

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Інструкція з експлуатації

VACON® 1000



Зміст

1	Вступ	8
1.1	Мета цього посібника з експлуатації	8
1.2	Додаткові ресурси	8
1.3	Версія посібника	8
1.4	Утилізація	8
2	Безпека	9
2.1	Символи безпеки	9
2.2	Кваліфікований персонал	9
2.3	Небезпека та попередження	9
2.4	Застереження та примітки	11
3	Короткий опис виробу	14
3.1	Характеристики виробу	14
3.2	Застосування	14
3.3	Апаратне забезпечення системи	15
3.3.1	Шафа керування	16
3.3.1.1	Елементи керування й індикатори	18
3.3.2	Шафа силових елементів	19
3.3.3	Шафа трансформатора	21
3.3.4	Розподільна шафа	22
3.3.5	Пускова шафа	22
3.3.6	Шафа вихідного фільтра	24
3.3.7	Шафа байпаса	25
3.3.7.1	Шафа ручного байпаса	25
3.3.7.2	Шафа автоматичного байпаса	26
3.3.7.3	Шафа синхронної передачі	29
3.4	Робота системи	30
3.4.1	Основний ланцюг	30
3.4.2	Силові коміртки	31
3.4.3	Система керування	32
3.5	Опис коду типу	34
3.6	Доступні опції	35
3.6.1	Шафа байпаса	37
3.6.2	Вхідні пристрої	37
3.6.3	Вихідні пристрої	38
3.6.4	Механічні опції	38

3.7	Програма PC Tool для VACON® 1000	38
4	Отримання поставки	39
4.1	Перевірка поставки	39
4.2	Зберігання	39
4.3	Підйом і переміщення привода	39
4.3.1	Підйом автономних шаф	39
4.3.2	Підйом лінійних шаф	41
4.3.3	Використання вилочного навантажувача	41
5	Механічний монтаж	43
5.1	Робоче середовище	43
5.2	Установлення шафи	43
5.2.1	Кріплення шаф	43
5.2.2	Монтаж шаф	45
5.3	Установлення силових комірок	45
5.4	Розміри привода закритого типу	46
5.5	Охолодження й вільний простір навколо привода закритого типу	46
5.5.1	Рекомендації щодо повітропроводів	47
6	Електричний монтаж	48
6.1	Головний ланцюг	48
6.2	Головний вимикач і запобіжники	48
6.3	Гальванічна ізоляція між секціями середньої та низької напруги	48
6.4	Клеми	48
6.4.1	Розташування клем в автономній шафі	48
6.4.2	Розташування клем у лінійній шафі	49
6.5	Введення й кінцеве закладення кабелів	50
6.5.1	Введення силового кабелю автономної шафи	50
6.5.2	Введення силового кабелю лінійної шафи	51
6.5.3	Кінцеве закладення силового кабелю	52
6.5.4	Введення кабелю керування	52
6.6	Заземлення	54
6.7	Вибір силового кабелю	54
6.8	Додаткові інструкції з монтажу кабелів	55
6.9	Проводка системи керування	55
6.9.1	Вибір кабелю керування	55
6.9.2	Проводка для живлення системи керування	55
6.9.3	Електропроводка ланцюга керування	56

6.9.4	Приклад проводки	60
6.9.5	Конфігурація ПЛК	61
6.9.5.1	Базова конфігурація ПЛК	61
6.9.5.2	Опції та індивідуальні проекти	62
7	Людино-машинний інтерфейс	64
7.1	ЛМІ VACON® 1000	64
7.2	Головна сторінка ЛМІ	64
7.2.1	System Status (Стан системи)	64
7.2.2	Dashboard (Панель інструментів)	65
7.2.3	Однолінійна схема	65
7.3	Панель керування	65
7.4	Status (Стан)	66
7.4.1	Power Cell (Силовa комірка)	66
7.4.2	Cooling Fan (Вентилятор охолодження)	66
7.5	Graphs & Reports (Графіки й звіти)	66
7.6	Setup & Service (Налаштування й обслуговування)	67
7.6.1	Operation Mode (Робочий режим)	68
7.6.2	Параметри двигуна	68
7.6.3	Functions (Функції)	69
7.6.4	Protections (Захист)	69
7.6.5	PID Setup (Налаштування ПІД-регулятора)	69
7.6.6	System Configuration (Конфігурація системи)	70
7.7	Events (Події)	70
7.7.1	Warning & Fault (Попередження й збої)	70
7.7.2	Event Log (Журнал подій)	71
7.8	Administration (Адміністрування)	72
7.9	Tool Settings (Інструменти налаштувань)	73
7.9.1	Language (Мова)	73
7.9.2	Software Version (Версія ПЗ)	73
7.9.3	HMI Set (Налаштування ЛМІ)	73
8	Введення в експлуатацію	75
8.1	Перевірки безпеки перед початком введення в експлуатацію	75
8.2	Вимоги до персоналу	75
8.3	Перевірки під час введення в експлуатацію	76
8.4	Звіт про введення в експлуатацію	77
8.5	Експлуатація привода	77
8.5.1	Увімкнення живлення привода	77

8.5.2	Запуск привода	77
8.5.3	Зупинка привода	78
8.5.4	Вимкнення живлення привода	78
8.6	Система блокування	79
8.6.1	Система електромагнітного блокування	79
8.6.2	Система механічного блокування	79
9	Технічне обслуговування	81
9.1	Безпека	81
9.2	Стандартний процес технічного обслуговування	82
9.3	Графік технічного обслуговування	82
9.3.1	Щоденне технічне обслуговування	83
9.3.2	Щорічне технічне обслуговування	83
9.4	Заміна повітряних фільтрів	85
9.4.1	Повітряні фільтри автономних шаф	85
9.4.2	Повітряні фільтри шаф трансформаторів і силових комірок	86
9.4.3	Повітряні фільтри шафи керування	86
9.5	Заміна акумулятора ЛМІ	87
9.6	Заміна вентиляторів охолодження	87
9.6.1	Схема заміни вентилятора охолодження	88
9.7	Акумулятор ДБЖ	88
9.7.1	Заміна акумулятора ДБЖ	88
9.7.2	Технічне обслуговування акумулятора ДБЖ	89
9.8	Силові комірки	89
9.8.1	Технічне обслуговування силових комірок	89
9.8.2	Заміна силових елементів	91
9.8.2.1	Схема заміни силової комірки	92
9.8.3	Переформування конденсаторів силових комірок	92
9.8.3.1	Переформування за допомогою джерела змінного струму	92
9.8.3.2	Переформування за допомогою джерела постійного струму	93
9.9	Випробування на витримання діелектриком	94
9.9.1	Випробування входу й виходу разом	94
9.9.2	Випробування входу й виходу окремо	95
10	Виявлення збоїв	96
10.1	Типи збоїв	96
10.2	Налаштування відповіді на збій	96
10.3	Збої та попередження	96

11 Специфікації	110
11.1 Технічні характеристики	110
11.2 Номінальні потужності й розміри	114
11.2.1 Розрахункові параметри за стандартом IEC	114
11.2.2 Розрахункові параметри за стандартом UL	121
11.3 Внутрішні кабелі та клеми	136
11.4 Замінні запобіжники	138
11.5 Стандарти	139
11.6 Скорочення	143

1 Вступ

1.1 Мета цього посібника з експлуатації

Цей посібник з експлуатації містить необхідну інформацію для безпечного монтажу й уведення в експлуатацію привода змінного струму. Він призначений для використання кваліфікованим персоналом.

Прочитайте та дотримуйтесь інструкцій для безпечного та професійного використання привода.

Особливу увагу приділіть інструкціям із техніки безпеки та загальним попередженням. Зберігайте цей посібник з експлуатації разом поруч із приводом.

1.2 Додаткові ресурси

Для розуміння розширених функцій, програмування й параметрів привода змінного струму доступні й інші ресурси.

- У посібнику із застосування VACON® 1000 міститься докладніший опис роботи з програмою та інструкції з налаштування параметрів привода змінного струму.
- Посібники користувача щодо опцій продукту.

Додаткові публікації та посібники можна отримати на ресурсах Danfoss. Переліки див. на сайті www.danfoss.com.

1.3 Версія посібника

Цей посібник регулярно переглядається й оновлюється. Усі пропозиції щодо вдосконалення вітаються.

Оригінальна мова цього посібника — англійська.

Таблиця 1: Версія посібника з експлуатації VACON® 1000

Версія	Дата публікації	Коментарі
B	29.06.2021	Оновлення розмірів і ваги

1.4 Утилізація

Не викидайте обладнання, що містить електричні компоненти, разом із побутовими відходами. Збирайте його окремо відповідно до місцевого та чинного законодавства.



2 Безпека

2.1 Символи безпеки

У цьому документі використовуються наведені нижче символи безпеки.

⚠ 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 важкості.

ЗАСТЕРЕЖЕННЯ

Указує на інформацію, яка вважається важливою, втім не пов'язана з ризиком отримання травм, як-от повідомлення, пов'язані з пошкодженням майна.

2.2 Кваліфікований персонал

Щоб забезпечити безперебійну й безпечну експлуатацію пристрою, транспортування, зберігання, монтаж, установлення, програмування, введення в експлуатацію, технічне обслуговування та виведення з експлуатації цього обладнання дозволяється лише кваліфікованому персоналу з перевіреними навичками.

Особи з перевіреними навичками:

- Кваліфіковані інженери-електрики або особи, які пройшли навчання у кваліфікованих інженерів-електриків і мають відповідний досвід експлуатації пристроїв, систем, установок і машин відповідно до чинних законів і правил.
- Ознайомлені з основними правилами охорони праці/запобігання нещасним випадкам.
- Ознайомлені з правилами техніки безпеки, наведеними в усіх посібниках, особливо з інструкціями, наданими в посібнику з експлуатації пристрою.
- Добре знають загальні та спеціалізовані стандарти, застосовні до конкретної сфери застосування.
- Ознайомлені з конструкцією та роботою приводів середньої напруги та пов'язаними з ними ризиками. Може знадобитися спеціальне навчання для роботи з установками середньої напруги.

2.3 Небезпека та попередження

⚠ НЕБЕЗПЕКА ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ВІД КОМПОНЕНТІВ СИЛОВОГО БЛОКА

Компоненти силового блока перебувають під напругою, коли привод підключено до електромережі. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Не торкайтеся компонентів силового блока, коли привод підключено до електромережі.
Не виконуйте жодних робіт на обладнанні під напругою.
Перш ніж виконувати будь-які роботи з внутрішніми компонентами привода, виконайте належну процедуру блокування й маркування.
Перш ніж підключити привод до електромережі, переконайтеся, що всі кришки встановлені на приводі та дверцята корпусу закриті.

⚠ Н Е Б Е З П Е К А ⚠**НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ВІД КЛЕМ**

Клеми двигуна U, V, W і клеми вставки постійного струму мають вважатися такими, що перебувають під напругою, коли привод підключено до електромережі. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Не торкайтеся клем двигуна U, V, W або клем змінного струму, коли привод підключено до електромережі.
Не виконуйте жодних робіт на обладнанні під напругою.
Перш ніж виконувати будь-які роботи на приводі, виконайте належну процедуру блокування й маркування (LOTO).
Перш ніж підключити привод до електромережі, переконайтеся, що всі кришки встановлені на приводі та дверцята корпусу закриті.

⚠ Н Е Б Е З П Е К А ⚠**НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ВІД ВСТАВКИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ АБО ЗОВНІШНЬОГО ДЖЕРЕЛА**

Клемні з'єднання й компоненти привода перебувають під напругою протягом кількох хвилин після відключення привода від електромережі та зупинки двигуна. Навантажувальна сторона привода також може генерувати напругу. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Не торкайтесь основного ланцюга привода або двигуна до вимкнення живлення й заземлення системи.
Від'єднайте привод від електромережі й переконайтеся, що двигун зупинився.
Від'єднайте двигун.
Виконайте процедуру блокування й маркування (LOTO) джерела живлення на приводі.
Переконайтеся, що жодне зовнішнє джерело не генерує випадкову напругу під час роботи.
Виконайте заземлення привода для роботи.
Зачекайте принаймні 15 хвилин, поки конденсатори вставки постійного струму повністю розрядяться, перш ніж відкривати дверцята шафи або кришку привода змінного струму.
Використовуйте вимірювальний прилад, щоб переконатися у відсутності напруги.

⚠ П О П Е Р Е Д Ж Е Н Н Я ⚠**НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ВІД КЛЕМ КЕРУВАННЯ**

Клеми керування можуть перебувати під небезпечною напругою, навіть якщо привод відключено від електромережі. Контакт із напругою може призвести до травм.

- Перш ніж торкатися клем керування, переконайтеся у відсутності напруги в клемах керування.

⚠ П О П Е Р Е Д Ж Е Н Н Я ⚠**ВИПАДКОВИЙ ЗАПУСК ДВИГУНА**

Під час увімкнення живлення, розриву живлення або аварійного скидання двигун запускається одразу після активації сигналу запуску, якщо тільки для логіки «запуск-зупинка» не вибрано імпульсне керування. У разі зміни параметрів, цілей застосування або програмного забезпечення функції введення/виведення (включно з ініціацією запуску) можуть змінитися. У разі активації функції автоматичного скидання двигун автоматично запускається після автоматичного аварійного скидання. Див. посібник із застосування. Якщо двигун, система та будь-яке підключене обладнання не будуть готові до запуску, це може призвести до травм або пошкодження обладнання.

- У разі небезпечності випадкового запуску відключіть двигун від привода. Переконайтеся у безпечності роботи обладнання в будь-яких умовах.

⚠ П О П Е Р Е Д Ж Е Н Н Я ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ — НЕБЕЗПЕКА ЧЕРЕЗ СТРУМ ВИТОКУ > 3,5 МА

Струм витоку перевищує 3,5 мА. Неналежне підключення привода до захисного заземлення (РЕ) може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Забезпечте провід посиленого захисного заземлення відповідно до стандарту IEC 60364-5-54, параграф 543.7 або відповідно до місцевих правил безпеки для обладнання з високим струмом дотику. Для посиленого захисного заземлення привода можна використати:
- провід заземлення з поперечним перерізом не менше ніж 10 мм² (8 AWG) Cu або 16 мм² (6 AWG) Al;
- додатковий провід заземлення з такою самою площею поперечного перерізу, що й оригінальний провід заземлення, що відповідає вимогам стандарту IEC 60364-5-54 з мінімальною площею поперечного перерізу 2,5 мм² (14 AWG) (з механічним захистом) або 4 мм² (12 AWG) (без механічного захисту);
- провід заземлення, повністю покритий оболонкою або іншим чином захищений по всій довжині від механічних пошкоджень;
- частину проводу заземлення багатожильного силового кабелю з мінімальною площею поперечного перерізу проводу заземлення 2,5 мм² (14 AWG) (що постійно підключений або підключаються за допомогою промислового гнізда. Багатожильний силовий кабель має бути прокладений із відповідним затискачем).
- ПРИМІТКА. У стандарті IEC/EN 60364-5-54, п. 543.7 і деяких прикладних стандартах (наприклад, IEC/EN 60204-1) обмеженням для обов'язкового використання проводу посиленого захисного заземлення є струм витоку 10 мА.

2.4 Застереження та примітки

⚠ У В А Г А ! ⚠

ПОШКОДЖЕННЯ ПРИВОДА ЗМІННОГО СТРУМУ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ НЕПРАВИЛЬНИХ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

Використання запасних частин не від виробника може призвести до пошкодження привода.

- Не використовуйте запасні частини від інших виробників.

⚠ У В А Г А ! ⚠

ПОШКОДЖЕННЯ ПРИВОДА ЗМІННОГО СТРУМУ ЧЕРЕЗ ЗМІНИ В КОМПОНЕНТАХ ПРИВОДА

Внесення електричних або механічних змін у компоненти привода може призвести до порушень у роботі та пошкодження привода змінного струму.

- Не вносить електричні або механічні зміни до компонентів привода.

⚠ У В А Г А ! ⚠

ПОШКОДЖЕННЯ ПРИВОДА ЗМІННОГО СТРУМУ ЧЕРЕЗ НЕДОСТАТНЄ ЗАЗЕМЛЕННЯ

Незастосування проводу заземлення може призвести до пошкодження привода.

- Завжди заземлюйте привод змінного струму за допомогою проводу заземлення, підключеного до клеми заземлення, позначеної символом РЕ.

⚠ У В А Г А ! ⚠

ПОШКОДЖЕННЯ ПРИВОДА ЗМІННОГО СТРУМУ ЧЕРЕЗ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Від'єднання допоміжного джерела живлення системи керування, коли привод змінного струму підключено до електромережі або коли горить індикатор живлення, може спричинити порушення в роботі силових елементів і пошкодити їх.

- Не від'єднуйте допоміжне джерело живлення системи керування, якщо привод змінного струму підключено до електромережі або якщо світиться індикатор живлення.

⚠ УВАГА! ⚠**РИЗИК ПОРІЗАТИСЯ ГОСТРИМИ КРАЯМИ**

Деякі грані приводу змінного струму можуть бути гострими, і об них можна порізатися.

- Одягайте захисні рукавички під час монтажу, прокладання кабелів або технічного обслуговування.

⚠ УВАГА! ⚠**НЕБЕЗПЕКА ОТРИМАННЯ ОПІКІВ ВІД ГАРЯЧИХ ПОВЕРХОНЬ**

Контакт із поверхнями, позначеними наклейкою «Гаряча поверхня», може призвести до травми.

- Не торкайтеся поверхонь, позначених наклейкою «Гаряча поверхня».

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я**ПОШКОДЖЕННЯ ПРИВОДА ЗМІННОГО СТРУМУ ЧЕРЕЗ СТАТИЧНУ НАПРУГУ**

Деякі електронні компоненти всередині приводу змінного струму чутливі до електростатичного розряду. Статична напруга може пошкодити компоненти.

- Під час роботи з електронними компонентами приводу змінного струму використовуйте захист від електростатичного розряду. Не торкайтеся компонентів на друкованих платах без належного захисту від електростатичного розряду.

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я**ПОШКОДЖЕННЯ ПРИВОДА ЗМІННОГО СТРУМУ ЧЕРЕЗ НЕПРАВИЛЬНИЙ РІВЕНЬ ЕМС**

Вимоги щодо рівня електромагнітної сумісності для приводу змінного струму залежать від умов монтажу. Неправильний рівень ЕМС може пошкодити привод.

- Перш ніж підключати привод змінного струму до мережі, переконайтеся, що рівень ЕМС приводу змінного струму відповідає напрузі мережі.

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я**ПРИСТРІЙ ВІДКЛЮЧЕННЯ ВІД ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ**

У разі використання приводу змінного струму як компонента іншого агрегату виробник такого агрегату має надати пристрій відключення від електромережі (див. стандарт EN 60204-1).

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я**ПОРУШЕННЯ РОБОТИ ЗАХИСНИХ ВИМИКАЧІВ СТРУМУ ВИТОКУ**

Через наявність високоємнісних струмів у приводі змінного струму захисні вимикачі струму витоку можуть працювати неправильно.

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я**ВИПРОБУВАННЯ НА ЕЛЕКТРИЧНУ МІЦНІСТЬ**

Неправильне виконання випробувань на електричну міцність може призвести до пошкодження приводу.

- Тестування мегомметром є єдиним рекомендованим типом випробування для польових установок. Це випробування може виконувати тільки кваліфікований інженер з обслуговування на місцях. Зверніться до відповідних інструкцій із тестування високої напруги/мегомметром у посібнику з обслуговування.

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я**ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА СХВАЛЕНІ ІНСТРУМЕНТИ**

Під час електромонтажних робіт на приводі змінного струму завжди використовуйте засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) та інструменти, схвалені для роботи із пристроями середньої напруги.

3 Короткий опис виробу

3.1 Характеристики виробу

Привод середньої напруги VACON® 1000 — це пристрій регулювання швидкості змінного струму від Danfoss. Приводи вирізняються відмінною продуктивністю, простотою та зручністю експлуатації, а також широким спектром застосувань із використанням пристроїв живлення IGBT і повним цифровим керуванням.

Висока ефективність і низький рівень спотворень

- Використана технологія багатоімпульсного вхідного випрямного трансформатора ефективно знижує вміст струму спотворення на боці входу до менш ніж 5 %. Відповідає стандарту IEEE 519-1992 та суворим вимогам електричних мереж до спотворень і збільшує коефіцієнт потужності до більш ніж 0,96 відставання.
- Завдяки використанню багаторівневої технології каскадування елементів зазвичай немає потреби у вихідному фільтрі, а крива вихідної напруги схожа на синусоїдальну хвилю.
- Ефективність системи > 98,5 % (за номінальної частоти, без трансформатора).

Стійкість до перебоїв у електроживленні та широкі можливості застосування

- Якщо вхідна напруга становить лише 70 %, система все ще може продовжувати працювати зі зниженими характеристиками.
- Завдяки функції автоматичного регулювання вихідної напруги, коли вхідна напруга коливається в межах 90–110 %, вихідна напруга може залишатися постійною. Таким чином можна забезпечити безпечну та стабільну роботу двигуна.

Висока надійність

- Архітектура SOA (сервісно-орієнтована) гарантує, що система працює в широкому безпечному діапазоні:
 - Достатній проєктний запас гарантує, що кожен пристрій працює в середній зоні безпечної робочої ділянки.
 - Оптимізований тепловий розрахунок забезпечує запас температури для пристроїв.
 - Конденсатори вставки постійного струму розраховані на тривалий термін служби.
- Резервне допоміжне живлення системи керування.
- Система оснащена функцією самодіагностики для відображення місця й типу збою та попередження користувача про виникнення збою.
- Функція автоматичного виявлення й попередження про збій вентилятора охолодження або надмірну кількість пилу у впускному повітряному фільтрі, що повідомляє користувача про необхідність проведення технічного обслуговування.
- Керування якістю виробництва, технологічний процес керування, а також досконале випробувальне обладнання й методики забезпечують ефективну реалізацію кожного елемента випробувань пристроїв, вузлів і агрегатів у процесі виробництва Danfoss.

Гнучкість місця встановлення

- Компактна конструкція й висока питома потужність VACON® 1000 дозволяють знизити вимоги до простору в місці встановлення.
- В електричних з'єднаннях між шафами використовуються високонадійні з'єднувачі, які легко встановлювати й обслуговувати.
- Простий у використанні людино-машинний інтерфейс (ЛМІ).
- Достатня кількість комунікаційних інтерфейсів, які можуть бути професійно налаштовані відповідно до вимог застосування.
- Усі друковані плати мають покриття, щоб уникнути проблем із забрудненням і агресивним середовищем.

3.2 Застосування

VACON® 1000 використовується для керування швидкістю навантажень із квадратичним крутильним моментом, як-от вентиляторів, насосів і компресорів, а також для млинів, дробарок і конвеєрних стрічок, які вимагають роботи з постійним крутильним моментом у всьому діапазоні швидкостей. Точне регулювання швидкості та крутильного моменту забезпечує кращу економію енергії, вищу якість процесу та тривалий термін служби обладнання. Різні галузі, які потребують надійної та стабільної роботи, можуть скористатися перевагами високих експлуатаційних характеристик VACON® 1000.

- Вироблення енергії: вугільні млини, вентилятори та водяні насоси.
- Металургія: конвеєрні стрічки, насоси витіснення, вентилятори та водяні насоси.
- Видобуток корисних копалин: дробарки, конвеєрні стрічки, насоси витіснення, вентилятори та водяні насоси.
- Нафтохімічна галузь: компресори, насоси витіснення, відцентрові насоси, вентилятори та водяні насоси.

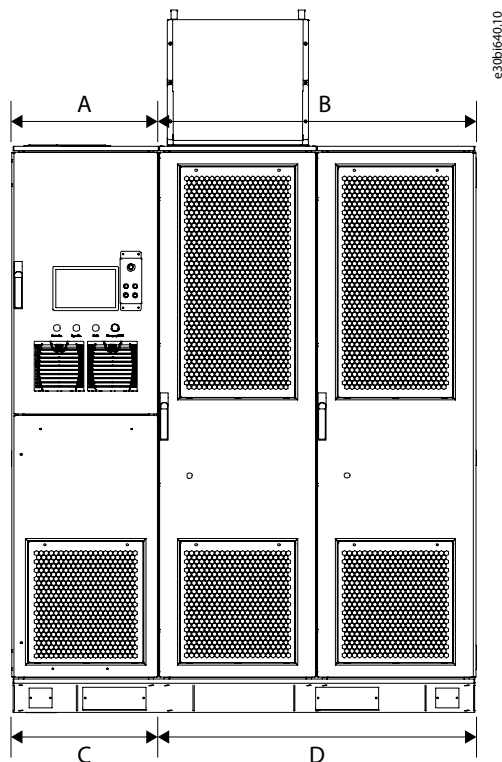
- Цемент і матеріали: дробарки, змішувачі, екструдери, ротаційні печі, сушильні печі, вентилятори та водяні насоси.
- Цукрова та спиртова промисловість: млини, насоси та вентилятори.
- Муніципальні підприємства: насоси водопостачання, каналізаційні насоси, насоси для теплових мереж.

3.3 Апаратне забезпечення системи

Привод середньої напруги VACON® 1000 складається із шафи контролера, шафи силових комірок, шафи трансформатора й розподільчої шафи. Конфігурація інших шаф може бути виконана відповідно до вимог замовника для фактичного застосування.

