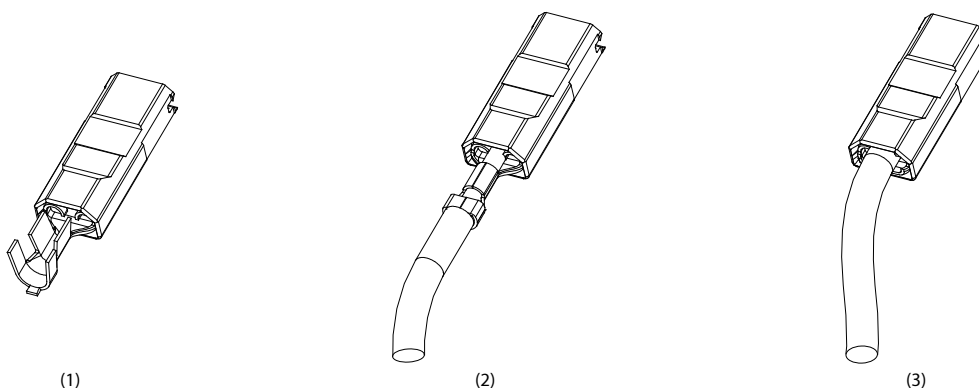


Рисунок 56: Підключення роз'єму для розподілу навантаження та гальма

- | | | | |
|---|----------------------|---|--------------------------------|
| 1 | Роз'єм | 2 | Підключення проводу до роз'єму |
| 3 | Підключення виконано | | |

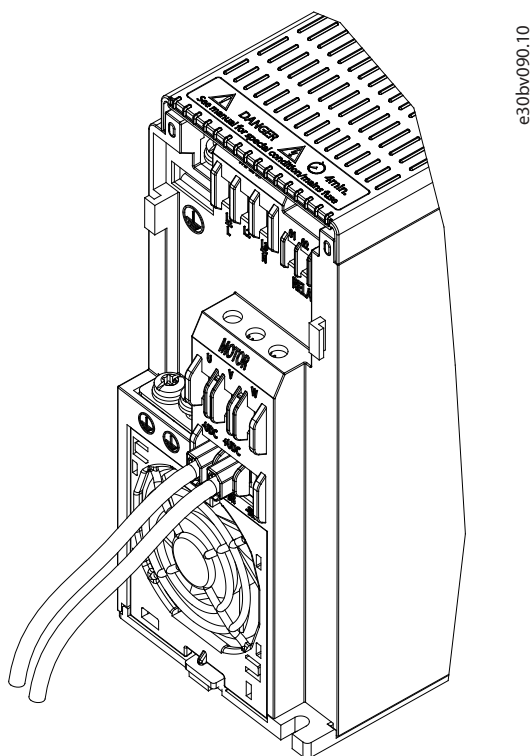


Рисунок 57: Підключення до розподілу навантаження та гальма

ПРИМІТКА

ФУНКЦІЯ ГАЛЬМУВАННЯ MA02A

Приводи MA02a мають функцію гальмування лише у варіантах 3 × 200–240 В і 3 × 380–480 В.

- Не підключайте кабель гальма до приводів MA02a 1 × 200–240 В.

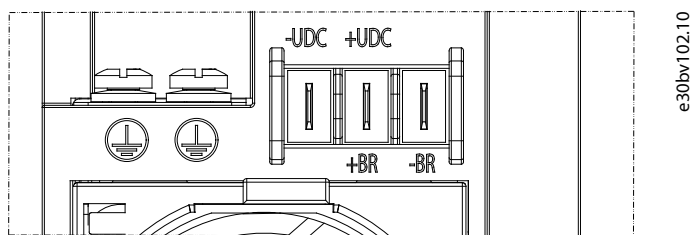


Рисунок 58: Функція гальмування MA02a (3 × 380–480 В)

8 Порядок замовлення

8.1 Код моделі

Конфігурація привода відображена в коді моделі. Код моделі можна використовувати для ідентифікації конкретної конфігурації привода та його вбудованих функцій.