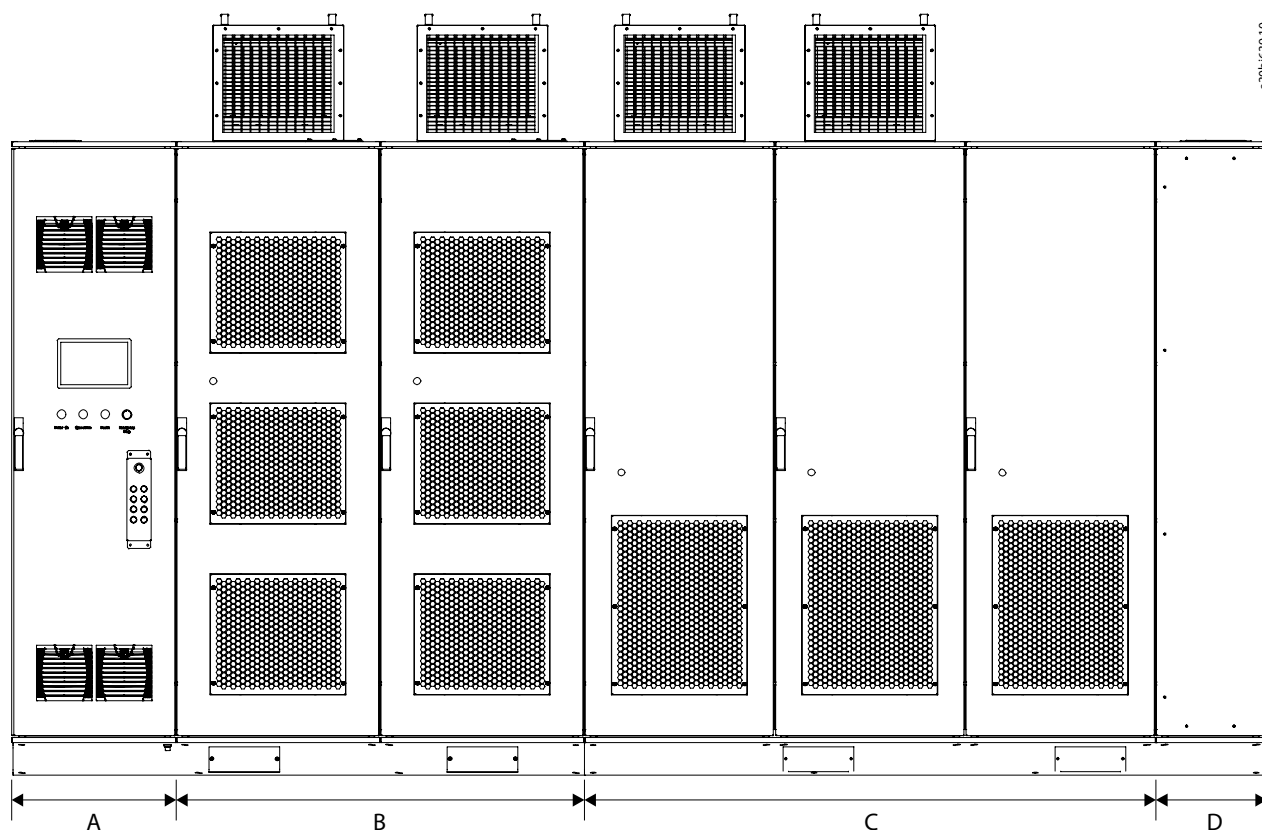
Пропонуються два типи корпусу привода:

- автономний тип із номінальним струмом до 215 А;
- лінійний тип із номінальним струмом 215–680 А (розрахункові параметри за стандартом IEC до 11 кВ, розрахункові параметри за стандартом UL до 6,9 кВ).



Ілюстрація 1: Конструкція автономної системи

A	Шафа керування	C	Розподільча шафа
B	Шафа силових комірок	D	Шафа трансформатора



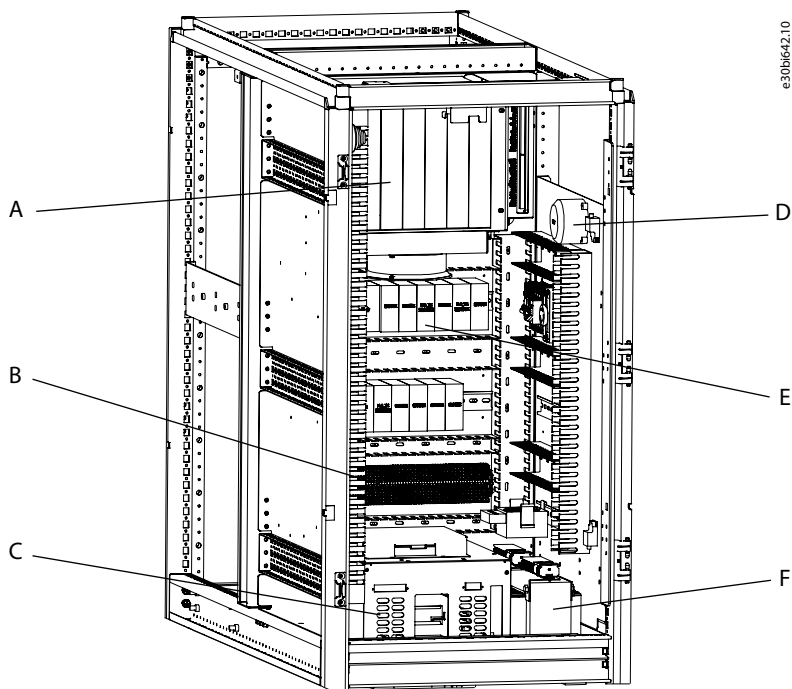
Ілюстрація 2: Конструкція системи лінійного типу

A	Шафа керування	C	Шафа трансформатора
B	Шафа силових комірок	D	Розподільча шафа

3.3.1 Шафа керування

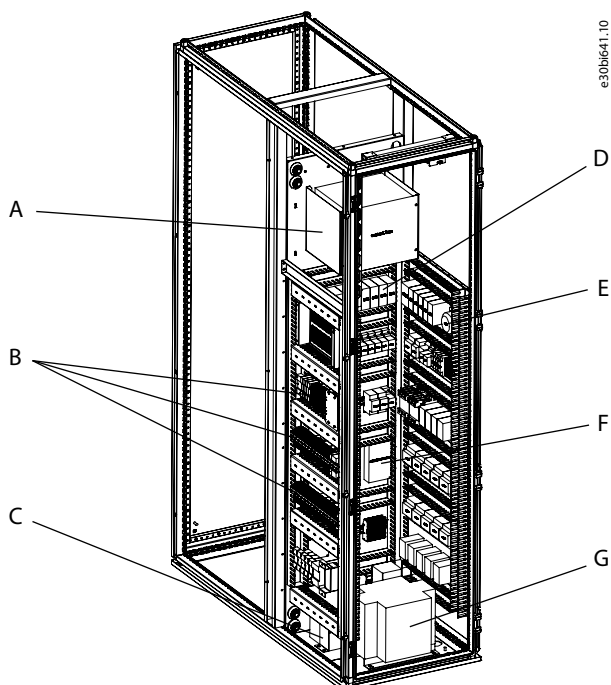
До складу шафи керування входять такі компоненти:

- Головна система керування
- ПЛК
- ЛМІ
- Акумулятор
- Інше приладдя



Ілюстрація 3: Шафа керування в автономних системах VACON® 1000

A	Стойка керування	D	Реле тиску повітряного потоку
B	Клемний блок	E	ПЛК
C	ДБЖ	F	Ізолюючий трансформатор

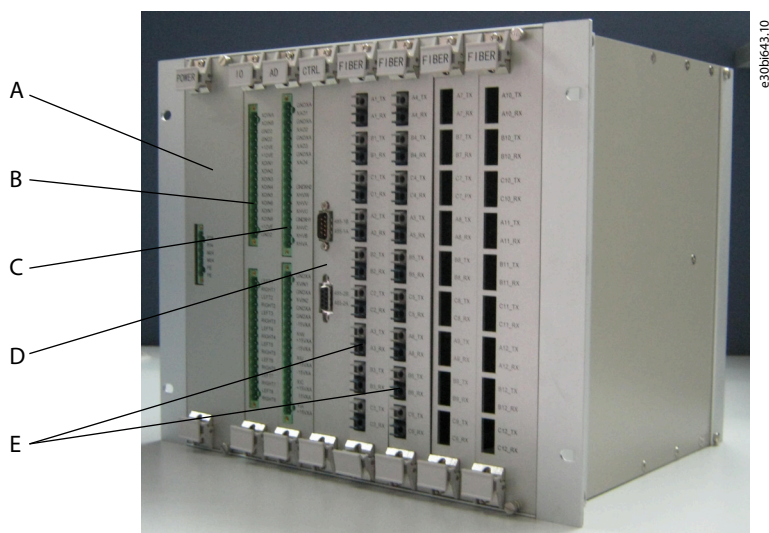


Ілюстрація 4: Шафа керування в лінійних системах VACON® 1000

A	Стойка керування	E	Реле тиску повітряного потоку
B	Клемний блок	F	Джерело живлення пост. струму
C	Акумулятор	G	Ізольючий трансформатор
D	ПЛК		

Головна система керування монтується в стійці керування та складається з таких компонентів:

- Головна плата керування
- Плата вводу/виводу
- Аналого-цифрова плата (АЦП)
- Дві волоконно-оптичні плати (розширювані)
- Плата живлення
- Шина материнської плати, що з'єднує плати між собою.



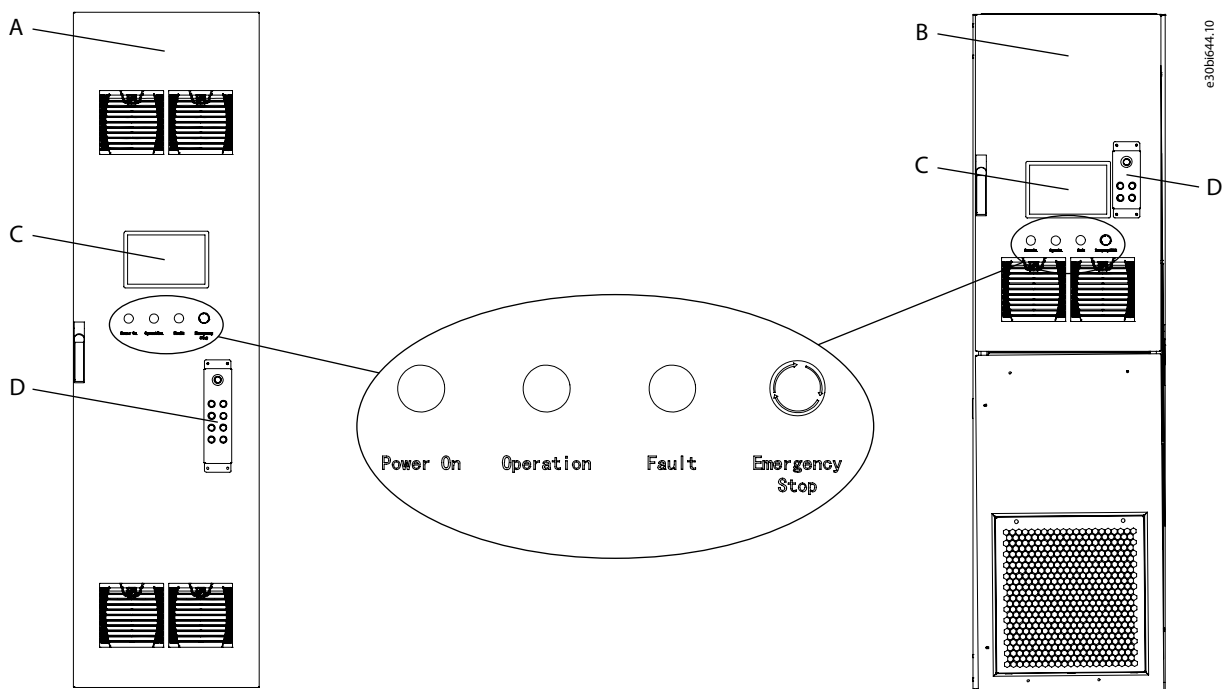
Ілюстрація 5: Головна система керування

A	Плата живлення	D	Головна плата керування
B	Плата вводу/виводу	E	Волоконно-оптичні плати
C	Аналого-цифрова плата (АЦП)		

3.3.1.1 Елементи керування й індикатори

На дверцятах шафи керування встановлюються такі компоненти:

- Індикатор увімкнення високої напруги: зелений індикатор, який вказує на високу напругу, що подається на привод.
- Індикатор робочого стану: зелений індикатор, який вказує на те, що привод працює.
- Індикація збоїв: червоний індикатор, який вказує на те, що система перебуває в стані збою.
- Кнопка аварійної зупинки (E-stop): ця кнопка використовується для відключення високовольтного живлення привода, коли в системі виникає аварійна ситуація (наприклад, непередбачені інциденти, що загрожують безпеці персоналу або обладнання). Кнопка має функцію самоблокування. Поверніть кнопку за годинниковою стрілкою для скидання та знову увімкніть живлення.
- Людино-машинний інтерфейс: Див. [7 Людино-машинний інтерфейс](#).
- Система механічного блокування: Стандартний компонент у приводах типу UL; для приводів типу IEC цю систему можна придбати додатково як опцію +ММКІ. Див. [8.6.2 Система механічного блокування](#).

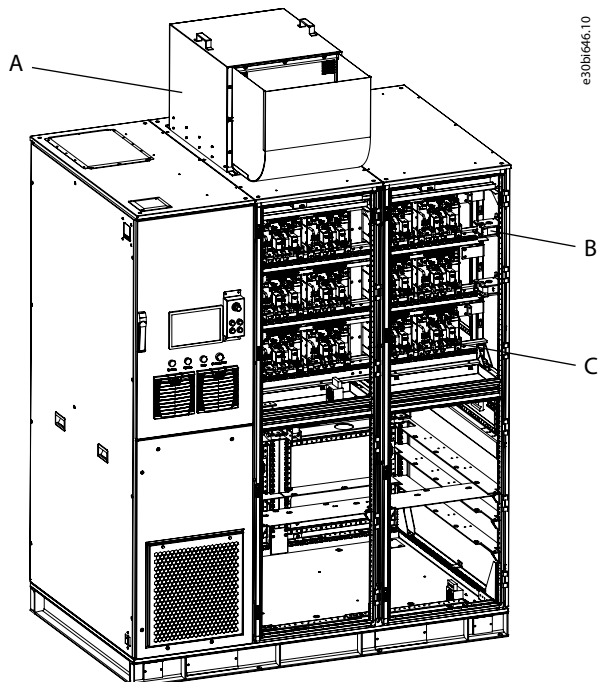


Ілюстрація 6: Елементи керування й індикатори на дверцятах шафи керування

A	Лінійна шафа	C	ЛМІ
B	Автономна шафа	D	Система механічного блокування

3.3.2 Шафа силових елементів

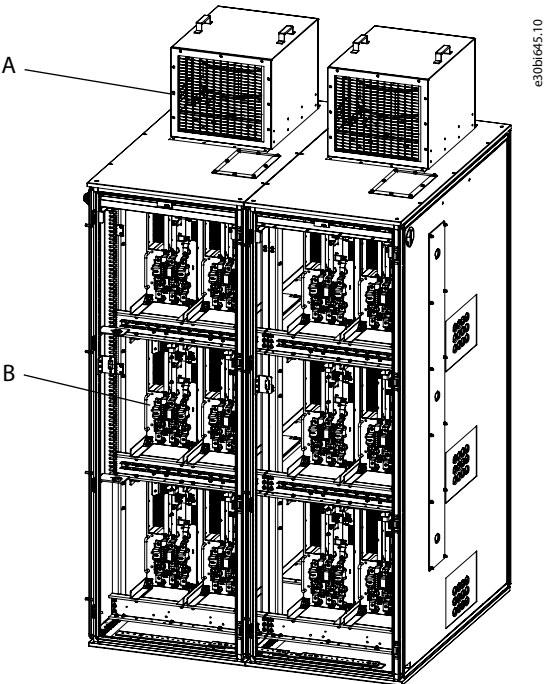
Шафа силових елементів містить силові елементи й додаткове приладдя.



Ілюстрація 7: Шафа силових елементів в автономних системах VACON® 1000

A	Вентилятор охолодження
B	Датчик Холла вихідного струму

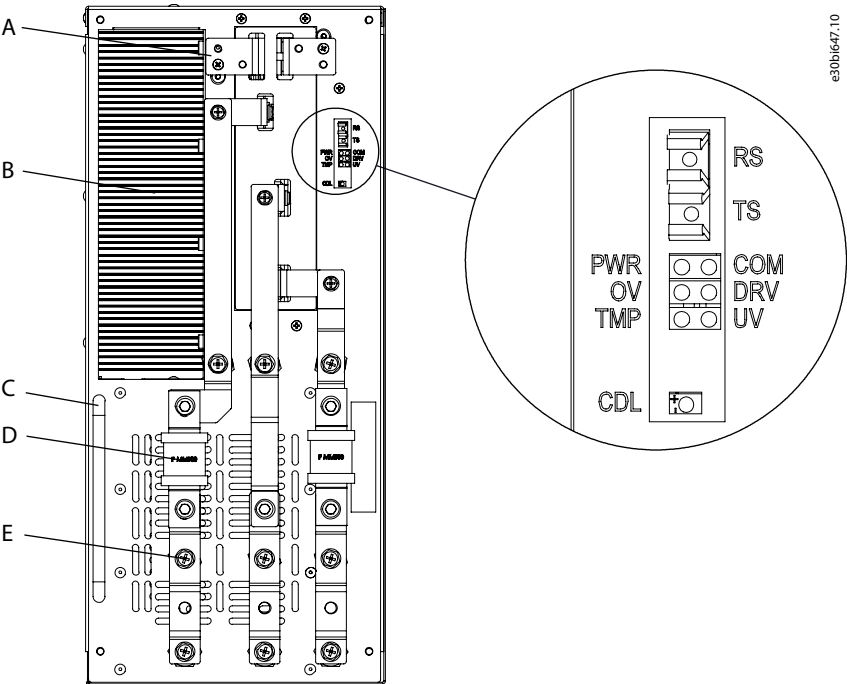
C	Силовая комірка
---	-----------------



Ілюстрація 8: Шафа силових комірок у лінійних системах VACON® 1000

A	Вентилятор охолодження
B	Силовая комірка

Силові комірки в шафі мають однакові електричні та механічні параметри й можуть бути замінені одна одною.



Ілюстрація 9: Силовая комірка

A	Вихідна клемка	COM	Індикатор збою зв'язку
B	Радіатор	DRV	Індикатор збою привода
C	Ручка	UV	Індикатор недостатньої напруги
D	Запобіжник	TMP	Індикатор перегріву
E	Вхідна клемка	PWR	Індикатор потужності
RS	Оптичне волокно (прийом)	OV	Індикатор перенапруги
TS	Оптичне волокно (передавання)	CDL	Індикатор напруги ланцюга пост. струму 50 В

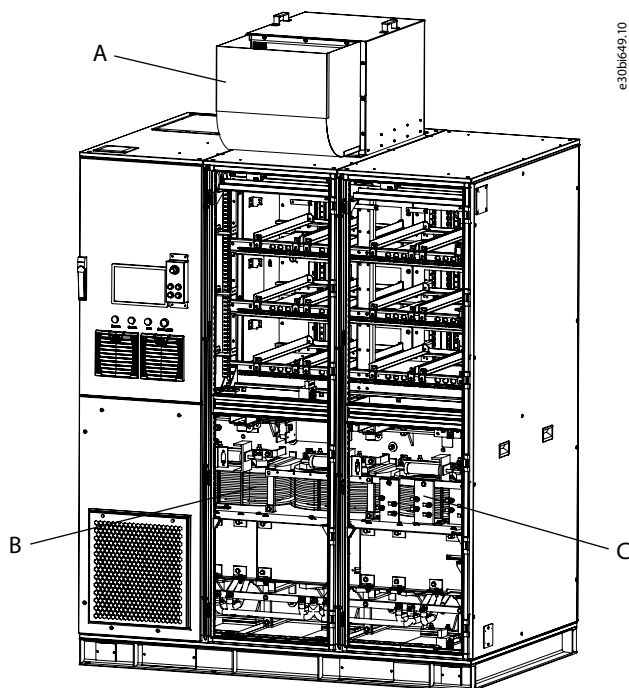
3.3.3 Шафа трансформатора

До шафи трансформатора входять фазозсувний трансформатор і його додаткове приладдя.

Трансформатор інтегровано з основою шафи за допомогою гвинтів для зручності транспортування й монтажу.

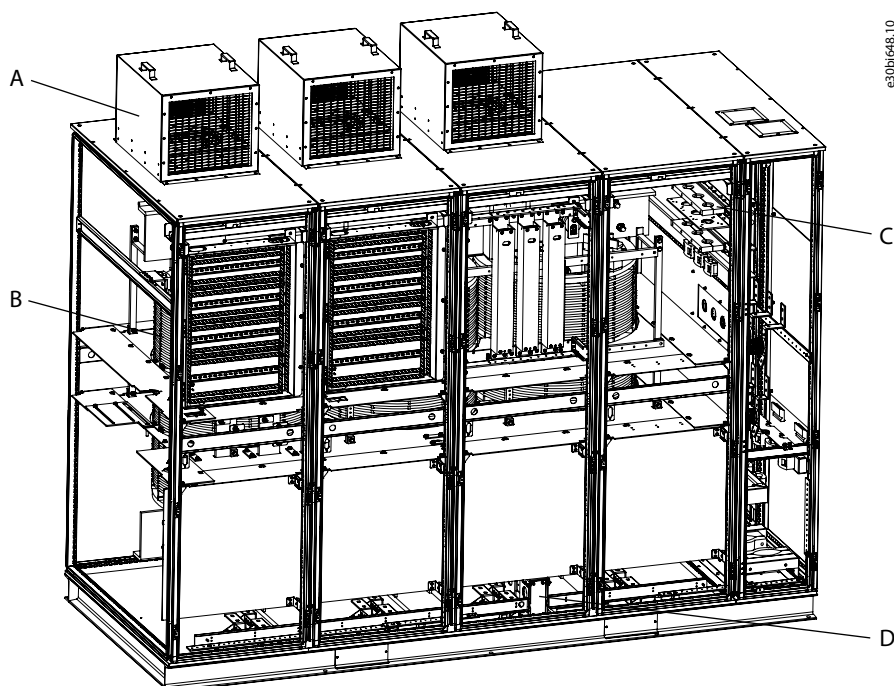
Налаштування за замовчуванням системи полягає в тому, що коли температура трансформатора перевищує 95 °C, система видає тривогу про перегрів, але не вимикається. Коли температура перевищує 110 °C, система повідомляє про помилку перегріву та вимикається.

В автономних системах один і той самий вентилятор використовується для охолодження шаф трансформатора й силових елементів.



Ілюстрація 10: Шафа трансформатора в автономних системах VACON® 1000

A	Вентилятор охолодження	C	Датчик Холла вхідного струму
B	Фазозсувний трансформатор		



Ілюстрація 11: Шафа трансформатора в лінійних системах VACON® 1000

A	Вентилятор охолодження	C	Датчик Холла вхідного струму
B	Фазозсувний трансформатор	D	Датчик Холла вихідного струму

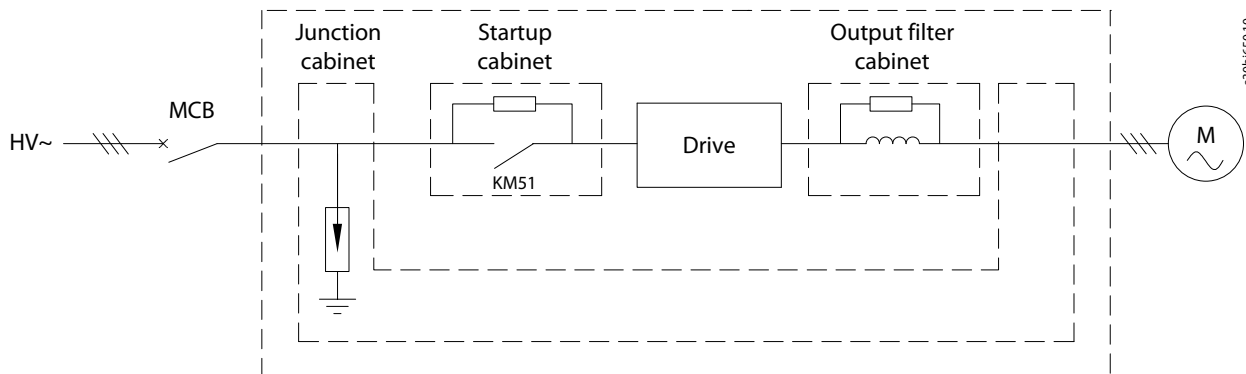
3.3.4 Розподільна шафа

Розподільна шафа використовується для підключення польових кабелів. Див. розділ [6.5 Введення й кінцеве закладення кабелів](#).

3.3.5 Пускова шафа

Пускова шафа (+PSTC) — це опція для лінійних систем VACON® 1000. Головна функція пускової шафи полягає в пригніченні пускових струмів, які можуть призвести до падіння напруги живлення:

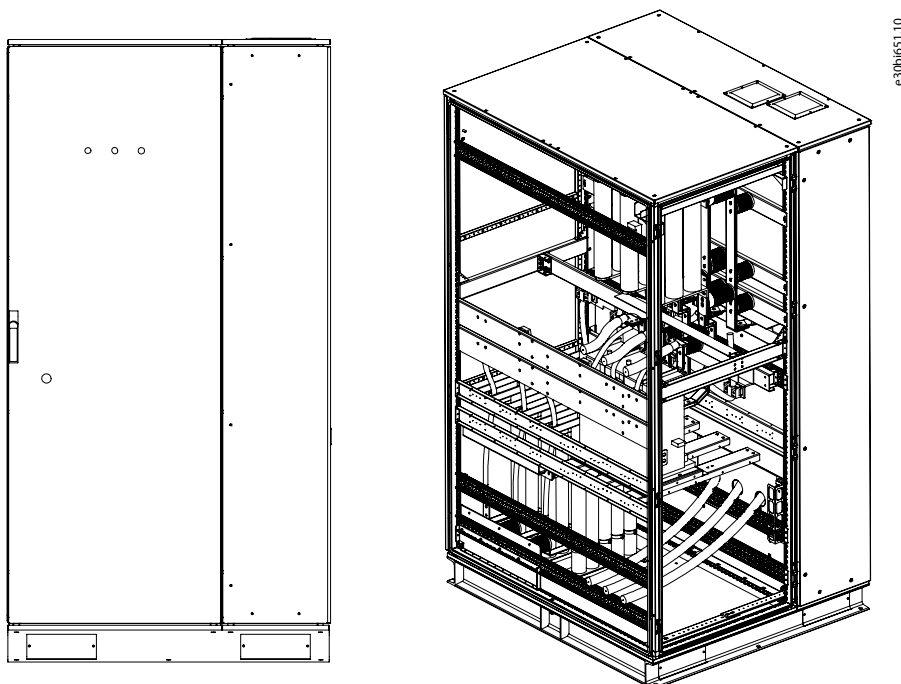
- Фазозсувний трансформатор великої потужності може створювати викид струму намагнічування, що в 6–8 разів перевищує номінальний струм самого трансформатора.
- Силкові елементи привода містять кілька конденсаторів, які потребують великого струму попереднього заряджання за застосування високої напруги.



Ілюстрація 12: Схема первинного боку пускової шафи

Установіть пускову шафу між високовольтним входом живлення та фазозсувним трансформатором. Коли МСВ привода закрито, пускова шафа швидко й ефективно обмежує викид струму намагнічування та струм заряджання ємності. Після ввімкнення привода опір обмеження струму проходить через байпас КМ51, і привод може працювати нормально.

Основними електричними компонентами пускової шафи є високовольтний вимикач (вакуумний контактор або вакуумний вимикач) і струмообмежувальний резистор.