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
i	C	2	-	3	0	F	A	3	N	0	4	-	0	1	A	2	E	2	0	F	0	+	A	C	B	C
								1	N	0	2									F	2		A	C	X	X
																				F	4					

e30bv086.10

Рисунок 59: Код моделі

Таблиця 59: Приклад остаточного коду моделі

Опис	Позиція	Функція
Група виробу	1–6	iC2-30
Категорія виробу	7–8	FA: перетворювач частоти, з повітряним охолодженням
Тип виробу	9–10	<ul style="list-style-type: none"> 3N: трифазне джерело живлення 1N: однофазне джерело живлення
Напруга в мережі	11–12	<ul style="list-style-type: none"> 01: 100–120 В змін. струму 02: 200–240 В змін. струму 04: 380–480 В змін. струму
Номинальний струм	14–17	01A2–46A2
Клас захисту	18–20	E20: IP20/Відкритого типу
Категорія EMC	21–22	<ul style="list-style-type: none"> F0: категорія C1 (з інтегрованим фільтром EMC) F2: категорія C2 (з інтегрованим фільтром EMC) F4: категорія C4 (без інтегрованого фільтра EMC)
Інтегрований гальмівний переривач	Коди зі знаком «плюс»	<ul style="list-style-type: none"> +ACBC: з інтегрованим гальмівним переривачем +ACXX: без інтегрованого гальмівного переривача

8.2 Замовлення приладдя й запасних частин

Таблиця 60: Кодові номери для замовлення приладдя

Категорія	Найменування деталі	Кодовий номер
Комплекти для переобладнання IP21/Тип 1	Комплект для переобладнання IP21/Тип 1, MA01c	132G0188
	Комплект для переобладнання IP21/Тип 1, MA02c	132G0189
	Комплект для переобладнання IP21/Тип 1, MA01a	132G0190
	Комплект для переобладнання IP21/Тип 1, MA02a	132G0191
	Комплект для переобладнання IP21/Тип 1, MA03a	132G0192

Таблиця 60: Кодові номери для замовлення приладдя (продовження)

Категорія	Найменування деталі	Кодовий номер
Комплекти для переобладнання NEMA	Комплект для переобладнання NEMA 1, MA01c	132G0195
	Комплект для переобладнання NEMA 1, MA02c	132G0196
	Комплект для переобладнання NEMA 1, MA01a	132G0197
	Комплект для переобладнання NEMA 1, MA02a	132G0198
	Комплект для переобладнання NEMA 1, MA03a	132G0199
	Комплект для переобладнання NEMA 1, MA04a	132G0200
	Комплект для переобладнання NEMA 1, MA05a	132G0201
Монтажні комплекти для роз'єднувальної панелі	Монтажний комплект для роз'єднувальної панелі, MA01c	132G0202
	Монтажний комплект для роз'єднувальної панелі, MA02c	132G0203
	Монтажний комплект для роз'єднувальної панелі, MA01a	132G0204
	Монтажний комплект для роз'єднувальної панелі, MA02/03a	132G0205
	Монтажний комплект для роз'єднувальної панелі, MA04/05a	132G0206
Роз'єми	Роз'єм для стандартного резистора пост. струму/гальмівного резистора	132G0207
ЛМІ та відповідне приладдя	Панель керування 2.0 OP2	132G0234
	Комплект для монтажу на поверхні OA2	132G0235
	Комплект для утопленого монтажу OA2	132G0236
	Кабель панелі керування, 1,5 м OA2	132G0237
	Кабель панелі керування, 3 м OA2	132G0238
Адаптер	Швидкий адаптер USB-C/RJ45 OAX00	132G0326

Таблиця 61: Кодові номери для замовлення запасних частин

Категорія	Найменування деталі	Кодовий номер
Охолоджувальні вентилятори	Охолоджувальний вентилятор, MA02c	132G0215
	Охолоджувальний вентилятор, MA01a	132G0216
	Охолоджувальний вентилятор, MA02a	132G0217
	Охолоджувальний вентилятор, MA03a	132G0218
	Охолоджувальний вентилятор, MA04a	132G0219
	Охолоджувальний вентилятор, MA05a	132G0220
Комплекти запчастин	Комплект запчастин, MA01c	132G0221
	Комплект запчастин, MA02c	132G0222
	Комплект запчастин, MA01a	132G0223
	Комплект запчастин, MA02a	132G0224
	Комплект запчастин, MA03a	132G0225
	Комплект запчастин, MA04a	132G0226
	Комплект запчастин, MA05a	132G0227

8.3 Замовлення гальмівних резисторів

8.3.1 Вступ

Компанія Danfoss пропонує широкий асортимент різних резисторів, спеціально розроблених для наших приводів. У цьому розділі наведено коди для замовлення гальмівних резисторів. Опір гальмівного резистора, зазначений у коді для замовлення, може бути більшим за опір $R_{рек}$. У такому разі фактичний гальмівний момент може бути меншим за максимальний гальмівний момент, який може забезпечити привод.