Ілюстрація 13: Пускова шафа

Функція струмообмежувального опору полягає в обмеженні первинного струму за підключення високої напруги. Кожен резистор може нести енергію 30 кДж під час увімкнення живлення. Ємність привода визначає, який опір необхідний у пусковій шафі: що більше ємність, то більше струмообмежувальних резисторів потрібно.

Функція високовольтного вимикача полягає в тому, щоб обходити струмообмежувальний резистор після процедури ввімкнення живлення, забезпечуючи роботу привода за нормального навантаження. Якщо номінальний струм невеликий, можна використовувати вакуумний контактор. Якщо номінальний струм великий, можна використовувати вакуумний вимикач.

Процес роботи

- Увімкніть живлення привода.
- Програма керування підтверджує, чи готова система та чи вимкнений шафовий вимикач.
- Увімкніть живлення пускової шафи, і програма керування розрахує час, потрібний для завершення процесу. Для виконання цього процесу потрібно приблизно 5 с.
- Замикання перемикача пускової шафи шунтує заряджений резистор, і привод переходить у стан «Робота дозволена».

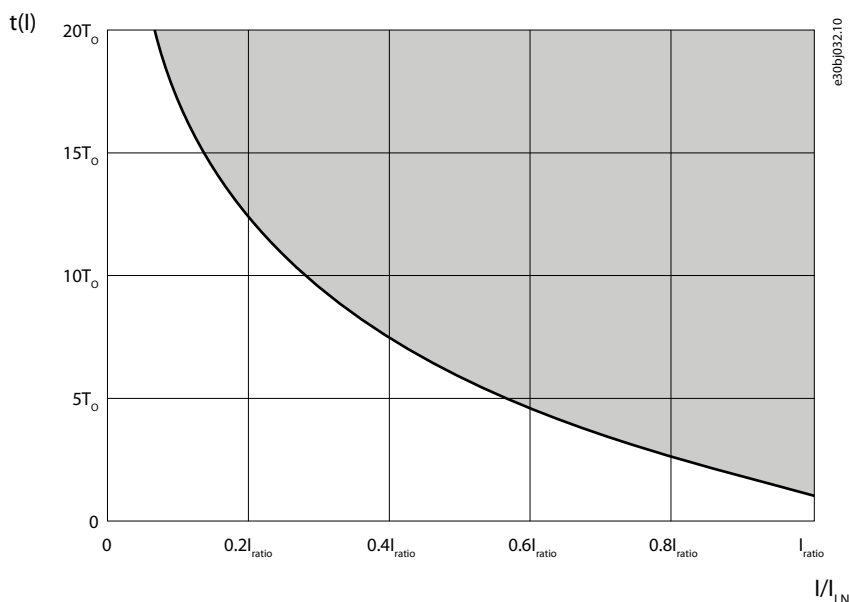
Коли вибрати опцію пускової шафи?

Захист MCB у місці встановлення не повинен спрацьовувати через пусковий струм під час увімкнення привода або у звичайних умовах перевантаження. Захист від перевантаження за струмом MCB має бути встановлений у сірій зоні, показаній на [Ілюстрація 14](#).

Якщо MCB відповідає цим вимогам, пускова шафа не потрібна. Важливо перевірити цю умову, особливо під час модернізації, коли автоматичний вимикач уже встановлений на центральній панелі керування двигуном.

Навіть якщо в цьому немає потреби, пускову шафу все одно можна встановити, щоб:

- зменшити пусковий струм;
- зменшити напругу в електроустановці під час увімкнення привода.



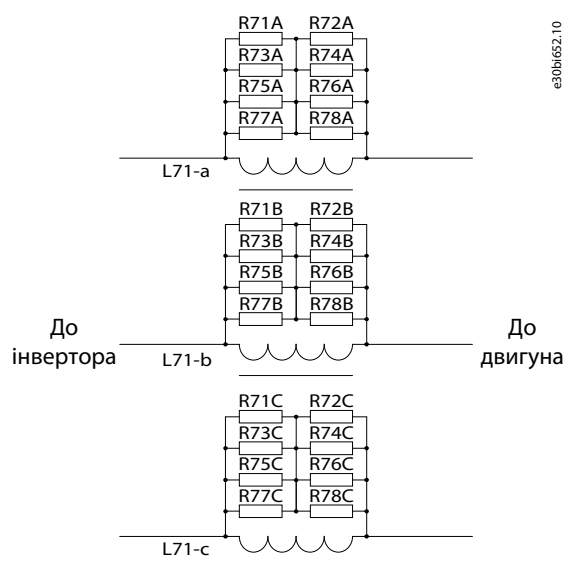
Ілюстрація 14: Область налаштування захисту від перевантаження за струмом

I	Пусковий струм	$t(I)$	Час спаду пускового струму
I_{LN}	Номінальний вхідний струм привода	T_o	Основний період: 20 мс для 50 Гц або 16,7 мс для 60 Гц
I_{ratio}	I/I_{LN}		

3.3.6 Шафа вихідного фільтра

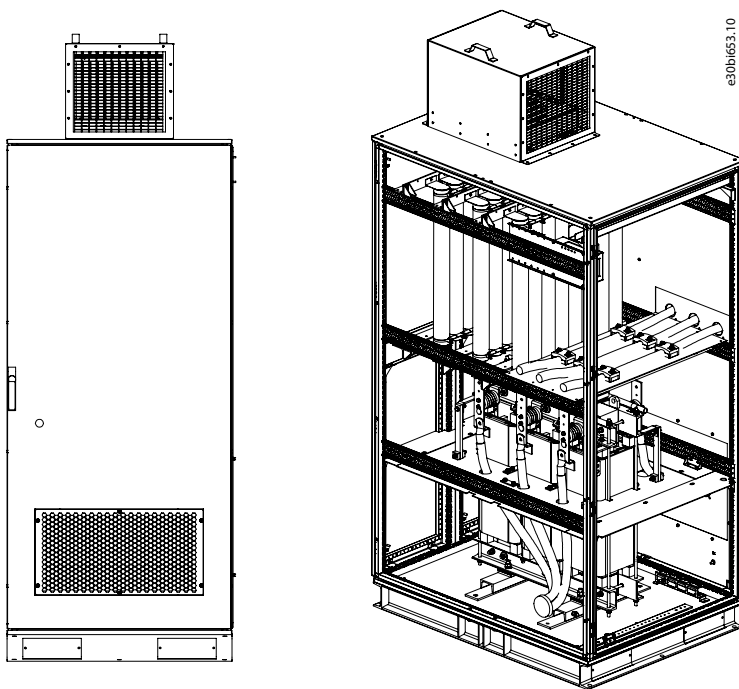
Шафа вихідного фільтра — це додаткова шафа, підключена на виході привода, між інвертором і двигуном. Фільтр використовується, щоб:

- зменшити dU/dt форми кривої напруги;
- запобігти резонансу/перенапрузі, викликаним кабелями двигуна;
- зменшити зарядний струм кабелю.



Ілюстрація 15: Електрична схема шафи вихідного фільтра

Установіть шафу вихідного фільтра між приводом і двигуном. Фільтр складається з реактора та запаралелених демпфуючих резисторів. Реактор зменшує наростаючий фронт ШІМ. Резистор гасить резонанс, викликаний реактором і паразитною індуктивністю.



Ілюстрація 16: Шафа вихідного фільтра

Коли вибирати опцію шафи вихідного фільтра?

Необхідність застосування вихідного фільтра залежить від конкретного випадку. Щоб з'ясувати, чи потрібен фільтр dU/dt , необхідно враховувати кілька факторів:

- тип двигуна;
- тип кабелю двигуна;
- довжину кабелю двигуна.

Щоб оцінити, чи потрібен фільтр dU/dt , зверніться до Danfoss.

3.3.7 Шафа байпаса

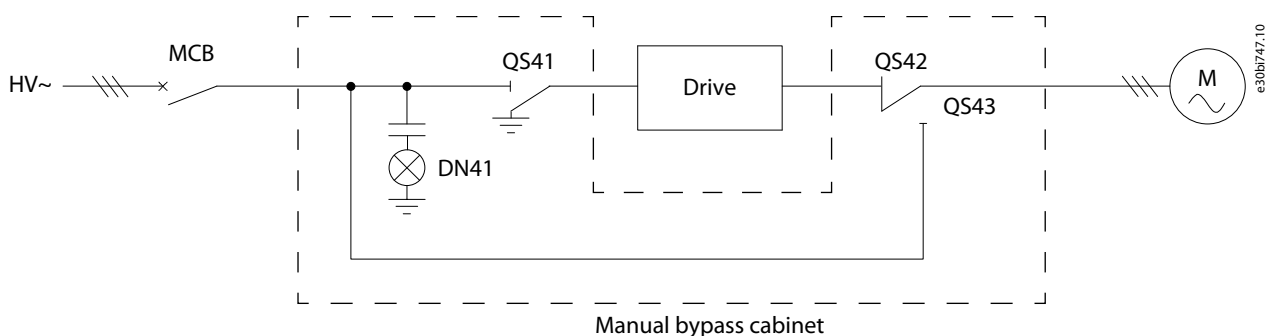
Доступні різні шафи байпаса як опції:

- Шафа ручного байпаса
- Шафа автоматичного байпаса
- Шафа синхронної передачі

3.3.7.1 Шафа ручного байпаса

[Ілюстрація 17](#) показує типову конфігурацію шафи байпаса, де:

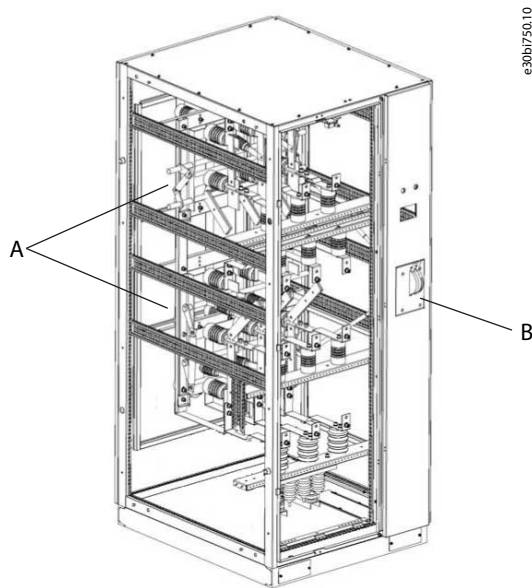
- QS41 — це однополюсний ізоляційний вимикач із ручним заземлювальним ножовим затвором.
- QS42 і QS43 — це двополюсні двопозиційні ручні ізоляційні вимикачі ножового затвора.



Ілюстрація 17: Електрична схема шафи ручного байпаса

Шафа байпаса містить роз'єднувач, який:

- Здійснює електричну ізоляцію між фазозсувним трансформатором і системою розподілу електроенергії.
- Забезпечує частоту мережі живлення й функцію перемикання з регульованою частотою та пов'язані з цим електричні засоби захисту.



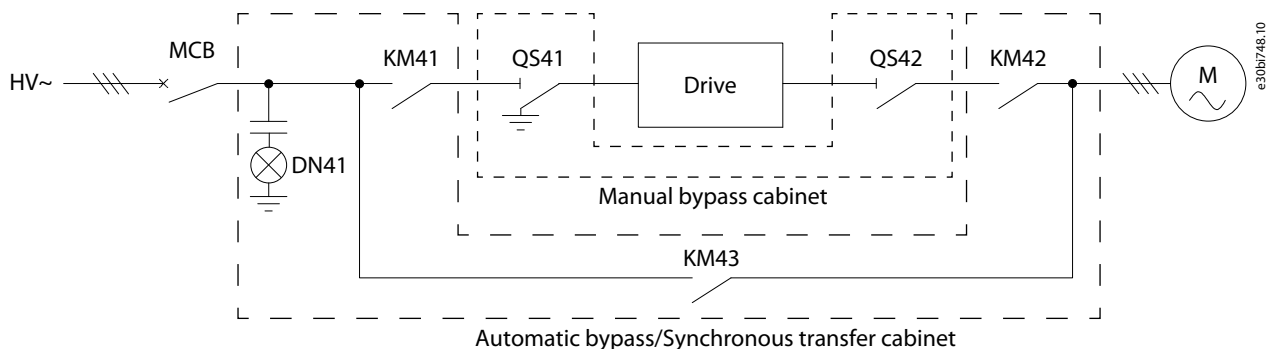
Ілюстрація 18: Шафа ручного байпаса

- | | |
|---|--|
| A | Ручний перемикач із ножовими контактами |
| B | Панель перемикачів із подвійною розв'язкою |

3.3.7.2 Шафа автоматичного байпаса

Ілюстрація 19 показує конфігурацію шафи автоматичного байпаса, де:

- KM41–KM43, високовольтні вакуумні контактори.
- QS41–QS42, ручні розділові рубильники.



Ілюстрація 19: Електрична схема шафи автоматичного байпаса

Під час роботи привода:

- QS41 і QS42 замкнено.
- KM41 і KM42 замкнено.
- KM43 розімкнено.

Під час обходу привода:

- KM41 і KM42 розімкнено.
- KM43 замкнено.

Якщо на приводі виконується технічне обслуговування:

- QS41 і QS42 розімкнено.
- KM41 і KM42 розімкнено.
- KM43 замкнено.

Послідовність перемикання привода з режиму роботи в режим байпаса:

1. KM41 розімкнено.
2. KM42 розімкнено.
3. KM43 замкнено.

Вторинна логіка керування

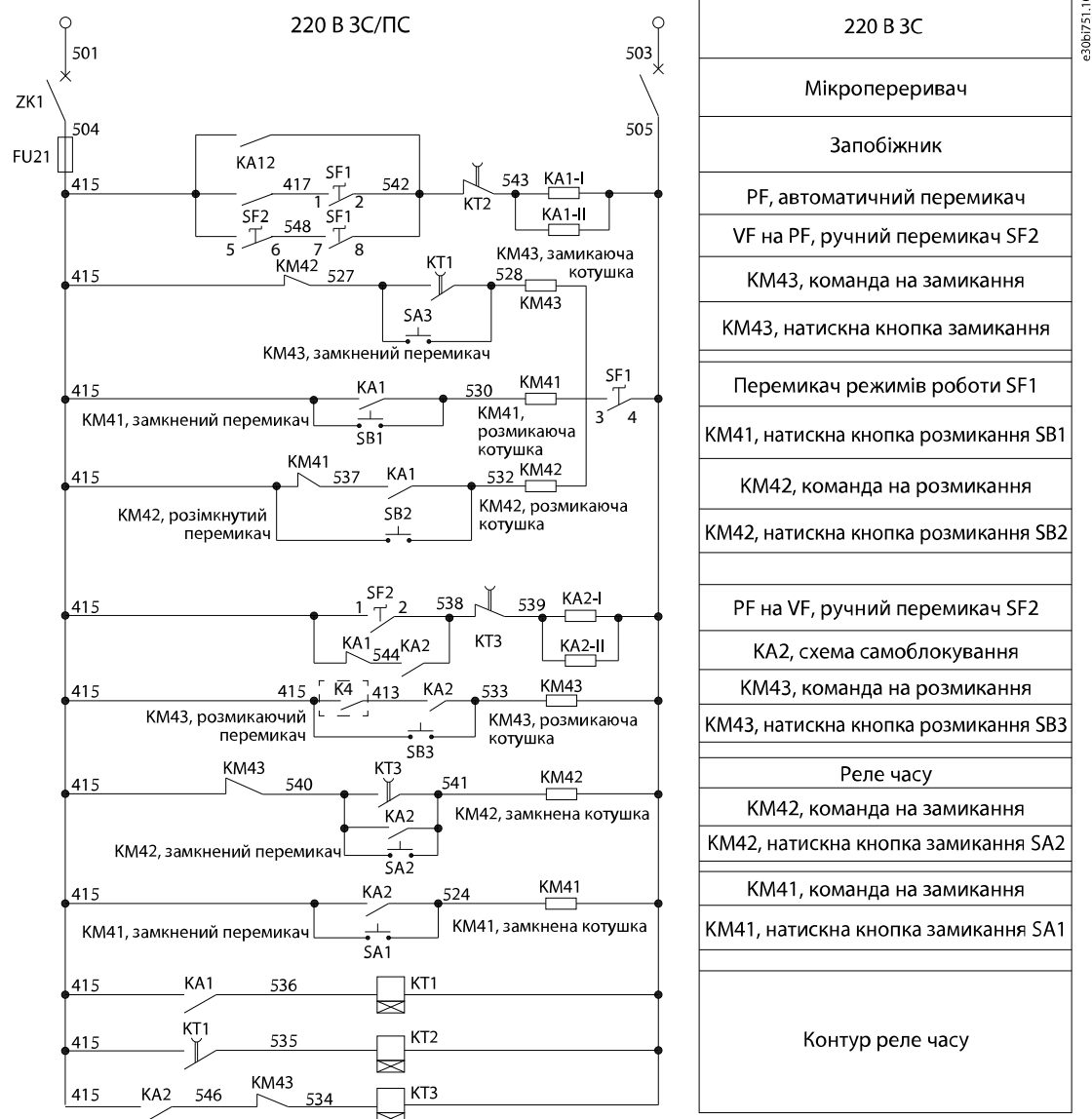
Три перемикачі KM41–KM43 використовують допоміжне блокування контактів, щоб гарантувати дотримання часової динаміки.

- KM41 не розмикається та KM42 не спрацьовує, коли нормально замкнутий контактор KM41 під'єднано до ланцюга розмикання KM42.
- Нормально замкнутий контактор KM42 під'єднано до ланцюга KM43 із замкнутим MCB.
- Нормально замкнутий контактор KM43 під'єднано до ланцюга KM42 із замкнутим MCB.
- KM43 не може замкнути MCB, коли KM42 не розмикається.
- KM42 не може замкнути MCB, коли KM43 не розмикається.

Стан п'яти перемикачів KM41–KM43 і QS41–QS42 контролюється через ПЛК.

- Якщо будь-який перемикач перебуває не в правильному робочому положенні, система не дозволяє замикати MCB, і підключення високої напруги до системи заборонено.
- Якщо привод виходить із ладу, система автоматично перериває перемикач, щоб вимкнути високовольтний вхід для забезпечення безпеки, якщо KM41 не може бути розімкнено під час автоматичного перемикання VF на робочу частоту.

Два перемикачі KM42 і KM43 керують функцією резервування відкладеної дії в контурі, яка може регулювати інтервал дії перемикача в процесі перемикання VF на робочу частоту. Може бути зручніше відкалібрувати машину на місці відповідно до стану електродвигуна й навантаження для розумного перемикання швидкості, щоб уникнути несправності через перевантаження електродвигуна за струмом.



Ілюстрація 20: Вторинна логічна схема керування перемиканням VF на PF

Перемикачі робочих режимів

Перемикач SF1 використовується для вибору робочого режиму для запобігання неправильному функціонуванню.

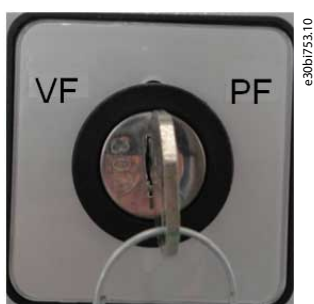
- *Auto* (Автоматично): надає можливість автоматично перемикається на обхід PF у разі серйозної несправності привода.
- *Manual* (Вручну): надає можливість перемикається на обхід робочої частоти відповідно до реальних вимог виробництва, коли привод працює нормально.
- *Forbidden* (Заборонено): якщо умови виробництва не дозволяють перейти на обхід робочої частоти, можна вибрати цей режим, щоб запобігти неправильній роботі.



Ілюстрація 21: Перемикач вибору робочого режиму SF1

Перемикач SF2 використовується для вибору між перемиканням змінної частоти (VF) і частоти мережі живлення (PF).

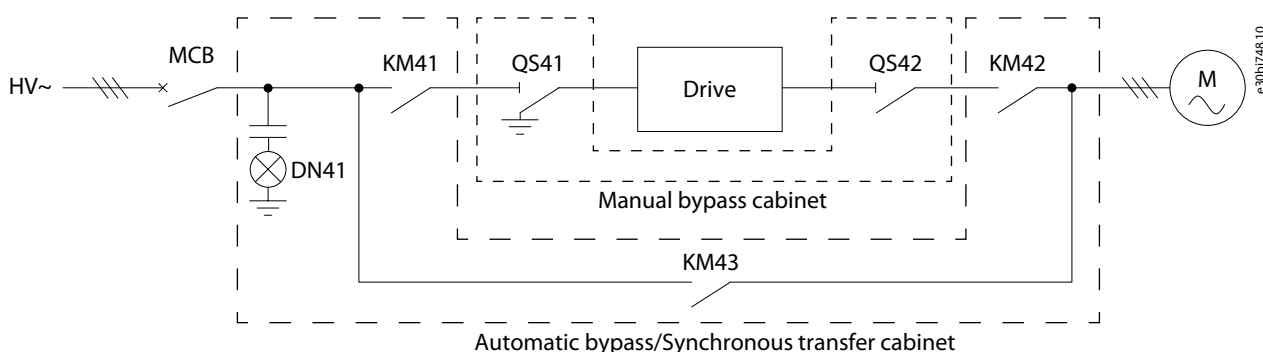
- Коли шафа автоматичного байпаса перебуває в ручному режимі роботи, а перемикач SF2 встановлено в положення PF, привод автоматично перемикає систему на байпас PF.
- Якщо перемикач SF2 перебуває в положенні VF, привод може автоматично перемикатися зі стану обходу частоти живлення на змінну частоту (QS41 і QS42 мають бути замкнуті). Ця функція потребує узгодження швидкого запуску двигуна. Тому швидкий запуск двигуна має бути ввімкнено й відповідати всім пов'язаним параметрам електродвигуна.
- Логічна послідовність VF:
 - KM41 замкнуто.
 - Якщо за 10 секунд функція самовиявлення показує нормальне значення, розмикається байпасний перемикач KM43.
 - KM42 замкнуто.
 - Запускається автоматичний швидкий пуск двигуна.
 - PF перемикається на VF.



Ілюстрація 22: Перемикач вибору режиму SF2

3.3.7.3 Шафа синхронної передачі

Функція синхронної передачі може здійснювати безперешкодну передачу між мережею та приводом і зменшувати вплив на двигун і мережу. Первинний контур показано на [Ілюстрація 23](#). Перемикаючі пристрої та шафи такі самі, що й у шафі автоматичного байпаса. QS41 і QS42 призначені для використання під час технічного обслуговування привода та замкнуті під час роботи.



Ілюстрація 23: Електрична схема шафи синхронної передачі

Послідовність процесів передачі навантаження від привода до мережі

- Вихідний стан: KM41 і KM42 замкнено, KM43 розмікнено.
- Блокування фази: Привод працює на частоті мережі й починає синхронізацію фаз до напруги мережі.
- Синхронна передача: Після синхронізації фаз KM43 замикається, і починається передача навантаження в мережу.
- Синхронну передачу завершено: Після передачі навантаження розмикаються KM42 і KM41.

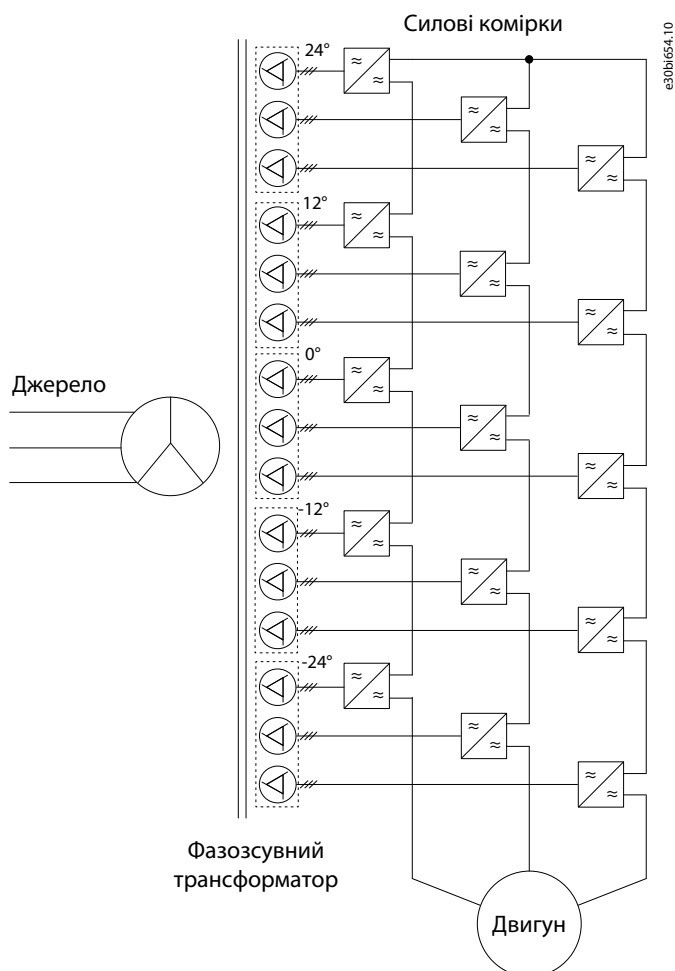
Послідовність процесів передачі навантаження з мережі на привод

- Вихідний стан: KM41 і KM42 розмікнено, KM43 замкнено.
- Блокування фази: KM41 замкнено. Привод працює на частоті мережі й починає синхронізацію фаз до напруги мережі.
- Синхронна передача: Після блокування фази KM42 замикається, і починається передача навантаження на привод.
- Синхронну передачу завершено: Після передачі навантаження розмикається KM43.

3.4 Робота системи

3.4.1 Основний ланцюг

Типова схема топологічної структури основного ланцюга привода середньої напруги VACON® 1000 показана на [Ілюстрація 24](#).



Ілюстрація 24: Схема основного ланцюга VACON® 1000

Випрямний трансформатор із фазовим зсувом є трифазним трансформатором сухого типу з повітряним охолодженням, що безпосередньо підключається до вхідного джерела високої напруги. Вторинні обмотки використовують розширене з'єднання «трикутником», що може знизити вміст спотворення струму на боці входу. Кут зсуву фаз між вторинними обмотками можна розрахувати за такою формулою:

$$\text{Фаза – кут зсуву} = \frac{60^\circ}{\text{Кількість силових комірочок}}$$

Вторинні обмотки трансформатора забезпечують вхідну потужність для кожного силового елемента відповідно. Кількість вторинних обмоток і кут фазового зсуву між обмотками визначаються відповідно до рівня напруги й конструкції привода, як показано в [Таблиця 2](#).

Таблиця 2: Конфігурація силових комірочок VACON® 1000

Серія привода	Кількість силових комірочок на фазу	Кількість комірочок у системі	Вихідна фазна напруга (В)	Вихідна лінійна напруга (В)
2,4 кВ	3	9	1385	2400
3 кВ	3	9	1732	3000
3,3 кВ	3	9	1905	3300

Серія привода	Кількість силових комірок на фазу	Кількість комірок у системі	Вихідна фазна напруга (В)	Вихідна лінійна напруга (В)
4,16 кВ	4	12	2400	4160
6 кВ	5	15	3464	6000
6,6 кВ	6	18	3810	6600
6,9 кВ	6	18	3984	6900
10 кВ	8	24	5774	10000
11 кВ	9	27	6351	11000

3.4.2 Силові комірки

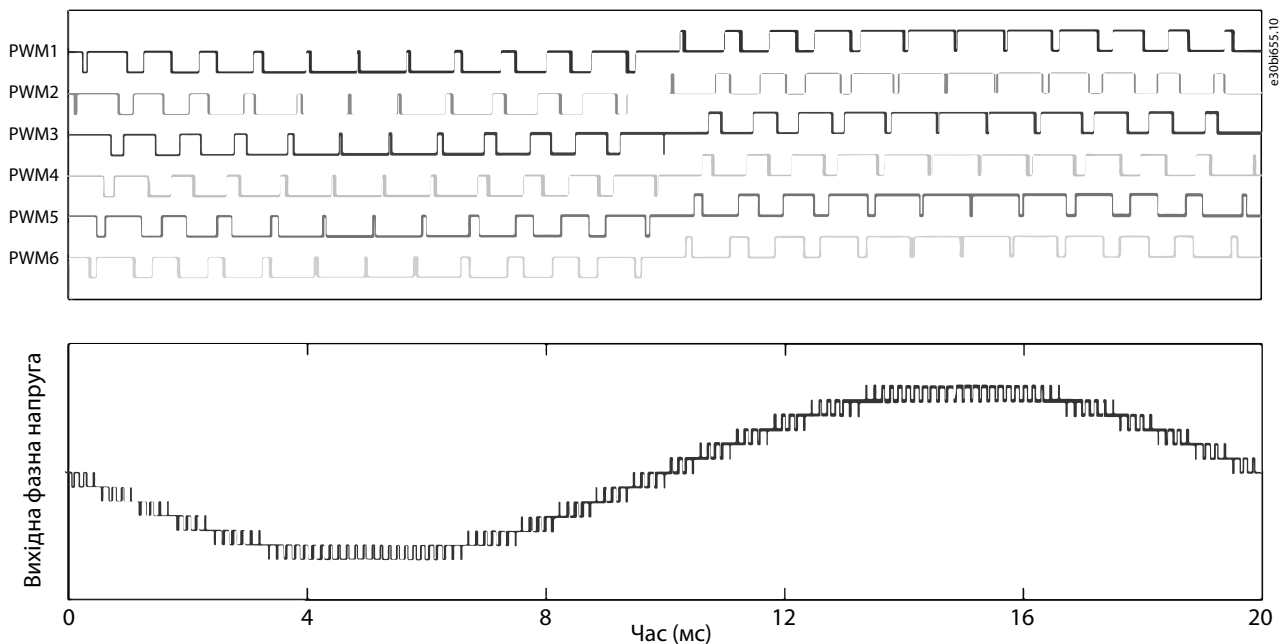
Силовая комірка є основним модулем привода середньої напруги, який забезпечує змінну вихідну напругу та частоту. Він складається зі швидкодіючих запобіжників, випрямного моста, ємності вставки постійного струму, інвертуючого моста IGBT тощо.

Вхідні клеми силових комірок з'єднані з 3-фазною обмоткою вторинної обмотки фазозсувного трансформатора. Трифазний діод забезпечує двонапівперіодне випрямлення для заряджання ємності вставки постійного струму, а напруга на ємності подається на схему однофазного мостового інвертора Н-моста, що складається з 4 IGBT.

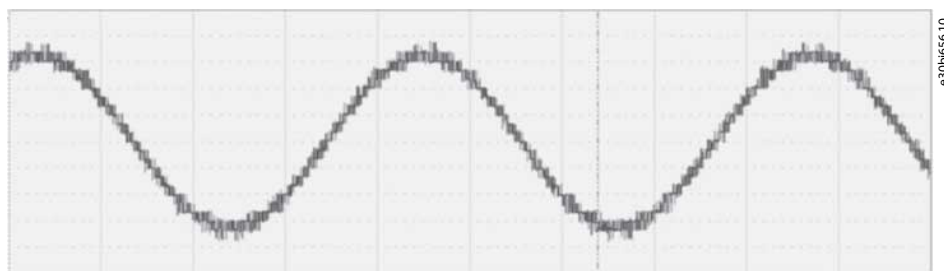
Силовая комірка отримує сигнали через оптичні волокна й керує закриттям і відкриттям IGBT S1–S4, використовуючи режим широтно-імпульсної модуляції для виведення сигналу з однофазною імпульсною модуляцією. Кожна комірка має лише 3 можливі вихідні стани:

- Коли S1 і S4 закриті, вихідна напруга V_{UV} становить V_{DC} .
- Якщо S2 і S3 закриті, вихідна напруга V_{UV} становить $-V_{DC}$.
- Якщо S1 і S3 або S2 і S4 закриті, вихідна напруга V_{UV} становить 0.

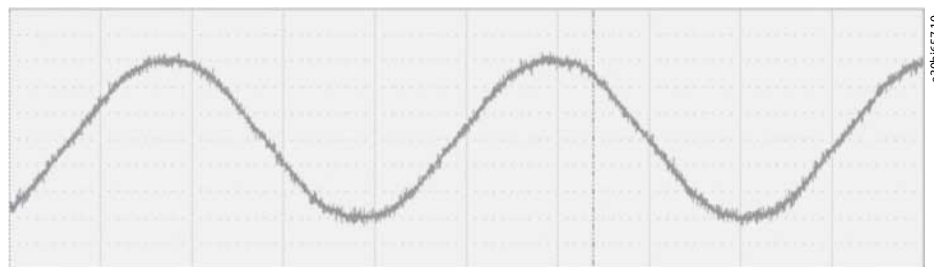
[Ілюстрація 25](#) показує діаграму кривої вихідної напруги кожної силової комірки й накладену форму хвилі вихідної фазної напруги, коли 6 комірок з'єднані послідовно. Як показано на рисунку, 13 рівнів напруги отримуються шляхом послідовного з'єднання 6 силових комірок. Збільшення кількості рівнів напруги зменшує вміст спотворень вихідної напруги й одночасно знижує ризик пошкодження ізоляції двигуна через dU/dt . [Ілюстрація 26](#) та [Ілюстрація 27](#) — це діаграми сигналів вихідної напруги та струму привода за навантаження двигуном.



Ілюстрація 25: Діаграми вихідної та фазної напруги



Ілюстрація 26: Форма кривої вихідної міжфазної напруги

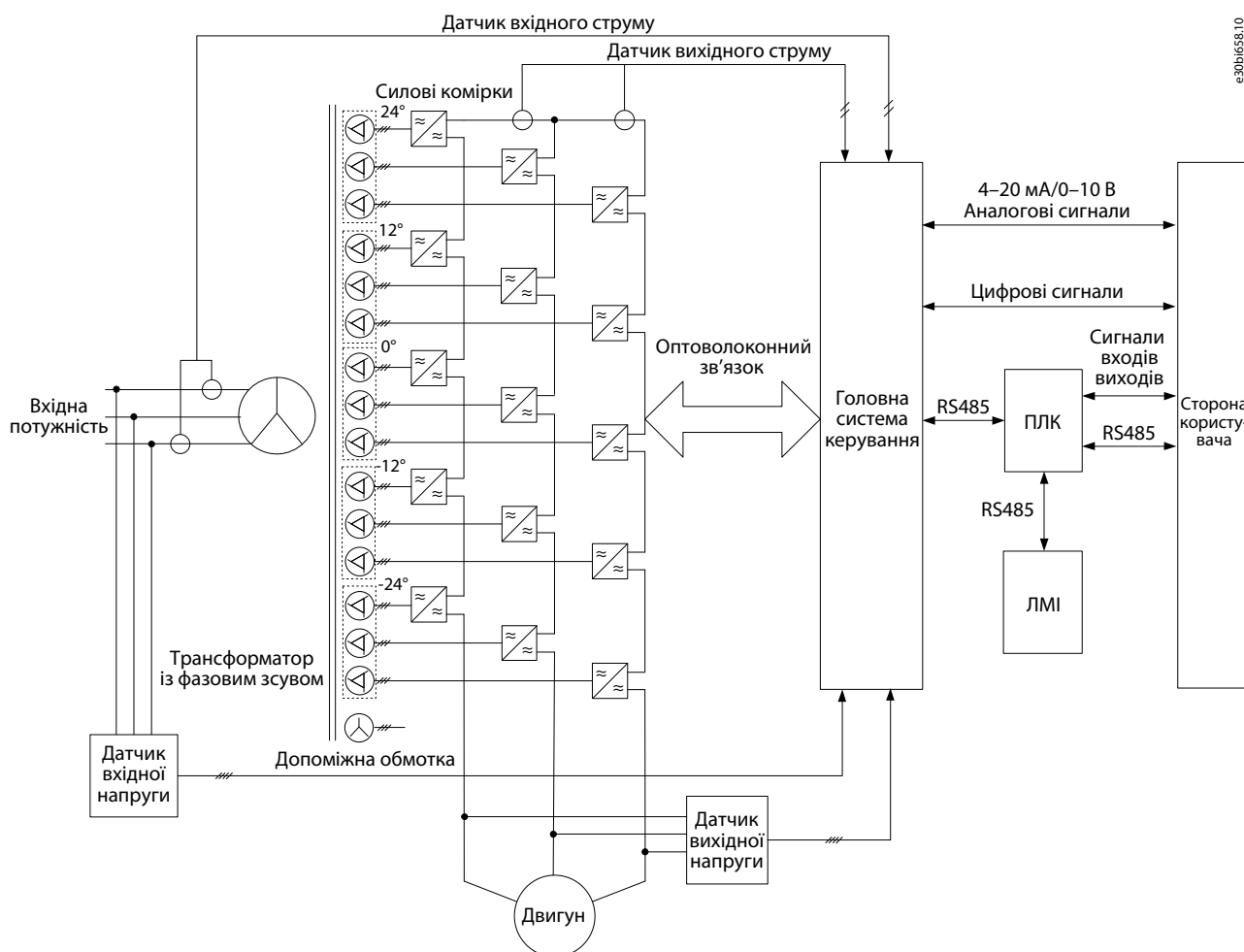


Ілюстрація 27: Форма кривої вихідного струму

Кожна силова комірka має незалежну плату керування коміркою і плату драйвера. Плата керування коміркою отримує сигнал ШІМ, що передається головною системою керування через оптичне волокно для керування IGBT. Одночасно інформація про стан кожної силової комірki надсилається до головної системи керування платою керування через оптичне волокно. Плата драйвера використовується для керування IGBT і передачі сигналу відмови IGBT на плату керування комірki, наприклад для захисту від короткого замикання.

3.4.3 Система керування

Приклад структурної схеми системи керування наведено на [Ілюстрація 28](#). Кількість силових комірок залежить від номінальної напруги привода.



Ілюстрація 28: Структурна схема системи керування

До основних функцій головної системи керування належать такі:

- Цифровий вхід і вихід
- Аналоговий вхід і вихід
- Генерація керуючого ШІМ-сигналу кожної силової комірки
- Кодування й декодування керуючого сигналу
- Самодіагностика системи
- Доставка різних інструкцій щодо впровадження
- Збір і обробка різних збоїв
- Зв'язок із зовнішніми системами

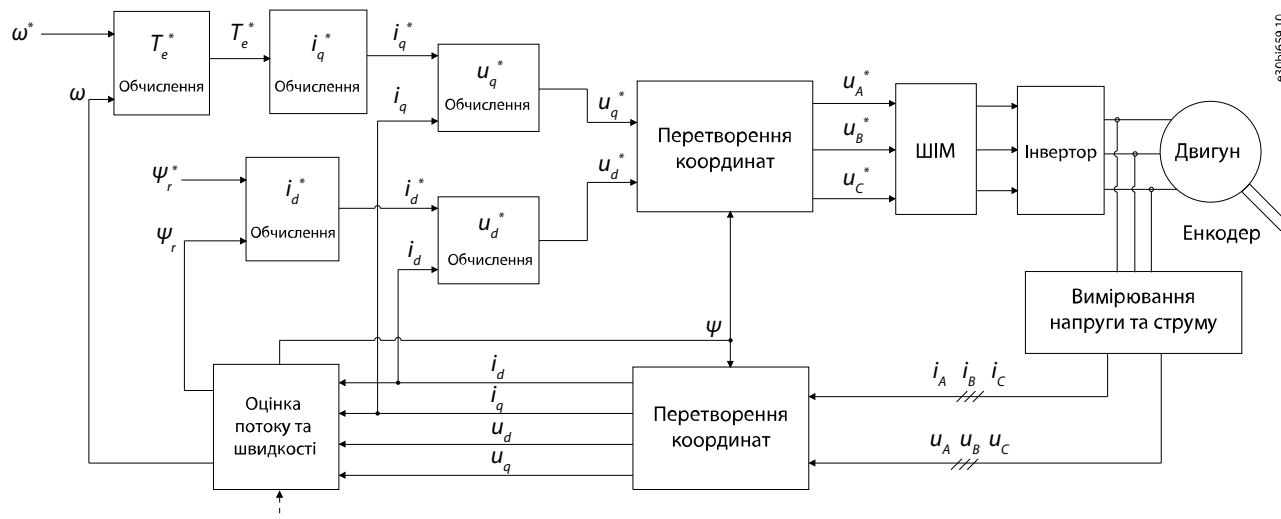
Для підвищення гнучкості застосування на місці ПЛК використовується для логічної обробки внутрішніх сигналів перемикачів, робочих сигналів на місці та сигналів стану привода середньої напруги. Привод середньої напруги VACON® 1000 використовує високоякісний ПЛК для таких цілей:

- Керування вхідними й вихідними сигналами привод
- Захист і блокування
- Виявлення зовнішніх збоїв
- Зв'язок із головною системою керування
- Керування людино-машинним інтерфейсом

Людино-машинний інтерфейс (ЛМІ) засновано на рідкокристалічному сенсорному екрані високої чіткості. Він простий у використанні та служить для встановлення функціональних параметрів, відображення й реєстрації стану системи, робочого стану та збоїв через з'єднання з ПЛК. Див. [7 Людино-машинний інтерфейс](#).

VACON® 1000 забезпечує високу точність керування за допомогою векторного керування. Можливість незалежного керування потоком і швидкістю двигуна забезпечує швидку динамічну реакцію на коливання навантаження й високий крутильний момент на низьких швидкостях, у тому числі під час запуску двигуна. Схема керування наведена на [Ілюстрація 29](#).

На вибір доступні як векторне керування з енкодером, так і без датчиків. Датчики швидкості можуть бути встановлені залежно від реальних умов застосування. Якщо датчики швидкості не використовуються, система все одно може забезпечувати швидкі динамічні відгуки й високий вихідний крутильний момент, коли двигун працює на низькій швидкості.



Ілюстрація 29: Схема векторного керування

3.5 Опис коду типу

Код типу VACON® 1000 складається з чотирьох основних частин і додаткових кодів.

- VACON1000-ED-019-024+ +

1. Серія виробу

VACON® 1000. Ця частина коду завжди однакова.

2. Тип виробу

Виріб VACON® 1000.

- **ED:** привод закрытого типа

3. Номінальний вихідний струм

Наприклад, -040 = 40 А Див. доступні показники вихідного струму в розділі 11.2 Номінальні потужності й розміри.

4. Номінальна напруга системи

Таблиця 3: Доступні напруги системи

Код	Напруга (В)	Частота (Гц)
024	2400	60
030	3000	60
033	3300	50
041	4160	60
060	6000	50
066	6600	50
069	6900	60
100	10000	50
110	11000	50

5. Опції

Опціональні компоненти або специфікації.

Див. доступні коди в розділі [3.6 Доступні опції](#).

3.6 Доступні опції

Таблиця 4: Доступні опції для VACON® 1000

Опція	Опис
Ступінь захисту	
+IP42	Клас захисту IP42
Вхідна частота	
+LS50	Вхідна частота 50 Гц
+LS60	Вхідна частота 60 Гц
Опції входів/виходів	
+IAF1	Модуль входів/виходів для синхронної передачі (8 DI/8 DO)
+IBF2	Удосконалений модуль керування
+ICF3	Модуль входів/виходів для керування збуджувачем
+IDF4	Модуль ПІД-регулятора
+IEF5	Модуль температури двигуна (8 каналів)
Опції входів/виходів ПЛК	
+IAP1	Модуль дискретних входів ПЛК (16 DI)
+IBP2	Модуль дискретних входів/виходів ПЛК (8 DI/8 DO)
+ICP3	Модуль аналогових входів/виходів ПЛК (2 AI/4 AO)
+IDP4	Модуль температури двигуна (8 каналів); сумісний не з усіма опціями байпаса.
Опції комунікаційної шини	
+S_E2	Modbus RTU
+S_E5	PROFIBUS DP-V0
+S_E6	CANopen
+S_E7	DeviceNet [®]
+S_EC	EtherCAT
+S_EI	Modbus TCP
+S_EL	POWERLINK
+S_EN	ControlNet [®]
+S_EP	PROFINET I/O
+S_EQ	EtherNet/IP [®]
Інтерфейс користувача	

Опція	Опис
+MHMI	ЛМІ 10"
Системне ПЗ	
+F101	Індукційний двигун
+F102	Синхронний двигун (з незалежним збудженням)
Байпас комірки	
+PPCB	Байпас силової комірки
Резервування комірок⁽¹⁾	
+PPCR	Резервування силових комірок
Шафа байпаса⁽¹⁾	
+PMBP	Ручний байпас двигуна
+PABP	Автоматичний байпас двигуна
+PSBP	Синхронна передача (тільки 1 двигун)
+PSB2	Спроектowana система синхронного переходу
Вхідні пристрої⁽¹⁾	
+PSTC	Пускова шафа доступна для приводів > 215 A
Вихідні пристрої⁽¹⁾	
+POCK	Реактор для синхронного переходу
+PODU	Фільтр dU/dt для кабелю < 2000 м
Опції обладнання шафи	
+QDFR	Резервування вентилятора охолодження
+QDEX	Зовнішнє живлення вентилятора охолодження
+QSPD	Пристрій захисту від перенапруги (стандартний для версії UL, додатковий для версії IEC)
+QT01	Живлення системи керування без трансформатора нагрівача XFMR
+QT02	Живлення системи керування з трансформатором нагрівача XFMR
Механічні опції	
+MHET	Нагрівач + терморегулятор
+MHEH	Нагрівач + датчик вологості
+MMKI	Механічне блокування ключем (стандартне для версії UL, додаткове для версії IEC)
Опції вхідної напруги⁽¹⁾	
+I023	Вхідна напруга: 2300 В
+I024	Вхідна напруга: 2400 В
+I030	Вхідна напруга: 3000 В

Опція	Опис
+I033	Вхідна напруга: 3300 В
+I040	Вхідна напруга: 4000 В
+I041	Вхідна напруга: 4160 В
+I042	Вхідна напруга: 4200 В
+I048	Вхідна напруга: 4800 В
+I050	Вхідна напруга: 5000 В
+I060	Вхідна напруга: 6000 В
+I063	Вхідна напруга: 6300 В
+I066	Вхідна напруга: 6600 В
+I069	Вхідна напруга: 6900 В
+I072	Вхідна напруга: 7200 В
+I084	Вхідна напруга: 8400 В
+I100	Вхідна напруга: 10000 В
+I110	Вхідна напруга: 11000 В
+I114	Вхідна напруга: 11400 В
+I120	Вхідна напруга: 12000 В
+I124	Вхідна напруга: 12400 В
+I132	Вхідна напруга: 13200 В
+I138	Вхідна напруга: 13800 В
Навколишнє середовище	
+THAL	Велика висота, > 2000 м над рівнем моря
+T50C	Експлуатація за температури навколишнього середовища до +50 °C
Сейсмічна зона	
+SZ04	Зона 4
Заводські приймальні випробування	
+QFAT	Заводські приймальні випробування
+QFNO	Заводські приймальні випробування без навантаження

¹ Вибір цієї опції може вплинути на загальні габарити й вагу виробу.

3.6.1 Шафа байпаса

Див. розділ [3.3.7 Шафа байпаса](#).

3.6.2 Вхідні пристрої

Див. розділ [3.3.5 Пускова шафа](#).

3.6.3 Вихідні пристрої

Див. розділ [3.3.6 Шафа вихідного фільтра](#).

3.6.4 Механічні опції

Опціональні нагрівачі +МНЕТ/+МНЕН

Таблиця 5: Опціональні нагрівачі +МНЕТ і +МНЕН

Опція	+МНЕТ	+МНЕН
Пристрої	Нагрівач і терморегулятор	Нагрівач і гігостат
Зона застосування	Зона низьких робочих температур (-5 °C...0 °C)	Зона високої відносної вологості й конденсації
Призначення	Прогріти привод перед увімкненням, якщо температура нижча за 0 °C (але вище за -5 °C). Низькі температури перевищують номінальну робочу температуру мікродіодів і конденсаторів усередині шафи керування й силових елементів.	Запобігти конденсації та корозії пристроїв і шаф в умовах експлуатації з високою відотною вологістю, інакше під час роботи може статися поломка або іскріння.
Місце розміщення	Шафа керування й шафа силових елементів	Шафа силових елементів, шафа трансформатора, розподільна шафа або будь-які інші шафи з високовольтними компонентами
Основні параметри	Діапазон налаштування терморегулятора: -10...50 °C (14–122 °F), наперед задане значення за замовчуванням становить 0 °C. Потужність нагрівача: 220 В, 400/150 Вт, залежно від розміру шафи.	Діапазон налаштування гігостата: 35–95 % відносної вологості, наперед задане значення за замовчуванням становить 80 %. Потужність нагрівача: 220 В, 400/150 Вт, залежно від розміру шафи.

Система механічного блокування, +ММКІ

Див. розділ [8.6.2 Система механічного блокування](#).

3.7 Програма PC Tool для VACON® 1000

Програма PC Tool для VACON® 1000 — це комп'ютерне програмне забезпечення на базі Ethernet. Потрібен лише один мережевий кабель, за допомогою якого можна виконувати моніторинг і діагностику збоїв привода.

Програма PC Tool для VACON® 1000 включає в себе деякі допоміжні функції, які часто використовуються під час нормальної роботи та введення в експлуатацію.

- На панелі індикації стану відображається робочий стан привода в режимі реального часу.
- Функція відображення кривої дозволяє здійснювати безпосереднє спостереження за внутрішніми змінними під час роботи привода.
- Функція керування параметрами дозволяє змінювати або зберігати поточні параметри системи безпосередньо на комп'ютері.
- Функція аналізу збоїв може обробляти інформацію про неполадки в кеш-пам'яті ЦСП, виводити опис збоїв системи та час їх виникнення, а також відображати криву вхідних і вихідних даних системи поблизу точки збою.

На додаток до функцій, програма PC Tool для VACON® 1000 також надає допоміжні функції введення в експлуатацію та функції оновлення програми ЦСП.

Мінімальні вимоги для VACON® 1000:

- Операційна система: Windows 10
- Процесор: Intel® Core® i5-6300U з тактовою частотою 2,40 ГГц, 2,50 ГГц
- Оперативна пам'ять: 8 ГБ

4 Отримання поставки

4.1 Перевірка поставки

1. Перед розпакуванням перевірте кількість пакувальних коробок відповідно до транспортної відомості й переконайтеся, що пакувальні коробки мають нормальний зовнішній вигляд.
2. Після зняття упаковки перевірте виріб і вкладені документи відповідно до транспортної відомості та переконайтеся, що поставка відповідає замовленню й нічого не бракує. Порівняйте код типу замовлення з кодом типу на етикетці упаковки. Див. [3.5 Опис коду типу](#).
 - Якщо поставка не відповідає замовленню, негайно зверніться до продавця.
3. Перевірте виріб на наявність пошкоджень під час транспортування.
 - У разі виявлення пошкоджень унаслідок транспортування зверніться до страхової компанії або перевізника.

4.2 Зберігання

Діапазон температури зберігання привода VACON® 1000 становить від -40 до 70 °C, а відносна вологість не має перевищувати 95 %. Середовище зберігання має бути захищене від впливу прямих сонячних променів, корозії, займистих газів, електропровідного пилу, сольового смогу, масляного диму тощо.

Зберігайте обладнання запечатаним в упаковці до його монтажу. Привод може зберігатися у своїй упаковці в сухому та провітрюваному приміщенні більше ніж один рік. Якщо привод потрібно зберегти протягом тривалого часу, зв'яжіться з Danfoss.

Якщо привод не упаковано, нанесіть на нього вологопоглинач за повторного зберігання. Виріб, загорнутий у пакет VCI, можна покласти на дерев'яний піддон і зберігати більше року в сухому та провітрюваному приміщенні.

4.3 Підйом і переміщення привода

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ⚠

ПІДЙОМ ВАЖКОГО ОБЛАДНАННЯ

Дотримуйтеся місцевих правил безпеки щодо підйому важких вантажів. Недотримання рекомендацій і місцевих правил безпеки може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Переконайтеся, що підйомне обладнання перебуває в належному робочому стані.

Переміщуйте шафи у вертикальному положенні. Для підйому шаф використовуйте підйомний пристрій, який здатен витримувати вагу шаф. Додаткову інформацію про вагу, центр ваги й положення підйому див. на транспортному маркуванні на упаковці.

Перш ніж знімати пакувальний матеріал, перемістіть привод до місця встановлення.

Автономні шафи VACON® 1000 постачаються цільними, а лінійні конструкції постачаються окремими секціями:

- Шафа керування
- Шафа силових комірок
- Шафа трансформатора
- Шафа для додаткових пристроїв

Щоб рівномірно розділити вагу шаф і запобігти пошкодженню обладнання, завжди використовуйте 4 отвори для підйому. Сполучіть місця підйому з центром ваги, позначеним на упаковці.

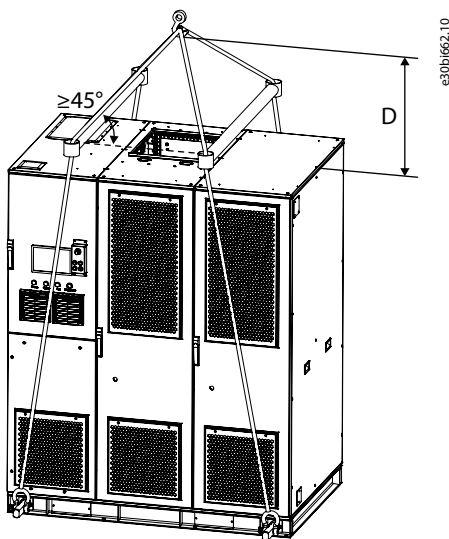
Переміщуйте шафи повільно й обережно. Деталі розподільчих щитів можуть легко впасти, оскільки їх центр ваги розташований високо вгорі в задній частині шаф.