8.3.2 Замовлення гальмівних резисторів 10 %

Таблиця 62: Перетворювачі частоти iC2-Micro– Мережа: 3 × 380–480 В змін. струму, робочий цикл 10 %

Номинальна потужність	P_m (НО)	$R_{мін.}$	$R_{гальм. \text{ но м.}}$	$R_{рек.}$	$R_{гальм. \text{ ср.}}$	Кодовий номер	Період	Переріз провідника ⁽¹⁾	Терморе ле	Максимальний гальмівний момент із резистором
3-фазна 380–480 В	[кВт (к. с.)]	[Ом]	[Ом]	[Ом]	[кВт (к. с.)]	175Uxxxx	[с]	[мм ² (AWG)]	[А]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,190 (0,255)	3008	120	1,5 (16)	0,9	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	0,262 (0,351)	3300	120	1,5 (16)	1,3	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	0,354 (0,475)	3335	120	1,5 (16)	1,9	128
12A0	5,5 (7,5)	54	63,33	60	0,492 (0,666)	3336	120	1,5 (16)	2,5	127
15A5	7,5 (10)	38	46,05	43	0,677 (0,894)	3337	120	1,5 (16)	3,3	132
23A0	11 (15)	27	32,99	31	0,945 (1,267)	3338	120	1,5 (16)	5,2	130
31A0	15 (20)	19	24,02	22	1,297 (1,739)	3339	120	1,5 (16)	6,7	129
37A0	18,5 (25)	16	19,36	18	1,610 (2,158)	3340	120	1,5 (16)	8,3	132
43A0	22 (30)	16	18,00	17	1,923 (2,578)	3357	120	1,5 (16)	10,1	128

1) Уся проводка має відповідати національним та місцевим нормам і правилам щодо перерізу проводів і температур навколишнього середовища.

Таблиця 63: Перетворювачі частоти iC2-Micro– Мережа: 3 × 200–240 В змін. струму, робочий цикл 10 %

Номинальна потужність	P_m (НО)	$R_{мін.}$	$R_{гальм. \text{ но м.}}$	$R_{рек.}$	$R_{гальм. \text{ ср.}}$	Кодовий номер	Період	Переріз провідника ⁽¹⁾	Терморе ле	Максимальний гальмівний момент із резистором
3-фазна 200–240 В	[кВт (к. с.)]	[Ом]	[Ом]	[Ом]	[кВт (к. с.)]	175Uxxxx	[с]	[мм ² (AWG)]	[А]	[%]
07A8	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,128 (0,172)	3026	120	1,5 (16)	1,6	143
11A0	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,190 (0,225)	3031	120	1,5 (16)	1,9	140

Таблиця 63: Перетворювачі частоти iC2-Micro– Мережа: 3 × 200–240 В змін. струму, робочий цикл 10 % (продовження)

Номинальна потужність	P_m (НО)	$R_{\text{мін.}}$	$R_{\text{гальм. ном.}}$	$R_{\text{рек.}}$	$R_{\text{гальм. ср.}}$	Кодовий номер	Період	Переріз провідника ⁽¹⁾	Термореле	Максимальний гальмівний момент із резистором
3-фазна 200–240 В	[кВт (к. с.)]	[Ом]	[Ом]	[Ом]	[кВт (к. с.)]	175Uxxxx	[с]	[мм ² (AWG)]	[А]	[%]
15A2	3,7 (5,0)	20	24,47	23	0,327 (0,439)	3326	120	1,5 (16)	3,5	145
24A2	5,5 (7,5)	14	17,28	16	0,463 (0,621)	3327	120	1,5 (16)	5,3	144
31A0	7,5 (10)	9	12,56	11	0,636 (0,853)	3328	120	1,5 (16)	6,8	145
46A2	11 (15)	7	8,49	8	0,942 (1,263)	3329	120	2,5 (14)	10,5	141

1) Уся проводка має відповідати національним та місцевим нормам і правилам щодо перерізу проводів і температур навколишнього середовища.

8.3.3 Замовлення гальмівних резисторів 40 %

Таблиця 64: Перетворювачі частоти iC2-Micro — Мережа: 3 × 380–480 В змін. струму, робочий цикл 40 %

Номинальна потужність	P_m (НО)	$R_{\text{мін.}}$	$R_{\text{гальм. ном.}}$	$R_{\text{рек.}}$	$R_{\text{гальм. ср.}}$	Кодовий номер	Період	Переріз провідника	Термореле	Максимальний гальмівний момент із резистором
3-Фазна 380–480 В (Т4)	[кВт (к. с.)]	[Ом]	[Ом]	[Ом]	[кВт (к. с.)]	175Uxxxx	[с]	[мм ² (AWG)]	[А]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,807 (1,082)	3312	120	1,5 (16)	2,1	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	1,113 (1,491)	3313	120	1,5 (16)	2,7	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	1,504 (2,016)	3314	120	1,5 (16)	3,7	128
12A0	5,5 (7,5)	54	63,33	60	2,088 (2,799)	3315	120	1,5 (16)	5	127
15A5	7,5 (10)	38	46,05	43	2,872 (3,850)	3316	120	1,5 (16)	7,1	132
23A0	11 (15)	27	32,99	31	4,226 (5,665)	3236	120	2,5 (14)	11,5	130
31A0	15 (20)	19	24,02	22	5,804 (7,780)	3237	120	2,5 (14)	14,7	129
37A0	18,5 (25)	16	19,36	18	7,201 (9,653)	3238	120	4 (12)	19	132
43A0	22 (30)	16	18,00	17	8,604 (11,534)	3203	120	4 (12)	23	128

1) Уся проводка має відповідати національним та місцевим нормам і правилам щодо перерізу проводів і температур навколишнього середовища.

Таблиця 65: Перетворювачі частоти iC2-Micro– Мережа: 3 × 200–240 В змін. струму, робочий цикл 40 %

Номінальна потужність	P_m (НО)	$R_{\text{мін.}}$	$R_{\text{гальм. ном.}}$	$R_{\text{рек.}}$	$P_{\text{гальм. ср.}}$	Кодовий номер	Період	Переріз провідника ⁽¹⁾	Термореле	Максимальний гальмівний момент із резистором
3-фазна 200–240 В	[кВт (к. с.)]	[Ом]	[Ом]	[Ом]	[кВт (к. с.)]	175Uxxxx	[с]	[мм ² (AWG)]	[А]	[%]
07A8	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,541 (0,725)	3302	120	1,5 (16)	2,7	143
11A0	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,807 (1,082)	3303	120	1,5 (16)	4,2	140
15A2	3,7 (5,0)	20	24,47	23	1,386 (1,859)	3305	120	1,5 (16)	6,8	145
24A2	5,5 (7,5)	14	17,28	16	2,070 (2,776)	3306	120	1,5 (16)	10,4	144
31A0	7,5 (10)	9	12,56	11	2,847 (3,818)	3307	120	2,5 (14)	14,7	145
46A2	11 (15)	7	8,49	8	4,215 (5,652)	3176	120	4 (12)	23	141

1) Уся проводка має відповідати національним та місцевим нормам і правилам щодо перерізу проводів і температур навколишнього середовища.

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
drives.danfoss.com

Будь-яка інформація, зокрема, з-поміж іншого, інформація щодо вибору продукції, її застосування чи використання, дизайну, ваги, розмірів, ємності продукції чи будь-які інші технічні дані, наведені в посібниках до продукції, описах у каталогах, рекламних брошурах тощо, а також незалежно від того, в якій формі цю інформацію було надано, письмовій, усній, електронній, в інтернеті чи шляхом завантаження, вважатиметься інформативною та буде зобов'язувальною лише та в тій мірі, в якій це чітко було зазначено в цій пропозиції чи підтвердженні замовлення. Danfoss не бере на себе жодної відповідальності за можливі помилки в каталогах, брошурах, відео та інших матеріалах. Danfoss залишає за собою право вносити зміни в продукцію без попередження. Це також стосується замовленої, але не доставленої продукції, за умови, що такі зміни можуть бути внесені без змінення форми, придатності чи функціонування продукції. Усі торгові марки, наведені в цьому матеріалі, є власністю Danfoss A/S або компаній групи Danfoss. Danfoss і логотип Danfoss є торговими марками Danfoss A/S. Усі права захищено.

M00352