4.3.1 Підйом автономних шаф

Після зняття упаковки із шаф потрібен кран або вилочний навантажувач, щоб зняти їх із дерев'яних піддонів і доставити до місця встановлення.

1. Підніміть шафу знизу за допомогою крана.

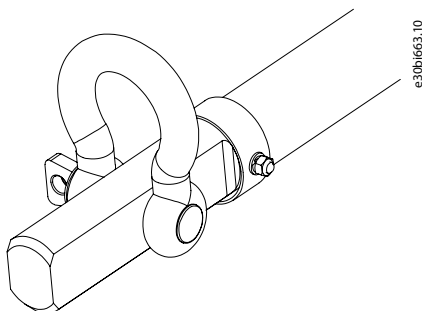
Відстань (D) між гаком крана й верхом шафи має бути понад 1,5 м (4,92 фути).
Мінімальний кут між двома підйомними тросами має становити 45°.



Ілюстрація 30: Підйом автономних шаф

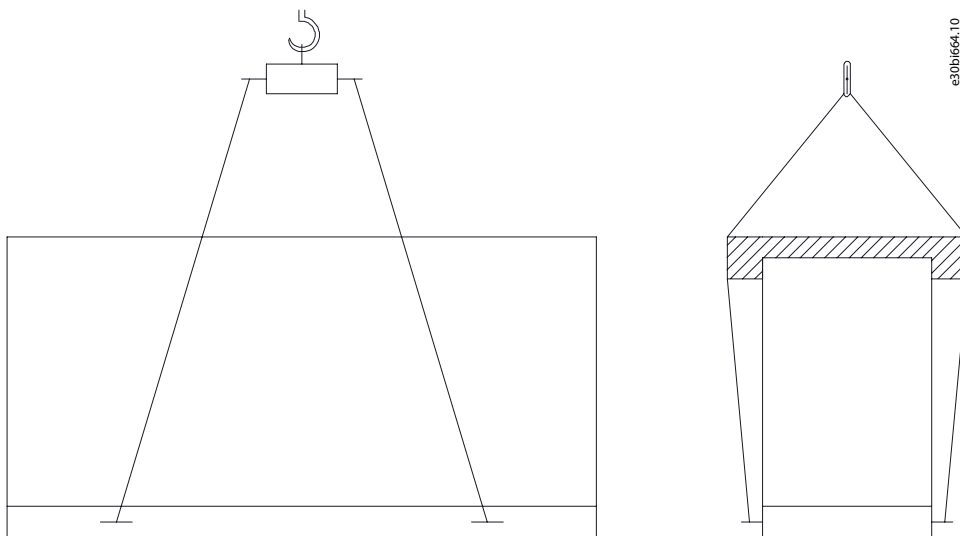
- Використовуйте такелажні скоби в отворах підйомної штанги.

Для такелажних скоб використовуйте лише отвори діаметром 33 мм (1,3 дюйма) та шириною 30 мм (0,75–1,125 дюйма).



Ілюстрація 31: Такелажна скоба, прикріплена до підйомної штанги

- Переконайтеся, що підйомні троси крана не стискають шафу й не пошкоджують її. Використовуйте розпірки або дерев'яний брусок між тросами у верхній частині шафи.



Ілюстрація 32: Підйомні троси, розправлені дерев'яним бруском

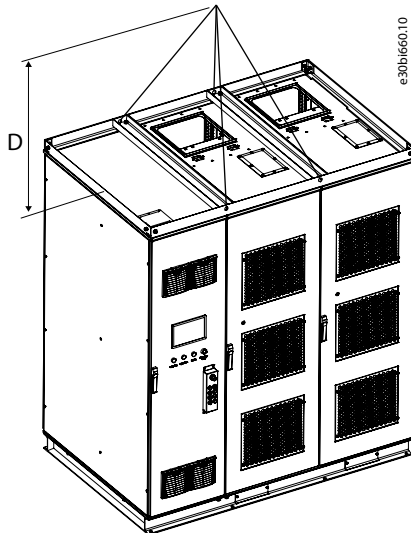
- Підніміть шафу повільно й без ривків. Опустіть так само до упору.

4.3.2 Підйом лінійних шаф

Після зняття упаковки із шаф потрібен кран або вилочний навантажувач, щоб зняти їх із дерев'яних піддонів і доставити до місця встановлення.

1. Щоб підняти шафу силових комірок і шафу керування, використовуйте чотири отвори у сталевих кутках у верхній частині шафи.

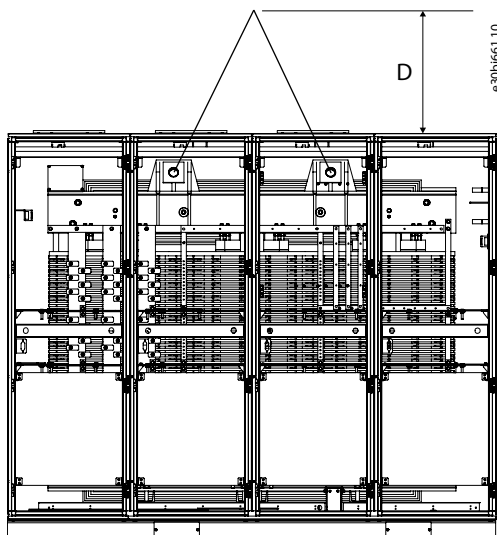
Відстань (D) між гаком крана й верхом шафи має бути понад 1,5 м (4,92 фути).
Зніміть сталеві кутки після підйому.



Ілюстрація 33: Точки підйому шафи силових комірок

2. Щоб підняти шафу для додаткових пристроїв, використовуйте рим-болти в чотирьох кутах у верхній частині шафи.
3. Оскільки шафа трансформатора важка, не піднімайте її за підйомні кільця у верхній частині шафи. Натомість використовуйте підйомні кільця трансформатора.

Відстань (D) між гаком крана й верхом шафи має бути понад 1,5 м (4,92 фути).



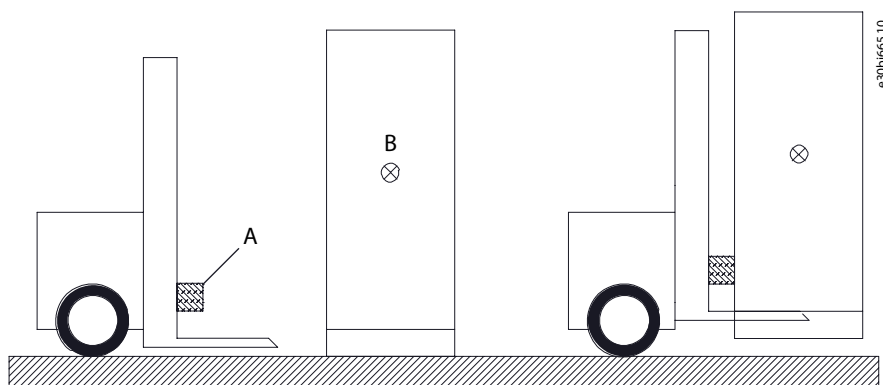
Ілюстрація 34: Точки підйому трансформатора

4. Підніміть шафу повільно й без ривків. Опустіть так само до упору.

4.3.3 Використання вилочного навантажувача

Вилочний навантажувач має бути в змозі підняти й витримати вагу шафи.

1. Щоб щогла навантажувача не подряпала корпус, помістіть дерев'яний брусок або щось подібне між навантажувачем і шафою.



Ілюстрація 35: Використання вилочного навантажувача для переміщення шафи

A	Дерев'яний брусок
B	Центр ваги

2. Повільно підніміть шафу й максимально зменште вібрацію.

Перед підйомом урахуйте центр ваги шафи.

5 Механічний монтаж

5.1 Робоче середовище

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я

КОНДЕНСАЦІЯ

Волога може конденсуватися на електронних компонентах і спричиняти коротке замикання. Намагайтеся не встановлювати обладнання на ділянках, де можливі заморозки. Установіть додатковий нагрівач, якщо привод холодніший за навколишнє повітря.

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я

ЕКСТРЕМАЛЬНІ УМОВИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Гарячі або холодні температури погіршують продуктивність і довговічність пристрою.

Для забезпечення тривалої та надійної роботи привода середовище монтажу має відповідати наведених далі вимогам.

- Температура в нормальному робочому середовищі має бути в діапазоні від -5 до +40 °C. Якщо температура навколишнього середовища перевищує ці значення, обладнання слід використовувати в режимі роботи зі зниженням номінальних характеристик або оснастити відповідним обладнанням для кондиціонування повітря.
- Висота встановлення не має перевищувати 1000 м над рівнем моря. Якщо висота перевищує 1000 м, використовуйте обладнання в режимі роботи зі зниженням номінальних характеристик.
- Відносна вологість повітря має бути в діапазоні від 5 до 95 % без конденсації.
- Ступінь забруднення: II
 - Хімічний газ: IEC 721-3-3, клас 3C1
 - Тверді частинки: IEC 721-3-3, клас 3S2

5.2 Установлення шафи

Інструкції з установлення

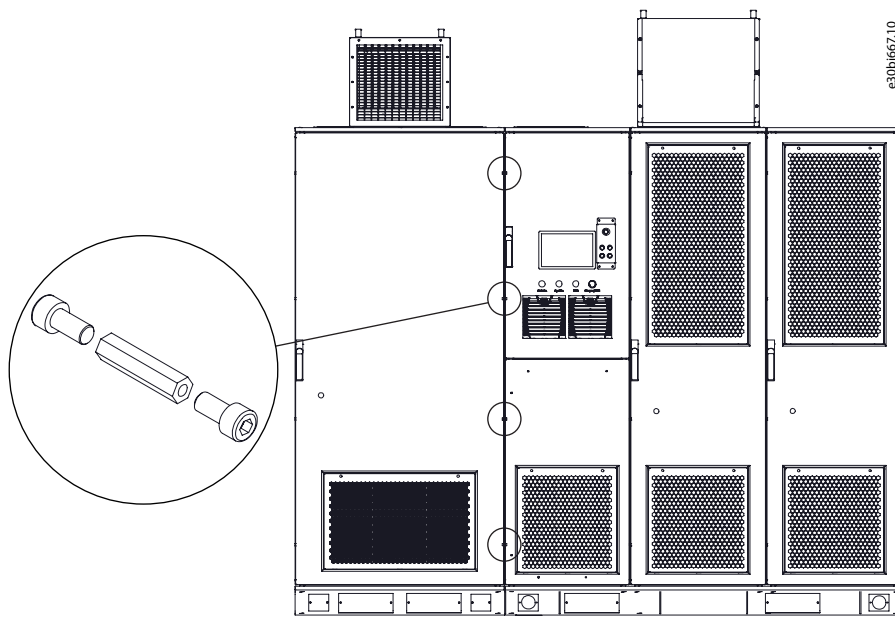
- Щоб довжина кабелю двигуна була якомога коротшою, розташуйте привод поблизу двигуна.
- Забезпечте стійкість пристрою, розмістивши корпус на твердій поверхні.
- Переконайтеся, що міцність місця встановлення витримує вагу пристрою.
- Для забезпечення безпеки й полегшення прокладання кабелів рекомендується встановлювати шафу на кабельній траншеї.
- Не встановлюйте шафу на легкозаймисті предмети.
- Переконайтеся, що навколо пристрою достатньо місця для належного охолодження.
- Переконайтеся, що є достатньо місця для відкривання дверцят шафи і для роботи на обладнанні.
- Перед установленням зніміть із шафи рухомі й підйомні частини.

5.2.1 Кріплення шаф

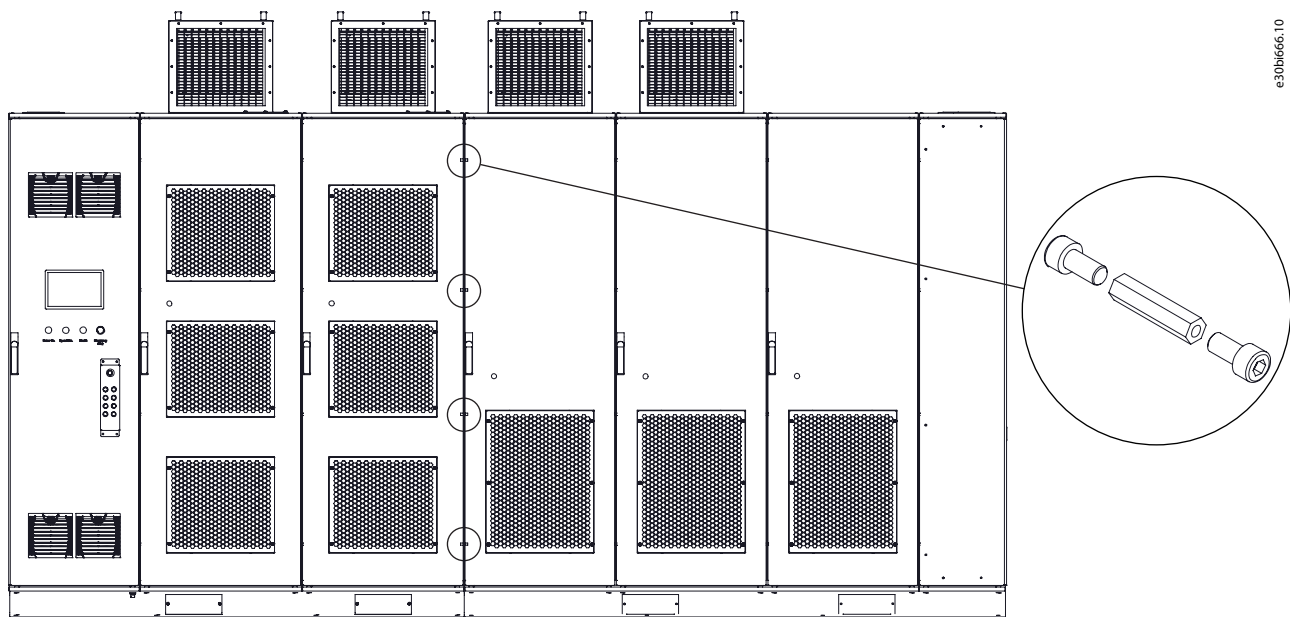
Після встановлення й вирівнювання шаф прикріпіть їх одну до одної.

Якщо використовуються лінійні шафи, закріпіть одну до одної шафу силових комірок, шафу керування й шафу трансформатора за допомогою з'єднувальної деталі. По черзі встановіть додаткові шафи з правого боку шафи трансформатора.

Якщо використовуються автономні шафи, додаткові шафи встановлюйте з лівого боку.



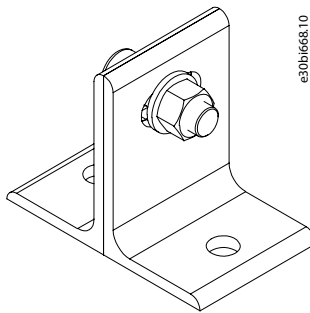
Ілюстрація 36: Точки кріплення в автономних шафах



Ілюстрація 37: Точки кріплення в лінійних шафах

Дотримуйтеся наведених нижче інструкцій.

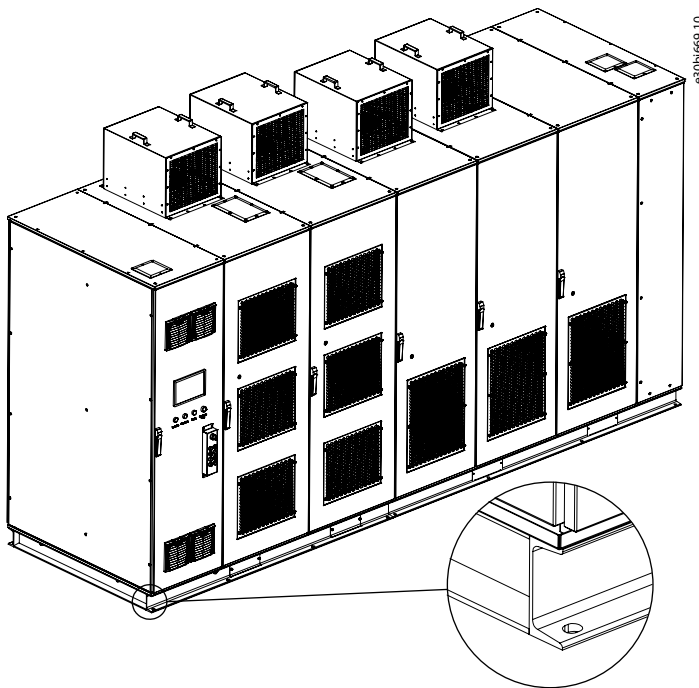
- Під час транспортування й установлення шафи беріть до уваги заходи безпеки, як-от ударостійкість і вологозахист, щоб уникнути деформації рами та пошкодження фарбового покриття.
- Перед кріпленням шаф вирівняйте їх належним чином.
- Основи двох шаф можна повністю притулити одна до одної за допомогою автовантажувача або ланцюгового реверсивного підйомника, перш ніж шафи будуть закріплені.
- Для з'єднання сусідніх шаф використовуйте шестигранні розпірки M6x40 і гвинти M6x10.
- Шафи мають бути надійно заземлені.
- Кріпильні деталі, що використовуються під час монтажу, мають бути стандартними деталями з покриттям зі сплаву Zn-Ni.
- Якщо шафа стоїть біля стіни або шафи мають різну глибину, шестигранні розпірки не можна використовувати для кріплення задньої панелі шафи. У такому разі для з'єднання шаф використовуйте сталеві кутки.



Ілюстрація 38: Сталевий куток

5.2.2 Монтаж шаф

З'єднайте й зафіксуйте круглий отвір на кожній основі зі швелерної сталі за допомогою сталевого швелера. Використовуйте гвинти M12×35. Шафу можна також приварити до основи зі швелерної сталі.



Ілюстрація 39: Кріплення шаф до фундаменту

5.3 Установлення силових комірок

Принаймні дві особи мають працювати разом під час установлення.

Підйомний візок силової комірки можна придбати в Danfoss як опцію.

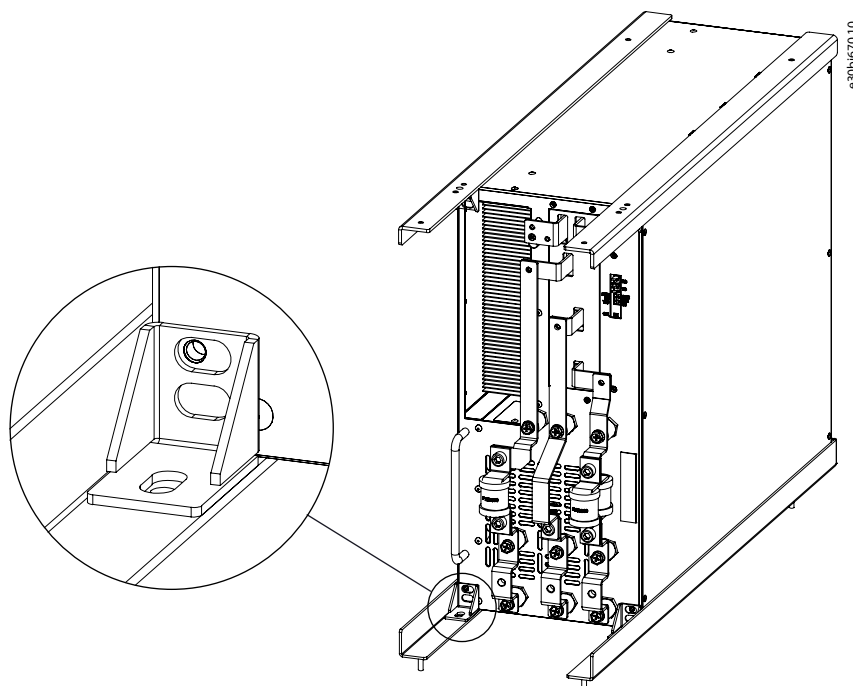
1. Після виймання силової комірки з упаковки переконайтеся, що він не пошкоджений.
2. Використовуйте підйомний візок силової комірки або інший підйомний пристрій для переміщення й підйому силової комірки.

Вимоги до підйомного пристрою:

- здатність піднімати вагу силових комірок;
- здатність піднімати силові комірки на потрібну висоту;
- наявність запірної механізми.

3. Повністю вставте силову комірку у гніздо на кріпильній опорі в шафі.

4. Після встановлення силової комірки прикрутіть кутки до кріпильній опори за допомогою гвинтів М6.



Ілюстрація 40: Установлення силової комірки

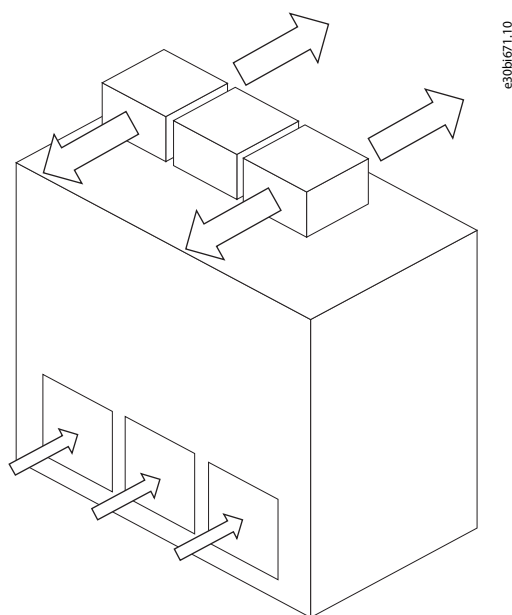
5.4 Розміри привода закритого типу

Розміри шафи привода див. у розділі [11.2 Номінальні потужності й розміри](#).

Точні розміри завжди див. в інформації про поставку.

5.5 Охолодження й вільний простір навколо привода закритого типу

Привод змінного струму виробляє тепло під час роботи. Привод VACON® 1000 використовує примусове повітряне охолодження для контролю температури трансформатора, силових комірок та інших компонентів. Вентилятори на верхній частині шафи забезпечують потік повітря. Прохолодне повітря втягується в шафу через вхідний отвір і виводиться з вихідного отвору, як показано на малюнку.



Ілюстрація 41: Потік охолоджувального повітря

Переконайтеся, що температура охолоджувального повітря не піднімається вище за максимальну робочу температуру середовища й не опускається нижче за мінімальну робочу температуру середовища привода. Див. [5.1 Робоче середовище](#).

Слідкуйте за тим, щоб гаряче повітря виходило із шафи й не потрапляло назад до шафи. Над шафою має бути вільний простір без сторонніх предметів, що можуть перешкоджати циркуляції повітря. Щоб мати можливість відкривати дверцята шафи та проводити технічне обслуговування, необхідно забезпечити вільне місце перед шафою.

- Шафу можна розмістити задньою панеллю до стіни.
- Відстань між фасадом шафи та стінами ≥ 1500 мм.
- Відстань між кришкою вентилятора шафи та стелею:
 - ≥ 400 мм для приводів без повітроводу.
 - ≥ 1000 мм для приводів із повітроводом.

Втрати потужності привода змінного струму можуть істотно змінюватися з разі зміни навантаження, вихідної частоти або частоти комутації. Корисно знати втрати потужності під час планування охолоджувального обладнання для електрощитової. Для розрахунку втрат потужності використовуйте інструмент ecoSmart. Див. <http://ecosmart.danfoss.com/#/app/intro>.

5.5.1 Рекомендації щодо повітропроводів

Повітропроводи можна використовувати для відведення з електрощитової теплого повітря, що виходить із VACON® 1000.

Рекомендації з використання повітропроводу:

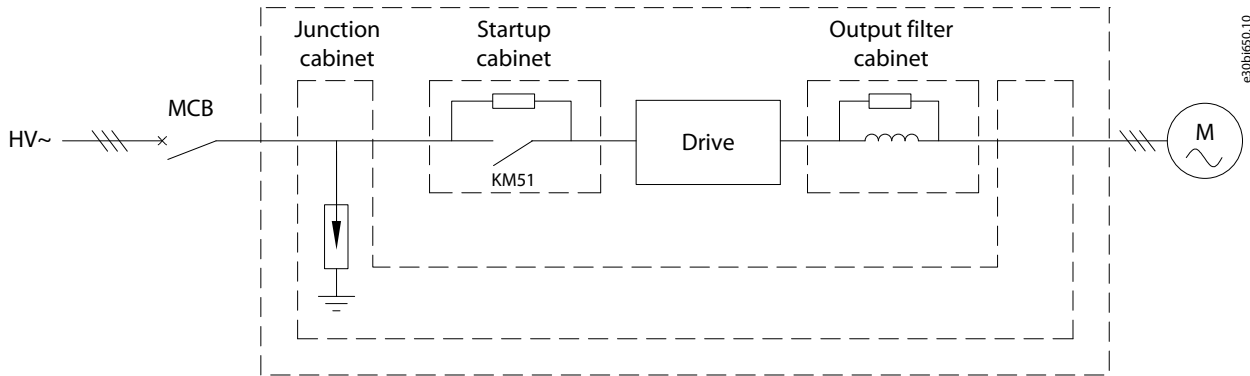
- Площа виходу повітропроводу має бути більшою за суму площ виходу вентиляторів шафи.
- Площа повітрозабору в місці розташування шафи має бути більшою за суму площ виходу вентиляторів більш ніж у 1,2–1,5 рази. Повітрозабірник повинен мати первинний повітряний фільтр.
- Вихідний отвір повітропроводу має бути водонепроникним, щоб запобігти попаданню води в повітропровід.
- Рекомендована максимальна довжина повітропроводу становить 3 м. Для більш довгих повітропроводів потрібні опорні кронштейни й індукований витяжний вентилятор.

6 Електричний монтаж

6.1 Головний ланцюг

Типовий головний ланцюг VACON® 1000 показано на [Ілюстрація 42](#).

- Автоматичний вимикач (MCB), двигун, мережевий кабель і кабелі двигуна не входять до комплекту постачання.
- Пускова шафа й шафа вихідного фільтра є додатковими компонентами.



Ілюстрація 42: Головний ланцюг VACON® 1000

6.2 Головний вимикач і запобіжники

Для захисту привода від короткого замикання встановіть запобіжники або вимикач на боці мережі обладнання відповідно до всіх застосовних правил монтажу.

Під час вибору розміру запобіжників або мережевого вимикача мають братися до уваги такі параметри:

- Потужність короткого замикання
- Безперервний струм
- Напруга живлення

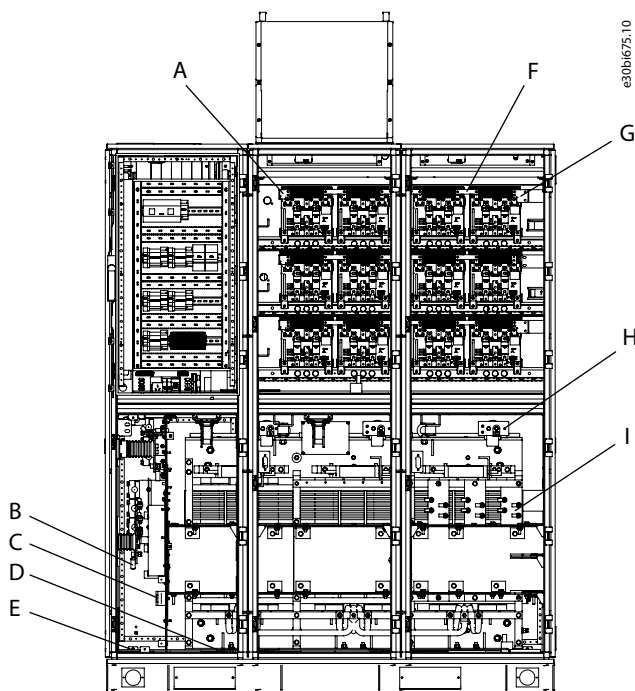
6.3 Гальванічна ізоляція між секціями середньої та низької напруги

Між секціями низької напруги (НН) та середньої напруги (СН) у шафах є гальванічна ізоляція. Ізоляція між секціями захищає пристрої в секції НН від середніх напруг.

Більшість компонентів НН розташовані в шафі керування. В інших шафах розміщені лише датчики струму (HECS) і деякі додаткові компоненти, як-от обігрівачі приміщення, датчики вологості й контролери терморегуляторів. З'єднання між пристроями НН і СН здійснюються або через оптичні волокна, або електрично ізолюються.

6.4 Клеми

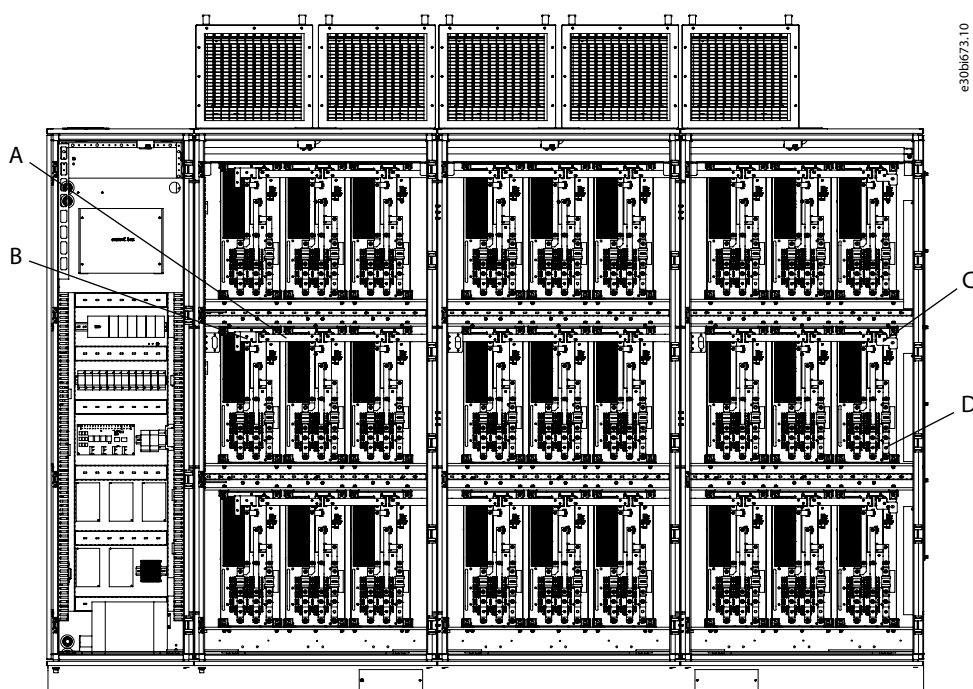
6.4.1 Розташування клем в автономній шафі



Ілюстрація 43: Клеми в автономній шафі

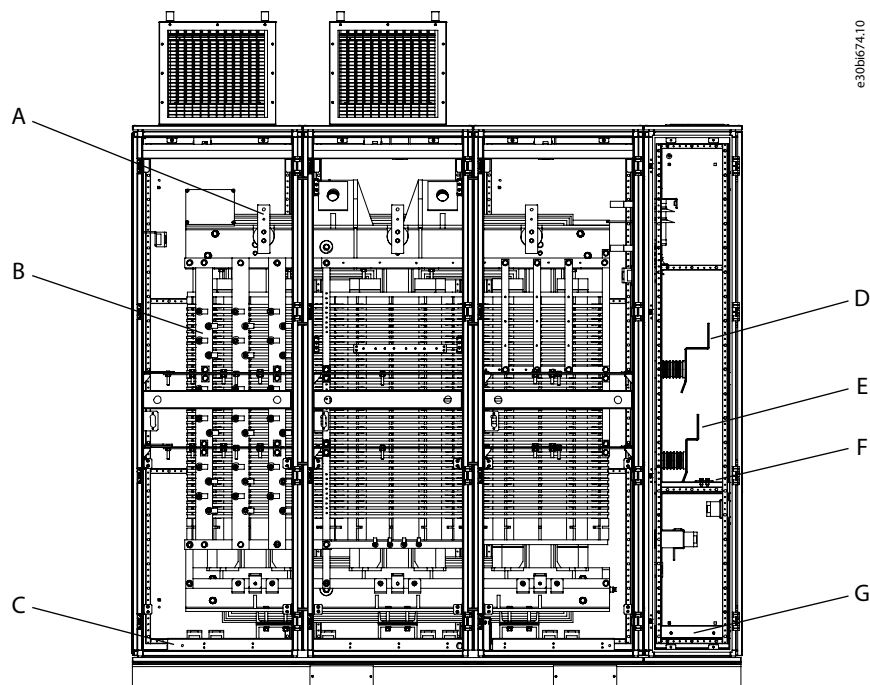
A	Вихідна силова клемма	F	Шина для підключення силових елементів послідовно
B	Клемма підключення двигуна	G	Клемма вихідної нейтральної точки
C	Клемма підключення живлення	H	Вхідна клемма трансформатора
D	Підключення заземлення між шафами	I	Вихідна клемма трансформатора
E	Клемма заземлення системи		

6.4.2 Розташування клем у лінійній шафі



Ілюстрація 44: Клеми в шафах керування та силових елементів

A	Шина для підключення силових елементів послідовно	C	Вихідна силова клемма
B	Клема вихідної нейтральної точки	D	Вихідна клемма трансформатора



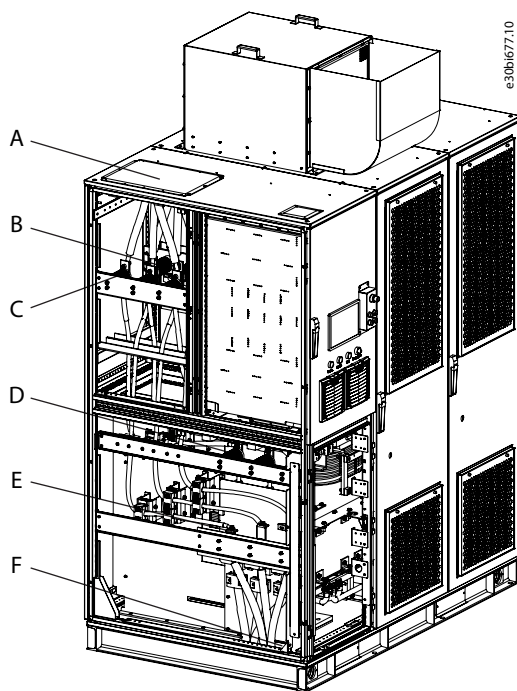
Ілюстрація 45: Клеми в шафі трансформатора

A	Вхідна клемма трансформатора	E	Клема підключення двигуна
B	Вихідна клемма трансформатора	F	Вихідна силова клемма
C	Підключення заземлення між шафами	G	Клема заземлення системи
D	Клема підключення живлення		

6.5 Введення й кінцеве закладення кабелів

6.5.1 Введення силового кабелю автономної шафи

До шафи вводу/виводу кабелі можуть входити зверху та знизу. Відповідно до вимог замовника кабельна траса монтується для нижнього або верхнього введення.



Ілюстрація 46: Введення знизу та введення зверху

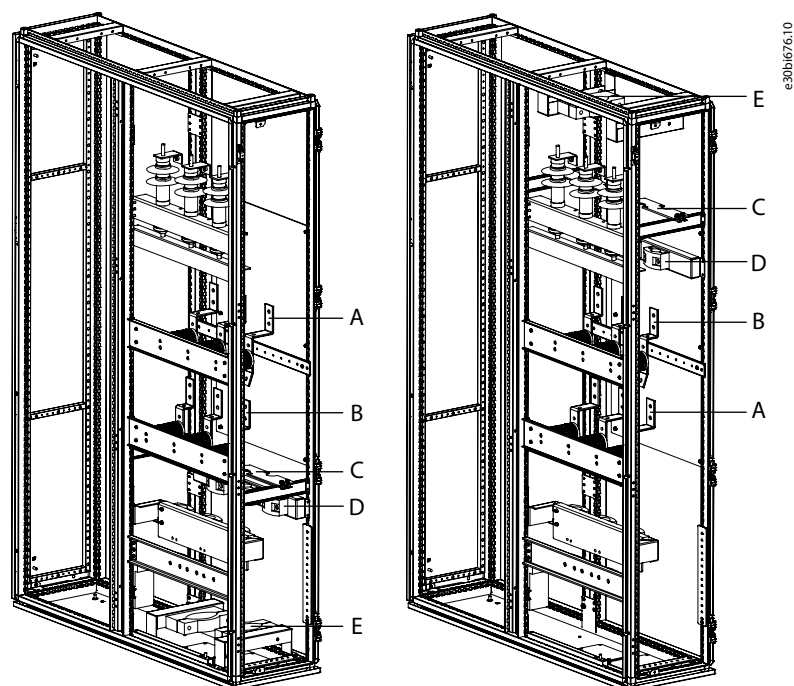
A	Кришка верхнього кабельного входу	D	Вхідна клема (нижній кабельний вхід)
B	Вихідна клема (верхній кабельний вхід)	E	Вихідна клема (нижній кабельний вхід)
C	Вхідна клема (верхній кабельний вхід)	F	Кришка нижнього кабельного входу

6.5.2 Введення силового кабелю лінійної шафи

До шафи вводу/виводу кабелі можуть входити зверху та знизу. Відповідно до вимог замовника кабельна траса монтується для нижнього або верхнього введення.

Якщо потрібно змінити спосіб введення кабелю на місці, поверніть позицію двох механічних деталей на 180°.

- Вихідна шина (деталь B)
- Кабельний затискач і опорний кронштейн (деталь D)



Ілюстрація 47: Введення знизу (ліворуч) і введення зверху (праворуч)

A	Вхідна шина	D	Кабельний затискач і опорний кронштейн
B	Вихідна шина	E	Затискач для трижильного кабелю й опорний кронштейн
C	Ізоляційний бар'єр і опорний кронштейн		

6.5.3 Кінцеве закладення силового кабелю

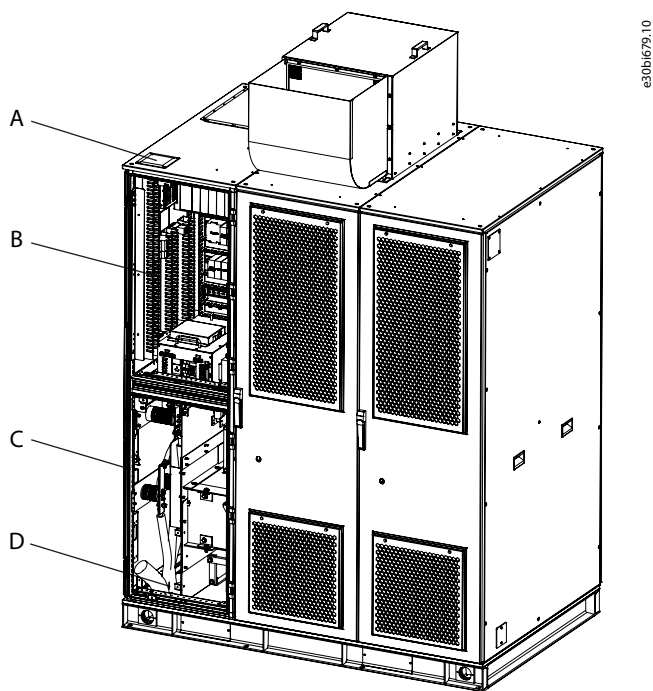
Комплекти проводки, включно з рекомендованими наконечниками, болтами, шайбами й гайками, постачаються разом із шафами.

Під'єднайте наконечники до силових кабелів і закріпіть їх на вхідних і вихідних клеммах за допомогою деталей, що входять до комплектів проводки.

6.5.4 Введення кабелю керування

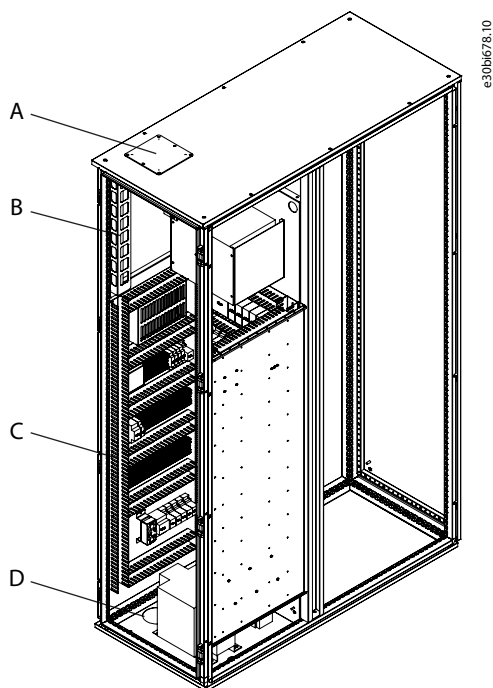
До шафи керування кабелі можуть входити зверху та знизу. Жодні модифікації не потрібні.

Після завершення прокладання кабелів зв'яжіть кабелі керування на кабельному каналі/кронштейні.



Ілюстрація 48: Введення кабелю керування до автономної шафи

A	Верхній кабельний вхід	C	Кронштейн для зв'язування кабелю
B	Кабельний канал для зв'язування кабелю	D	Нижній кабельний вхід



Ілюстрація 49: Введення кабелю керування до лінійної шафи

A	Верхній кабельний вхід	C	Кабельний канал для зв'язування кабелю
B	Кронштейн для зв'язування кабелю	D	Нижній кабельний вхід

6.6 Заземлення

Використовуйте з'єднувальні шини для з'єднання шин заземлення в кожній шафі.

В установках, що відповідають стандарту IEC, площа поперечного перерізу з'єднувальних шин має бути принаймні такою:

- Автономний тип: 25 × 3 мм.
- Складовий тип < 350 А: 40 × 3 мм.
- Складовий тип 350–680 А: 50 × 4 мм.

В установках, що відповідають стандарту UL, площа поперечного перерізу з'єднувальних шин має бути принаймні 50 × 6 мм.

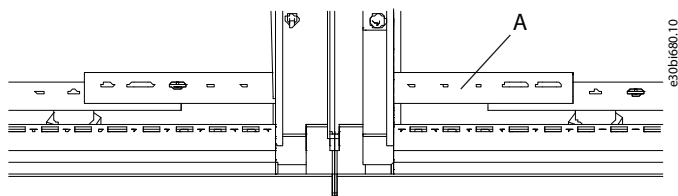
Підключіть головну шину заземлення шафи до кабелю заземлення системи. Рекомендована мінімальна площа поперечного перерізу для підключення становить 95 мм².

Площа поперечного перерізу заземлювальних кабелів має бути ≥ 16 мм² і не більше половини площі перерізу фазних проводів високої напруги. Крім того, опір заземлення заземлювального з'єднання має бути нижчим за 4 Ом.

Значення струму витоку на землю має бути нижчим за 3,5 мА змінного струму або 10 мА постійного струму та має відповідати вимогам безпеки, що стосуються обладнання з високим струмом витоку.

Захисне заземлення (PE) клеми заземлення системи має бути надійним, щоб уникнути нещасних випадків.

Не використовуйте той самий провід заземлення з іншим силовим обладнанням або зварювальним апаратом. Заземлюйте кожен привод окремо, якщо в одному приміщенні є кілька приводів. Послідовне з'єднання із землею заборонено.



Ілюстрація 50: Підключення заземлення між шафами

A З'єднувальна шина

6.7 Вибір силового кабелю

- Використовуйте армований трижильний мідний кабель з ізоляцією зі зшитого поліетилену або етилен-пропіленового каучуку й металевим екраном.
- Рекомендована площа перерізу проводу для силового кабелю й кабелю двигуна ґрунтується на використанні одного трижильного кабелю й температурі навколишнього середовища 40 °С. Якщо умови змінюються (конфігурація кабелю, джгут кабелів і температура навколишнього середовища), див. інформацію про конструкцію відповідно до конфігурації кабелю.
- Найвища температура кабелів у шафі за безперервної роботи становить 90 °С.
- Кабель двигуна в шафі — це мідний кабель з ізоляцією з етилен-пропіленового каучуку та хлоретиленовою оболонкою.
- Якщо вхідна напруга більша за вихідну напругу, номінальна напруга вихідного силового кабелю має дорівнювати вхідній напрузі.

Таблиця 6: Рекомендовані розміри силового кабелю

Номінал вхідного/вихідного струму	Специфікація провідника, IEC	Специфікація провідника, UL
≤ 100 А	25 мм ²	2 AWG
≤ 120 А	35 мм ²	2 AWG
≤ 150 А	50 мм ²	1 AWG
≤ 190 А	70 мм ²	1/0 AWG
≤ 240 А	95 мм ²	2/0 AWG
≤ 270 А	120 мм ²	4/0 AWG
≤ 310 А	150 мм ²	250 kcmil

Номинал вхідного/вихідного струму	Специфікація провідника, IEC	Специфікація провідника, UL
≤ 350 A	185 мм ²	350 kcmil
≤ 410 A	240 мм ²	500 kcmil
≤ 460 A	300 мм ²	500 kcmil
≤ 530 A	400 мм ²	750 kcmil
≤ 600 A	500 мм ²	750 kcmil
≤ 680 A	630 мм ²	1000 kcmil

6.8 Додаткові інструкції з монтажу кабелів

Конкретну схему прокладання проводів див. на схему проводки на місці. Під час прокладання кабелів дотримуйтеся нижчезазначених вказівок.

- Використовуйте лише симетрично екрановані ЕМС-кабелі між приводом та іншим обладнанням (силова шафа високої напруги та двигун).
- Щоб уникнути перешкод, прокладайте кабелі керуючих сигналів, комунікаційні кабелі, кабелі підключення до джерела живлення й силовий кабель двигуна окремо, а не в одному кабельному відсіку. Якщо окреме прокладання неможливе, забезпечте відстань між кабелями керування, передачі сигналів, зв'язку та джерела живлення, а також між кабелями живлення двигуна більшу, ніж 30 см.
- Якщо це можливо, уникайте розташування довгих відрізків кабелів двигуна паралельно іншим кабелям.
- Для передачі керуючих сигналів використовуйте багатожильний провід з екрануючим шаром, водночас екрануючий шар має бути заземлений з обох кінців еквіпотенційно й не має бути дуже довгим.
- Проводи, що використовуються для передачі різних сигналів, наприклад сигналів змінного струму й сигналів постійного струму, мають бути прокладені альтернативним способом вертикально один до один одного.

6.9 Проводка системи керування

6.9.1 Вибір кабелю керування

Кабелі керування живленням

Використовуйте кабелі низької напруги з мідною ізоляцією з ПВХ або зшитого поліетилену, з екраном і в одножильних або багатожильних конструкціях.

Специфікація кабелю для вхідної напруги 208–600 В:

- Кабель твердотілого типу, 2,5–6,0 мм² або 14–10 AWG.
- Кабель гнучкого типу, 4,0 мм² або 12 AWG.

Специфікація кабелю для вхідної напруги 120 В:

- Кабель твердотілого типу, два паралельно з'єднаних кабелі, 2,5–6,0 мм² або 14–10 AWG.
- Кабель гнучкого типу, два паралельно з'єднані кабелі, 4,0 мм² або 12 AWG.

Сигнальні кабелі керування

Використовуйте кабелі керування з ізоляцією зі зшитого поліетилену або ПВХ, з екраном і в багатожильних конструкціях.

- Кабель твердотілого типу, 1,0–4,0 мм² або 17–12 AWG.
- Кабель гнучкого типу, 2,5 мм² або 13 AWG.

6.9.2 Проводка для живлення системи керування

Підключіть проводи L і N живлення системи керування до клем 1 і 7 у клемному блоку X12. Див. [Таблиця 7](#).

Таблиця 7: Підключення до клемного блоку X12

Клема	Визначення	Опис
1	L1	220 В змін. струму, 1 фаза, 50 Гц 230 В змін. струму, 1 фаза, 60 Гц

Клема	Визначення	Опис
2	L1	600 В змін. струму, 1 фаза, 50/60 Гц
3	L2	
4	L2	
5	L3	
6	L3	
7	N	
8	N	
9	A	Зовнішнє живлення вентилятора охолодження (опція): 380 В змін. струму, 3 фази, 50 Гц 460 В змін. струму, 3 фази, 60 Гц
10	A	
11	B	
12	B	
13	C	
14	C	
15	PE	Заземлення

Привод має подвійний ланцюг живлення. Якщо зовнішнє живлення зникає, живлення перемикається на допоміжну обмотку фазозсувного трансформатора для видачі 1-фазної потужності, і привод усе ще може нормально працювати. Коли зовнішнє живлення відновлюється, живлення знову перемикається на зовнішнє живлення.

Вимоги до захисту ланцюга живлення

Мережі TT: Якщо нейтральна точка живлення системи керування заземлена напряму, підключіть раму до клеми заземлення (клема заземлення не має з'єднання із заземленням нейтральної точки).

Мережі IT: Нейтральна точка живлення системи керування не заземлена напряму.

6.9.3 Електропроводка ланцюга керування

Клеми електропроводки ланцюга керування наведені в таблиці.

- Клеми цифрового входу повинні бути пасивними вузлами з потужністю 1 А/24 В пост. струму.
- Клеми цифрового виходу, що надаються системою, є пасивними вузлами з потужністю 5 А/220 В змін. струму або 5 А/220 В пост. струму.
- Визначення всіх клем вводу-виходу є стандартними й можуть бути визначені та налаштовані знову відповідно до вимог.

Таблиця 8: Електропроводка ланцюга керування

Клема	Визначення	Сигнал	Тип сигналу	Примітка
1	Зупинка вибігом	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
2				
3	Пуск	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
4				
5	Зупинка рампи	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
6				
7	Скидання	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація

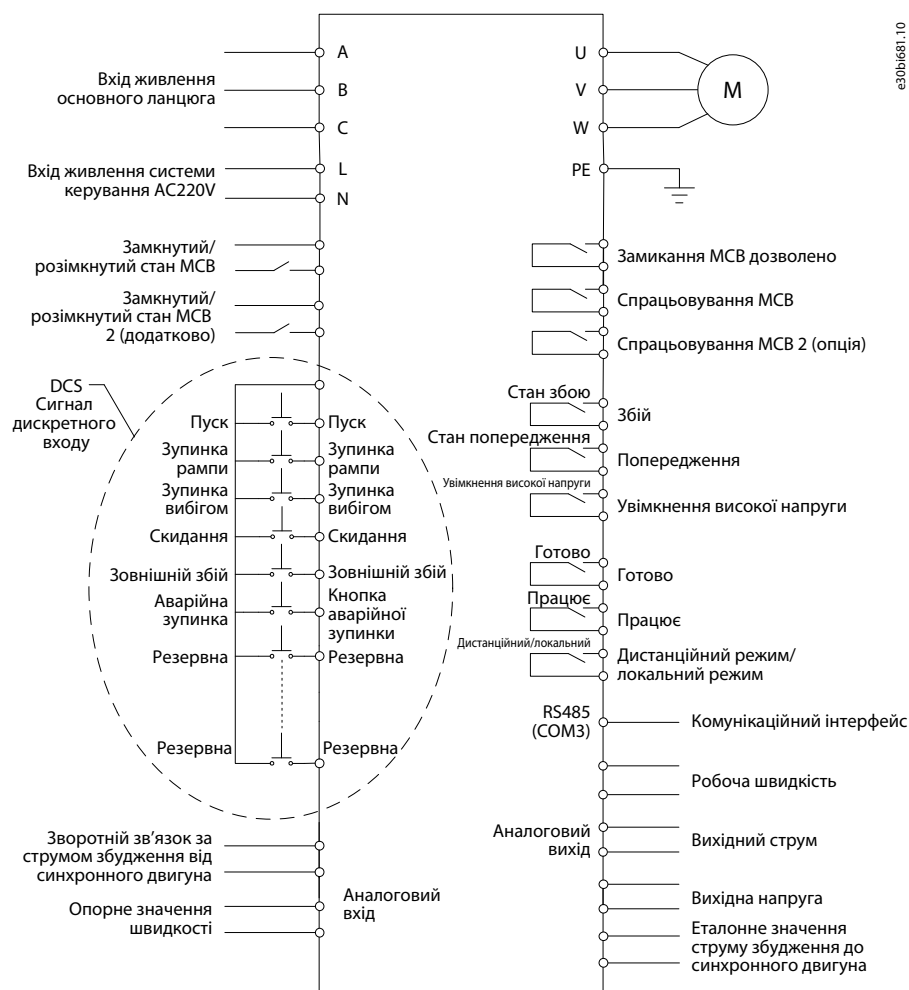
Клема	Визначення	Сигнал	Тип сигналу	Примітка
8				
9	Замкнутий/розімкнутий стан MCB 2	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
10				
11	PE	–	Заземлення	–
12	Замкнутий/розімкнутий стан MCB	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
13				
14	Спрацьовування MCB	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
15				
16	Замикання MCB дозволено	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
17				
18	PE		Заземлення	–
19	Готово	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
20				
21	Працює	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
22				
23	Увімкнення високої напруги	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
24				
25	Віддалений режим / локальний режим	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
26				
27	Збій	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
28				
29	Попередження	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Стандартна конфігурація
30				
31	Спрацьовування MCB 2	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
32				
33	Зворотній зв'язок за струмом збудження	AI	+	Стандартна конфігурація. Сигнал напруги 0–10 В або сигнал струму 4–20 мА відповідно до вимог.
34			–	
35	Опорне значення швидкості (AI)	AI	+	
36			–	
37	Аналоговий вихід 1	AO	+	Стандартна конфігурація. Сигнал напруги 0–10 В або сигнал струму 4–20 мА відповідно до вимог.
38			–	
39	Аналоговий вихід 2	AO	+	Якщо тип аналогового вихідного сигналу є напругою, імпеданс

Клема	Визначення	Сигнал	Тип сигналу	Примітка
40	Аналоговий вихід 3	АО	-	навантаження має бути вищим за 20 кОм. Якщо тип аналогового вихідного сигналу є струмом, імпеданс навантаження має бути нижчим за 500 Ом.
41			+	
42			-	
43	Аналоговий вихід 4	АО	+	
44			-	
45	РЕ	-	Заземлення	-
46	РЕ	-	Заземлення	-
47	RS485	D+	-	Стандартна конфігурація
48		D-	-	
49		SG	-	
50	Зовнішній збій	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
51				
52	Аварійна зупинка	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
53				
54	Режим мережі	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
55				
56	Режим привода	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
57				
58	Зарезервовано	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
59				
60	Автоматичний байпас - вручну	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
61				
62	Автоматичний байпас - авто	DO	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
63				
64	Привод-мережа	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
65				
66	Мережа-привод (до шафи байпаса)	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
67				
68	Мережа-привод (до ПЛК)	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
69				
70	РЕ	-	-	-
71	Енкодер РЕ	РЕ	-	Опція

Клема	Визначення	Сигнал	Тип сигналу	Примітка
72	Енкодер A-	DI	–	Опція
73	Енкодер A+	DI	–	Опція
74	Енкодер B-	DI	–	Опція
75	Енкодер B+	DI	–	Опція
76	Енкодер GND	–	–	Опція
77	Енкодер Z-	DI	–	Опція
78	Енкодер Z+	DI	–	Опція
79	Вибір рампи швидкості Bit0	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
80				
81	Вибір рампи швидкості Bit1	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
82				
83	Вибір двигуна Bit0	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
84				
85	Вибір двигуна Bit1	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
86				
87	Вибір двигуна Bit2	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
88				
89	PE	–	Заземлення	–
90	ПОШТОВХ уперед	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
91				
92	ПОШТОВХ назад	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
93				
94	Уперед/назад	DI	Нормально розімкнутий: Діє за замикання	Опція
95				
96	Резервна	–	–	–
97	Резервна	–	–	–
98	Резервна	–	–	–
99	Резервна	–	–	–
100	Резервна	–	–	–
101	Резервна	–	–	–
102	Резервна	–	–	–
103	Резервна	–	–	–

Клема	Визначення	Сигнал	Тип сигналу	Примітка
104	Резервна	–	–	–
105	Резервна	–	–	–
106	Резервна	–	–	–
107	Резервна	–	–	–
108	Резервна	–	–	–
109	Резервна	–	–	–
110	Резервна	–	–	–
111	Резервна	–	–	–
112	Резервна	–	–	–
113	Резервна	–	–	–
114	Резервна	–	–	–
115	Резервна	–	–	–
116	Резервна	–	–	–
117	Резервна	–	–	–
118	Резервна	–	–	–
119	Резервна	–	–	–
120	Резервна	–	–	–

6.9.4 Приклад проводки



Ілюстрація 51: Типова схема проводки

6.9.5 Конфігурація ПЛК

6.9.5.1 Базова конфігурація ПЛК

Базова конфігурація ПЛК показана на [Ілюстрація 52](#).

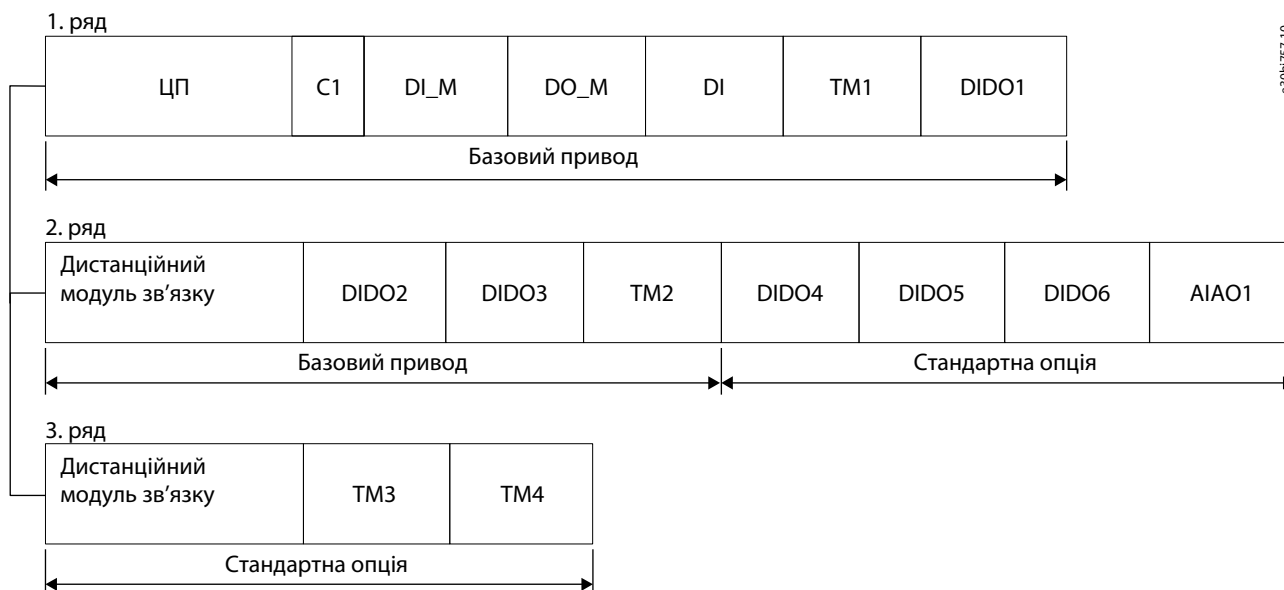
Модулі базового привода

- C1: RS485 (Ведений Modbus RTU за замовчуванням)
- DI_M: Керування системою
- DO_M: Керування системою
- DI: Керування системою
- TM1: Трансформатор
- T31, відстеження температури
- DIDO1: Керування вентилятором 1
- DIDO2: Керування вентилятором 2
- DIDO3: Керування вентилятором 3
- TM2: Трансформатор
- T32, відстеження температури

Модулі стандартних опцій

- DIDO4: Синхронна передача
- DIDO5: Вибір кількох двигунів/вибір рампи швидкості/інше
- DIDO6: Шафа збудження

- AIAO1: ПІД
- ТМ3: Відстеження температури двигуна
- ТМ4: Відстеження температури двигуна



Ілюстрація 52: Базова конфігурація ПЛК

6.9.5.2 Опції та індивідуальні проєкти

Деякі опції можуть бути встановлені в частині ПЛК базового привода, деякі — у частині стандартних опцій, і для деяких потрібні індивідуальні проєкти.

PROFINET: цей комунікаційний модуль може бути встановлений у слот ЦП, як показано на [Ілюстрація 53](#), але цей слот є стандартним для базового привода (RS485 і плата віддаленого вводу/виводу).

CANopen/DeviceNet/RS485: ці комунікаційні модулі можна розташувати скраю праворуч у першому ряді з модулями базового привода, як показано на [Ілюстрація 53](#). Через обмеження простору можна вибрати лише один із них. Крім того, для мікропрограми ПЛК потрібен індивідуальний проєкт.

Модуль базового привода

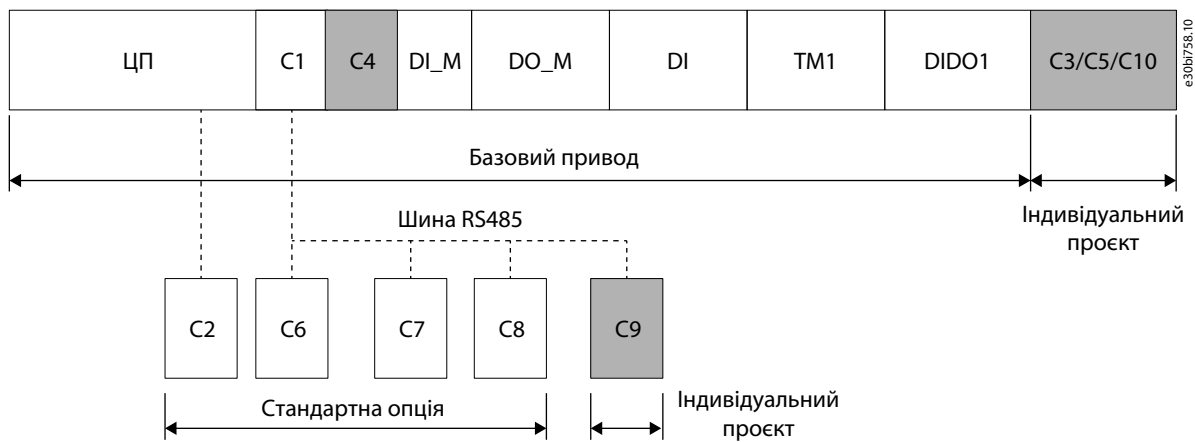
- C1: RS485 (за замовчуванням ведений Modbus RTU)

Модуль стандартних опцій

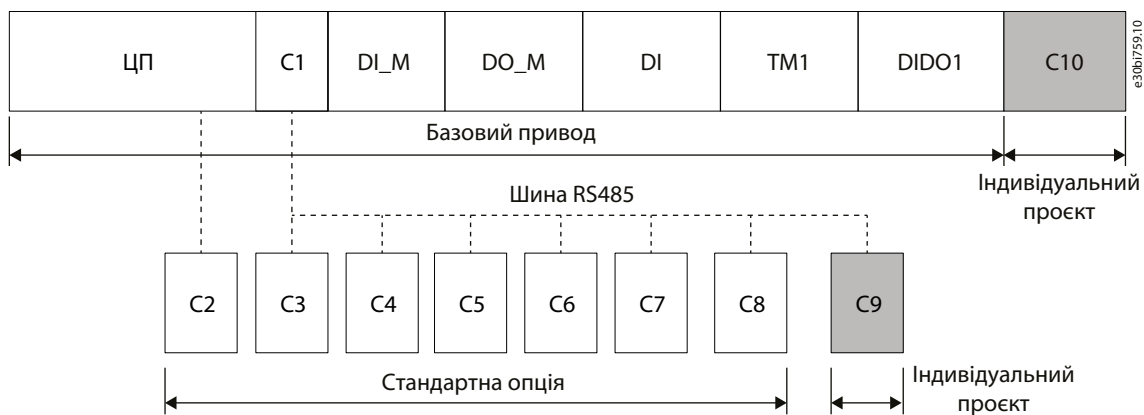
- C2: Ethernet (Modbus TCP/EtherNet/IP)
- C3: CANopen
- C4: PROFINET I/O
- C5: DeviceNet
- C6: RS485 на PROFIBUS DP
- C7: RS485 на EtherCAT
- C8: RS485 на ControlNet

Індивідуальний проєкт

- C9: RS485 на POWERLINK. C1 має змінитися на провідний Modbus RTU.
- C10: Розширювальний модуль RS485, максимум 2 порти.



Ілюстрація 53: Приклад конфігурації ПЛК 1



Ілюстрація 54: Приклад конфігурації ПЛК 2

7 Людино-машинний інтерфейс

7.1 ЛМІ VACON® 1000

Використовуючи високоякісний сенсорний екран ЛМІ (людино-машинний інтерфейс), можна здійснювати просте й візуальне керування всіма функціями VACON® 1000, зокрема:

- Налаштування параметрів
- Робочий стан
- Діагностика збоїв

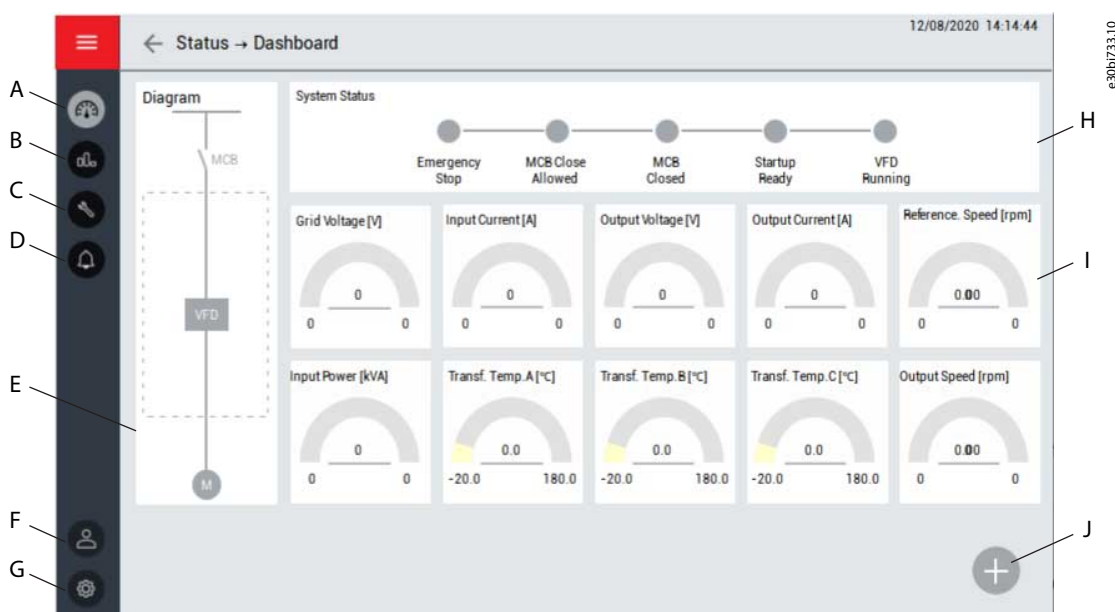
Для забезпечення безпечної експлуатації інтерфейс користувача захищено паролем, який повідомляється лише повноваженим операторам.

7.2 Головна сторінка ЛМІ

Головна сторінка ЛМІ VACON® 1000 показана на [Ілюстрація 55](#). На головній сторінці відображається:

- Однолінійна схема
- Стан системи
- Панель інструментів

Входьте до підменю з меню в лівій частині головної сторінки, а до панелі керування — через значок у правому нижньому куті.



Ілюстрація 55: Головна сторінка ЛМІ

A	Стан	F	Адміністрування
B	Графіки й звіти	G	Інструменти налаштувань
C	Налаштування й обслуговування	H	Стан системи
D	Події	I	Панель інструментів
E	Однолінійна схема	J	Панель керування

7.2.1 System Status (Стан системи)

Коли система перебуває в певному стані, індикатор цього стану змінюється зі сірого на зелений.

- Emergency stop (Аварійна зупинка): натиснуто кнопку аварійної зупинки на шафі керування.
- MCB close allowed (Дозволено вмикання MCB): система готова, але високовольтний вимикач не замкнутий.

- MCB можна замкнути.
- MCB closed (MCB замкнутий): вхідний високовольтний вимикач замкнутий.
- Startup ready (Готовність до запуску): високовольтне живлення привода увімкнено, виконується внутрішня діагностика.
 - Після ввімкнення високої напруги настає затримка у 22 секунди. ЦСП передає сигнал «запит операції» після передачі стану готовності до роботи головного керування.
- VFD running (ПЧ працює): VACON® 1000 працює, і в головній системі керування немає активних збоїв.

7.2.2 Dashboard (Панель інструментів)

В екрані Dashboard (Панель інструментів) відображаються значення стану привода в режимі реального часу:

- Grid voltage (Напруга електромережі)
- Input current (Вхідний струм)
- Output voltage (Вихідна напруга)
- Output current (Вихідний струм)
- Reference speed (Опорна швидкість)
- Input power (Вхідна потужність)
- Trans. Temp. (Значення температури трансформатора)
- Output speed (Швидкість виводу)

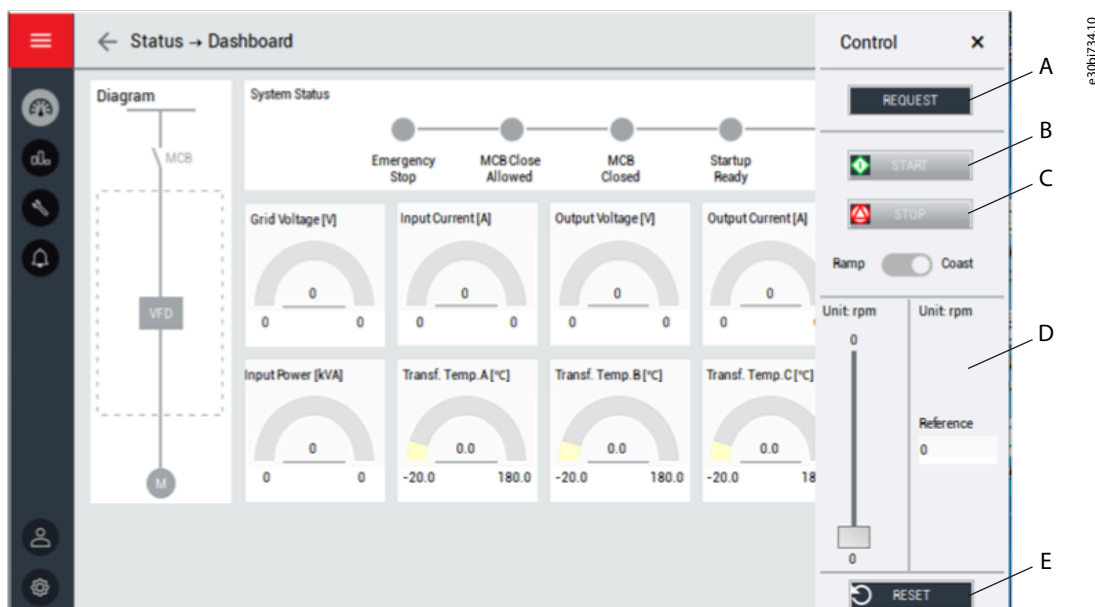
7.2.3 Однолінійна схема

На однолінійній схемі показано стан кожного перемикача, підключеного до привода, наприклад вимикачів і контакторів.

7.3 Панель керування

Бічна панель керування містить основні елементи керування привода. Ці елементи керування можна використовувати в режимі роботи LMI:

- Щоб розблокувати інші функціональні кнопки на панелі керування, натисніть кнопку *REQUEST* (Запит). Інакше інші функціональні кнопки будуть вимкнені.
- Щоб запустити привод, натисніть кнопку *START* (Пуск) у режимі роботи LMI. Коли привод працює, ця кнопка вимикається. Якщо привод перебуває в стані зниження частоти до зупинки або в стані зупинки, ця кнопка активна й може бути використана для перезапуску привода.
- Щоб зупинити привод, натисніть кнопку *STOP* (Стоп). Виберіть зупинку зниження частоти або викат.
- Виконайте налаштування швидкості за допомогою числових налаштувань або повзунка.
- Щоб скинути стан збою привода, натисніть кнопку *RESET* (Скинути). Коли привод працює, ця кнопка вимикається.



Ілюстрація 56: Панель керування

A	Запит	D	Налаштування швидкості
B	Пуск	E	Скинути
C	Стоп		

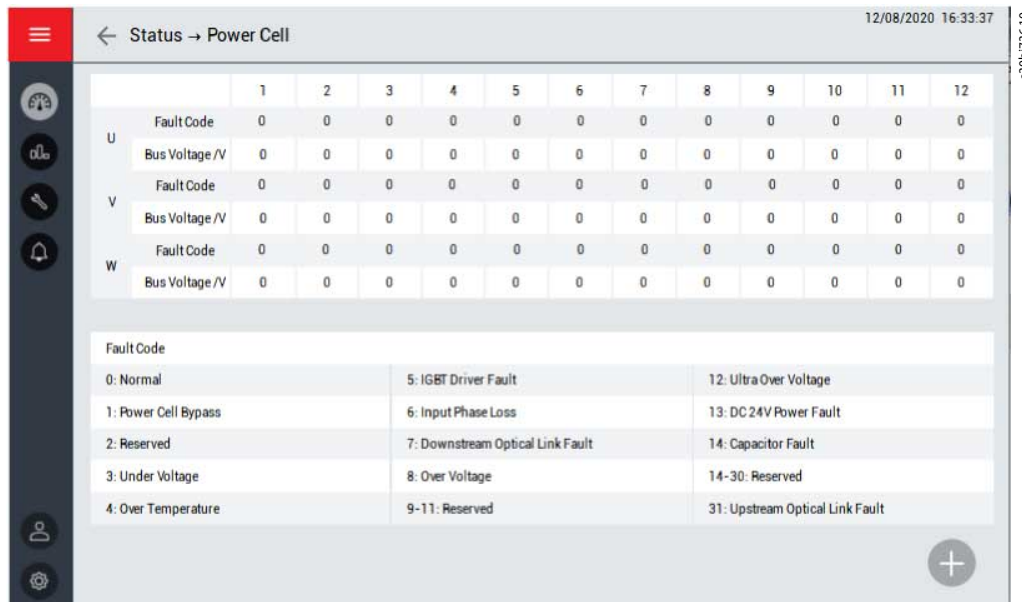
7.4 Status (Стан)

Щоб обрати одне з підменю стану, натисніть кнопку *Status* (Стан) у ЛМІ:

- Панель інструментів
- Підменю стану силової комірки
- Підменю стану вентилятора охолодження

7.4.1 Power Cell (Силовая комірка)

Підменю Power Cell (Силовая комірка) відображає напругу в ланцюгу постійного струму й активні коди збоїв силових комірок.



Ілюстрація 57: Підменю Power Cell (Силовая комірка)

7.4.2 Cooling Fan (Вентилятор охолодження)

Підменю Cooling Fan (Вентилятор охолодження) показує стан усіх вентиляторів охолодження в шафах привода. Вентилятори різних шаф відображаються на окремих вкладках.

Доступні дії в цьому меню:

- Ручне керування роботою вентиляторів.
- Зміна робочого циклу/день.
- Підтвердження відновлення.

7.5 Graphs & Reports (Графіки й звіти)

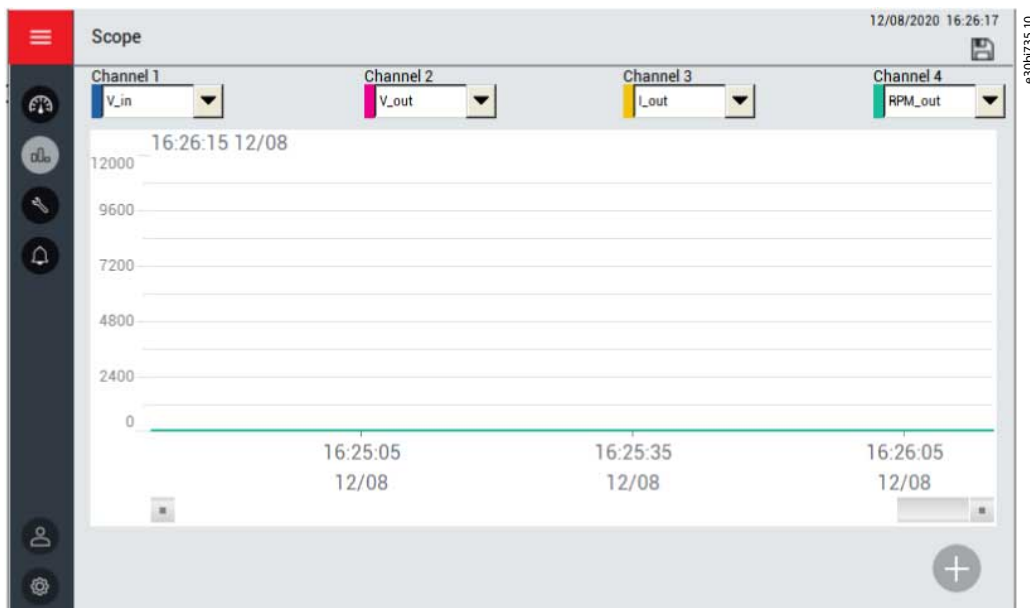
У підменю Graphs & reports (Графіки й звіти) відображаються графіки обраних параметрів у хронологічному порядку.

Доступні чотири канали.

Кожен канал може відображати різні параметри, як-от:

- Input voltage (Вхідна напруга)
- Output voltage (Вихідна напруга)
- Input current (Вхідний струм)
- Output current (Вихідний струм)
- Reference speed (Опорна швидкість)

- Speed command (Команда швидкості)
- Input power (Вхідна потужність)

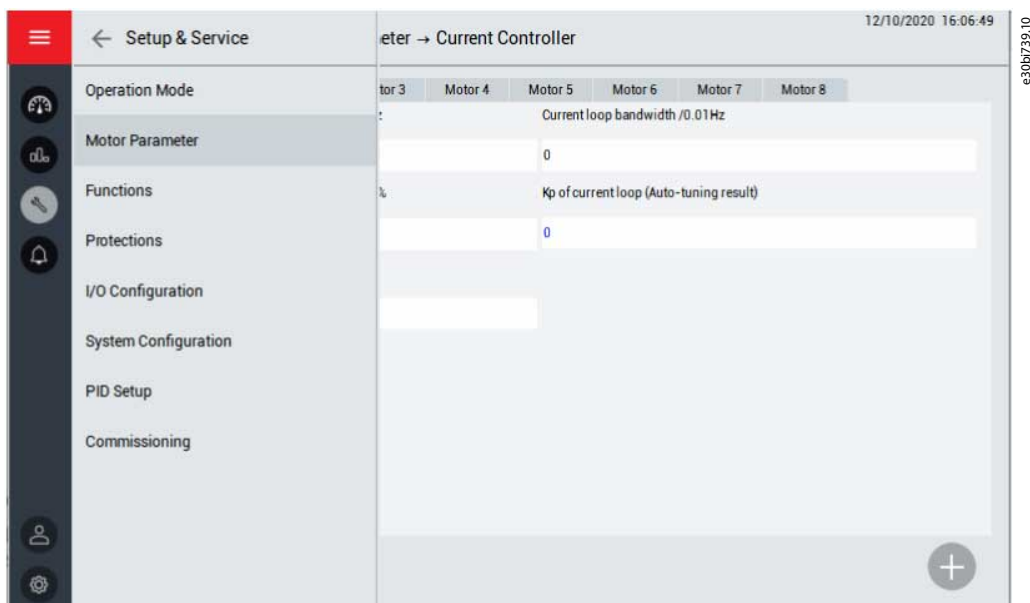


Ілюстрація 58: Підменю Graphs & Reports (Графіки й звіти)

7.6 Setup & Service (Налаштування й обслуговування)

Кнопка *Setup & Service* (Налаштування й обслуговування) у ЛМІ відкриває підменю з такими налаштуваннями функцій системи:

- Operation mode (Робочий режим)
- Motor parameter (Параметри двигуна)
- Functions (Функції)
- Protections (Захист)
- I/O configuration (Конфігурація вводу/виводу)
- System configuration (Конфігурація системи)
- PID setup (Налаштування ПІД-регулятора)
- Commissioning (Введення в експлуатацію)



Ілюстрація 59: Підменю Setup & Service (Налаштування й обслуговування)

7.6.1 Operation Mode (Робочий режим)

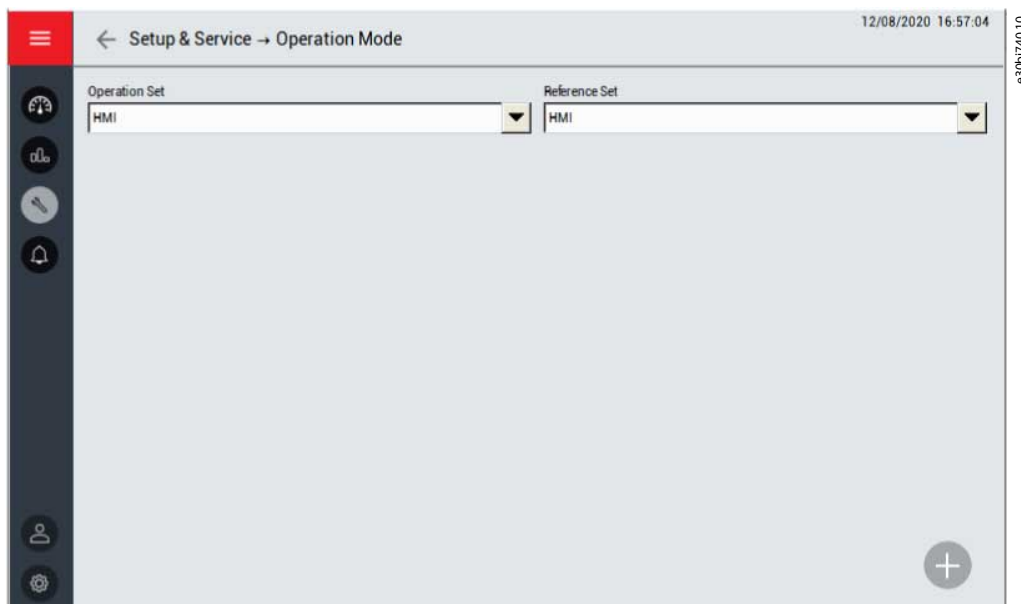
Використовуйте це підменю для вибору режиму роботи й опорного набору.

Варіанти режимів роботи:

- HMI (ЛМІ): Приводом керує ЛМІ.
- Digital (Цифровий): Приводом керує DCS (цифровий пульт дистанційного керування приводом, див. визначення конкретного інтерфейсу в розділі [6.9.4 Приклад проводки](#)).
- Communication (Комунікаційний): Приводом керує протокол зв'язку, наприклад RS485 або Ethernet.

Опції опорного набору:

- HMI (ЛМІ): Швидкість регулюється ЛМІ.
- Analog (Аналоговий): Швидкість задається через аналоговий вхід.
- Digital (Цифровий): Швидкість задається DCS (цифровим пультом дистанційного керування приводом, див. визначення конкретного інтерфейсу в розділі [6.9.4 Приклад проводки](#)).
- Communication (Комунікаційний): Швидкість задається через протокол зв'язку, наприклад RS485 або Ethernet.
- PID (ПІД): Швидкість регулюється автоматично ПІД-модулем.



Ілюстрація 60: Підменю Operation Mode (Робочий режим)

7.6.2 Параметри двигуна

Використовуйте це підменю для вибору параметрів двигуна:

- Конфігурація з кількома двигунами
 - Виберіть різні двигуни через ЛМІ, цифровий вхід або комунікаційний інтерфейс.
 - Установіть максимальну кількість двигунів.
- Номінальний параметр
 - Установіть номінальну частоту, номінальну частоту обертання, кількість полюсів, номінальну напругу та номінальний струм для різних двигунів.
- Конфігурація регулювання швидкості
 - Установіть напрямок обертання, максимальну швидкість і мінімальну швидкість для різних двигунів.
- Параметр автоналаштування
 - Перевірте параметри автоналаштування.
- Регулятор швидкості
- Регулятор потоку

- Регулятор струму
- Енкодер
 - Введіть специфікації енкодера для кожного двигуна.

7.6.3 Functions (Функції)

Використовуйте це підменю для налаштування параметрів різних функцій. Параметри поділяються на групи відповідно до функцій.

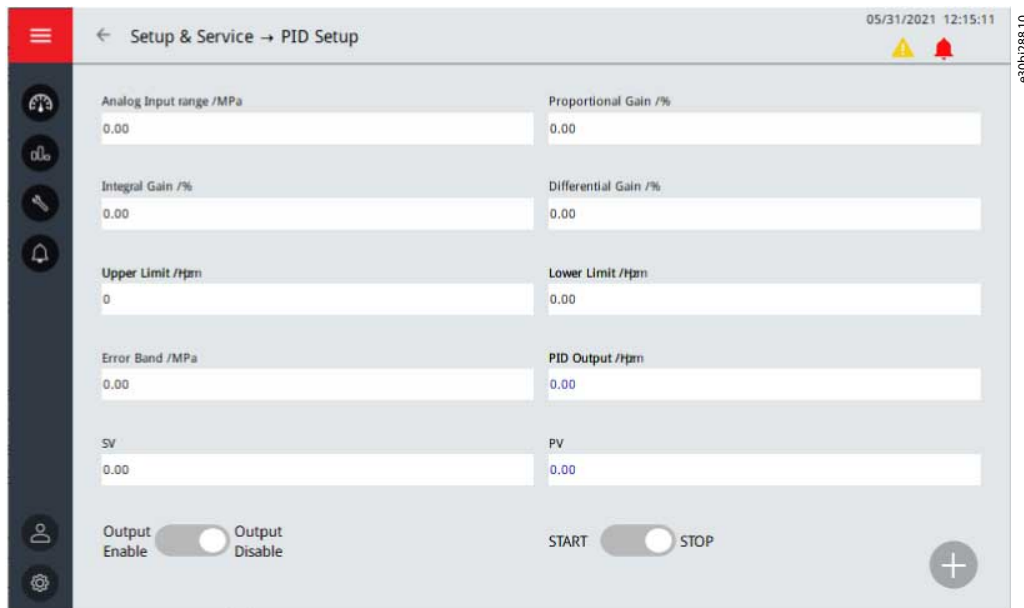
7.6.4 Protections (Захист)

Використовуйте це підменю для налаштування параметрів різних функцій захисту. Параметри поділяються на групи відповідно до функцій захисту.

7.6.5 PID Setup (Налаштування ПІД-регулятора)

Використовуйте це підменю для налаштування параметрів ПІД-регулятора.

- Analog Input Range (Діапазон аналогового входу): Діапазон датчика.
- Proportional Gain, Kp (Пропорційний коефіцієнт посилення): Збільшене пропорційне значення помилки SV-PV.
 - Одиниця вимірювання: %
 - Діапазон налаштування: 0–30000
- Integral Gain, Ki (Інтегральний коефіцієнт посилення): Збільшене пропорційне значення накопичення кожної одиниці часу вибірки, помножене значення помилки.
 - Одиниця вимірювання: %
 - Діапазон налаштування: 0–30000
- Differential Gain, Kd (Диференціальний коефіцієнт посилення): Збільшене пропорційне значення змінної похибки кожної одиниці часу вибірки.
 - Одиниця вимірювання: %
 - Діапазон налаштування: 0–30000
- Upper Limit (Верхня межа): якщо верхня межа становить 900 об./хв, вивід ПІД-регулятора залишається на рівні 900 об./хв, коли регульоване вихідне значення перевищує 900 об./хв.
- Lower Limit (Нижня межа): якщо нижня межа становить 300 об./хв, вивід ПІД-регулятора залишається на рівні 300 об./хв, коли регульоване вихідне значення є нижчим за 300 об./хв.
- Error Band (Діапазон помилок): значення діапазону помилок дорівнює відхиленню SV-PV. Якщо різниця між SV і PV менша за діапазон помилок, ПІД-регулятор зупиняє вивід, і привод підтримує поточну швидкість виводу.
- PID Output (Вивід ПІД-регулятора): відображення фактичних результатів виводу ПІД-регулятора.
- SV: очікувані значення набору користувача.
- PV: реальне значення системного виводу.
- Перемикач Output Enable/Output Disable (Увімкнення/вимкнення виводу)
- Перемикач Start/Stop (Запуск/Зупинка)



Ілюстрація 61: Підменю PID Setup (Налаштування ПІД-регулятора)

7.6.6 System Configuration (Конфігурація системи)

Використовуйте це підменю для налаштування параметрів конфігурації системи. Параметри поділяються на групи відповідно до функцій.

7.7 Events (Події)

Доступ до двох підменю можна отримати, натиснувши кнопку *Events* (Події) в меню ЛМІ:

- Warning & Fault (Попередження й збої)
- Event Log (Журнал подій)

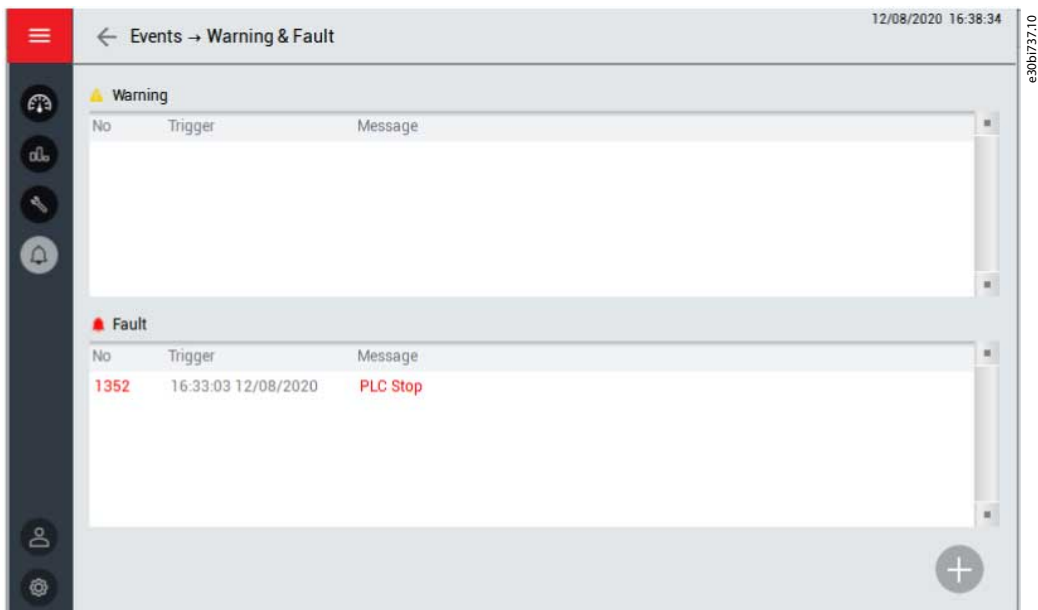
7.7.1 Warning & Fault (Попередження й збої)

У підменю Warning & Fault (Попередження й збої) виводяться записи про тривоги та збої привода в режимі реального часу під час роботи.

Сповіщення можуть бути 2 різних типів.

- **Попередження** повідомляє про незвичайну роботу привода. Попередження не зупиняє привод. Систему можна ввімкнути, запустити й використовувати у звичайному режимі.
- **Збій** негайно зупиняє привод. Виконайте скидання привода та знайдіть рішення проблеми. Не використовуйте систему, доки проблему не буде виявлено й усунено.

На цій сторінці відображаються лише загальні збої. Щоб перевірити фактичні збої, див. «Event Log» (Журнал подій).



Ілюстрація 62: Підменю Warning & Fault (Попередження й збої)

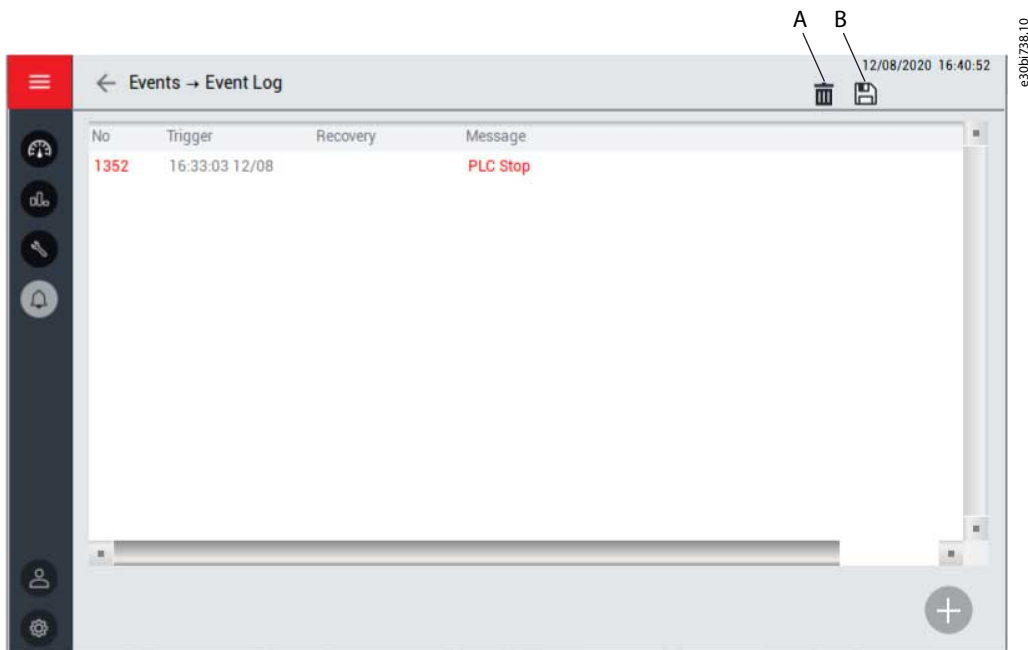
7.7.2 Event Log (Журнал подій)

У підменю Event Log (Журнал подій) відображаються записи про всі:

- Попередження
- Збої
- Операції (наприклад, запуск і зупин привода)

Щоб зберегти журнал подій, натисніть кнопку *Save* (Зберегти) у верхньому правому куті. Дані журналу подій зберігаються у вигляді CSV-файлу на USB-накопичувач, який необхідно вставити окремо. USB-порт розташований на задній панелі ЛМІ.

Щоб видалити журнал подій, натисніть кнопку *Delete* (Видалити) у верхньому правому куті. Для виконання цієї операції потрібен більш високий рівень доступу.



Ілюстрація 63: Підменю Event Log (Журнал подій)

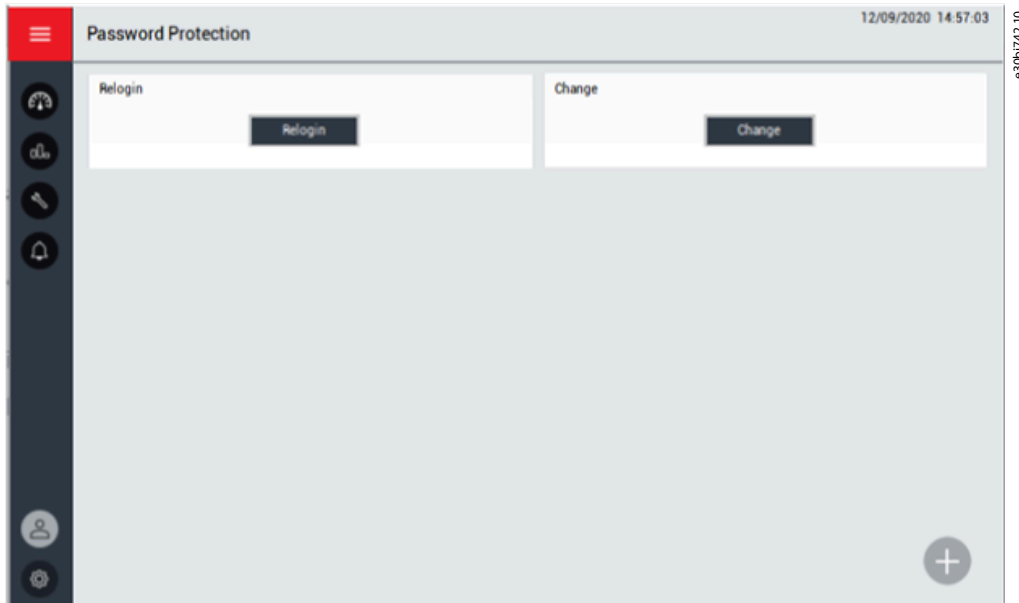
A Видалити журнал подій

В Зберегти журнал подій

7.8 Administration (Адміністрування)

Використовуйте підменю Administration (Адміністрування) для керування паролями. У цьому підменю можна виконати дві дії:

- Виконати повторний вхід
- Змінити пароль



Ілюстрація 64: Підменю Administration (Адміністрування)

Щоб відкрити діалогове вікно пароля, натисніть кнопку *Relogin* (Увійти знову). Якщо введено неправильний пароль, діалогове вікно залишається, поки не буде введено правильний пароль. Під час доставки товару вказано оригінальний пароль.



Ілюстрація 65: Діалогове вікно Password (Пароль)

VACON® 1000 має 3 рівні повноважень користувачів. Щоб уникнути неполадок, привод обмежує зміни важливих параметрів користувачами без дозволу.

- Повноваження рівня 1 обмежують роботу кнопок у головному інтерфейсі. Зміни параметрів не дозволяються.
- Повноваження рівня 2 обмежують роботу кнопок у головному інтерфейсі та зміни параметрів рівня 2.
- Повноваження рівня 3 обмежують роботу кнопок у головному інтерфейсі, а також зміни параметрів рівнів 2 і 3.

Щоб змінити пароль, натисніть кнопку *Change* (Змінити). Користувачі вищого рівня можуть бачити й змінювати пароль користувача нижчого рівня.

Після введення правильного пароля користувачі на різних рівнях можуть виконувати відповідну роботу в системі. Якщо користувач забув вийти з режиму завантаження вручну, систему буде автоматично заблоковано за 5 хвилин.

Необхідні паролі надаються під час введення привода в експлуатацію.
У разі втрати пароля зверніться до Danfoss.

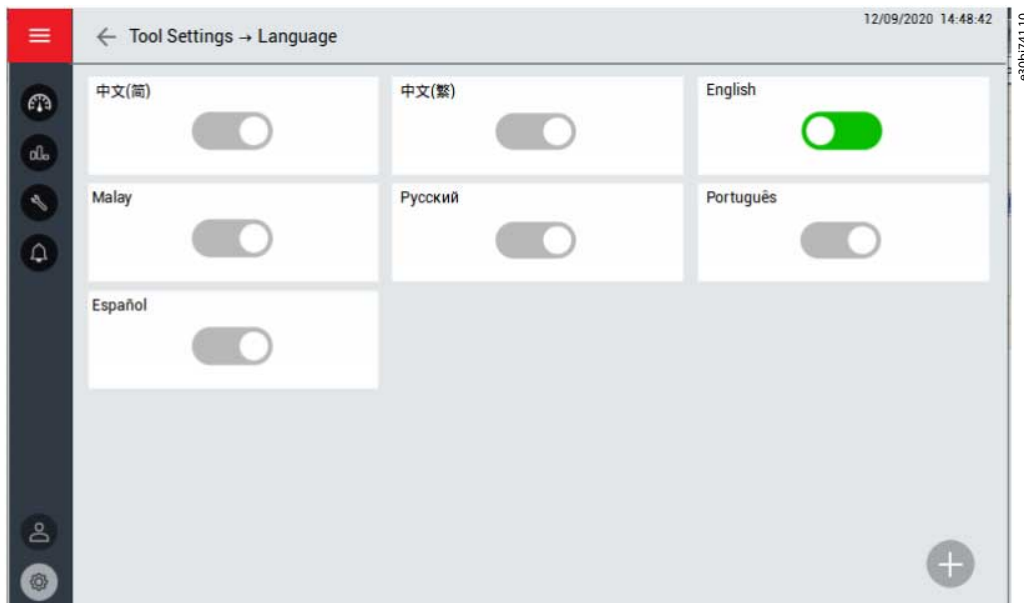
7.9 Tool Settings (Інструменти налаштувань)

Підменю Tool Settings (Інструменти налаштувань) містить налаштування для ЛМІ.

- Language (Мова)
- Software version (Версія ПЗ)
- HMI set (Налаштування ЛМІ)

7.9.1 Language (Мова)

Оберіть мову ЛМІ відповідно до вимог.



Ілюстрація 66: Підменю Language (Мова)

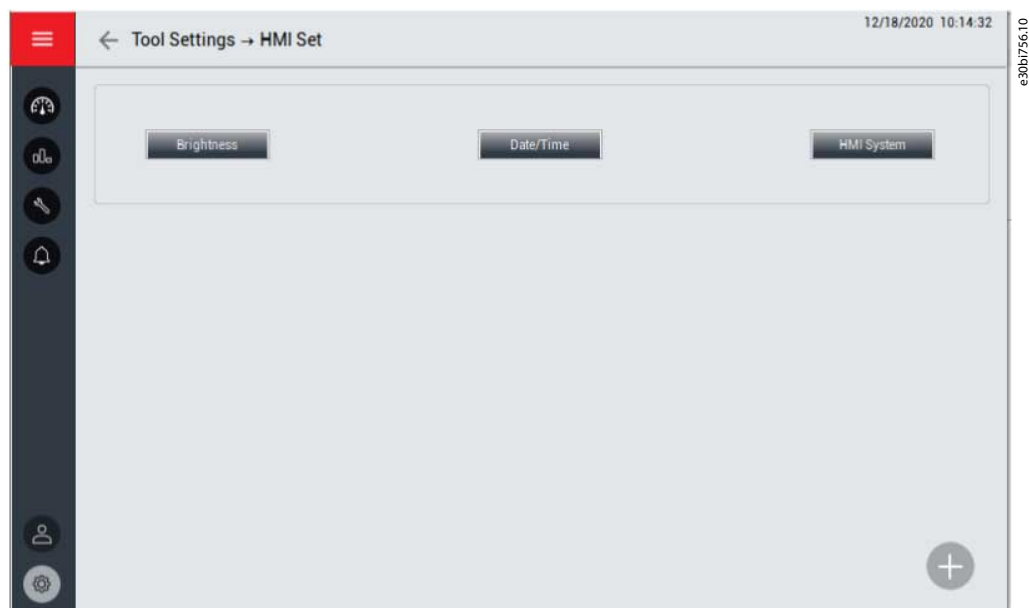
7.9.2 Software Version (Версія ПЗ)

У цьому меню відображається інформація про версію програмного забезпечення ЛМІ, ПЛК і ЦСП. Також можна дізнатися версію силового елемента й волоконно-оптичної плати.

7.9.3 HMI Set (Налаштування ЛМІ)

Щоб відрегулювати яскравість екрана ЛМІ, оберіть *Brightness* (Яскравість).

Щоб установити дату й час, оберіть *Date/Time* (Дата/Час).



Ілюстрація 67: Підменю HMI Set (Налаштування ЛМІ)

8 Введення в експлуатацію

8.1 Перевірки безпеки перед початком введення в експлуатацію

Тільки кваліфіковані й навчені інженери, допущені компанією Danfoss, можуть виконувати введення в експлуатацію привода середньої напруги VACON® 1000.

Функціональні випробування, введення в експлуатацію та калібрування первинних параметрів повинні виконуватися професійними інженерами в координації з кінцевими користувачами, щоб переконатися, що підсумкові випробування та продуктивність відповідають вимогам кінцевих користувачів.

Перед початком введення в експлуатацію прочитайте ці попередження.

⚠ НЕ БЕЗПЕКА ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ВІД КОМПОНЕНТІВ СИЛОВОГО БЛОКА

Компоненти силового блока перебувають під напругою, коли привод підключено до електромережі. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Не торкайтеся компонентів силового блока, коли привод підключено до електромережі. Перш ніж підключити привод до електромережі, переконайтеся, що кришки привода закриті.

⚠ НЕ БЕЗПЕКА ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ВІД КЛЕМ

Клеми двигуна U, V, W перебувають під напругою, коли привод підключено до електромережі, навіть якщо двигун не працює. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Не торкайтеся клем двигуна U, V, W, коли привод підключено до електромережі. Перш ніж підключити привод до електромережі, переконайтеся, що кришки привода закриті.

⚠ НЕ БЕЗПЕКА ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ВІД ВСТАВКИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ АБО ЗОВНІШНЬОГО ДЖЕРЕЛА

Клемні з'єднання й компоненти привода перебувають під напругою протягом кількох хвилин після відключення привода від електромережі та зупинки двигуна. Навантажувальна сторона привода також може генерувати напругу. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Від'єднайте привод від електромережі й переконайтеся, що двигун зупинився.
Від'єднайте двигун.
Виконайте процедуру блокування й маркування (LOTO) джерела живлення на приводі.
Переконайтеся, що жодне зовнішнє джерело не генерує випадкову напругу під час роботи.
Щоб заземлити вхід привода та вставку постійного струму, закрийте перемикач заземлення. Якщо перемикач заземлення відсутній, переконайтеся, що вхід привода та вставка постійного струму заземлені для роботи. Також заземліть клеми двигуна для роботи.
Зачекайте, поки конденсатори вставки постійного струму повністю розрядяться, перш ніж відкривати дверцята шафи або кришку привода змінного струму.
Використовуйте вимірювальний прилад, щоб переконатися у відсутності напруги.

8.2 Вимоги до персоналу

Для введення в експлуатацію потрібні щонайменше два професійні електротехніки. Оператори мають відповідати наведеним нижче вимогам.

- Мають бути знайомі з електричним обладнанням низької, середньої та високої напруги та відповідними правилами безпеки.
- Мають добре розбиратися в розподільній системі об'єкта.
- Повинні мати дозвіл на роботу з обладнанням низької та середньої напруги (високовольтний вимикач й інші перемикачі середньої та низької напруги).
- Повинні мати дозвіл на експлуатацію розподільного обладнання в приміщеннях.

8.3 Перевірки під час введення в експлуатацію

Після монтажу VACON® 1000 дотримуйтеся цих інструкцій для введення в експлуатацію привода змінного струму.

Прочитайте інструкції з техніки безпеки в розділі [8.1 Перевірки безпеки перед початком введення в експлуатацію](#) та дотримуйтеся їх.

Візуальний огляд

Контроль вхідних і вихідних параметрів

Перевірка кабельної проводки

Перевірка заземлення

Перевірка ізоляції

Інші підготовчі дії

1. Переконайтеся, що на шафі немає пошкоджень, деформацій та інших дефектів.
2. Відкрийте дверцята шафи контролера й переконайтеся, що немає ослаблених проводів і перемикачі розміщені в правильних місцях.
3. Переконайтеся, що клемні колодки на головному блоку керування перебувають у правильних місцях.
4. Переконайтеся, що оптоволоконні з'єднання перебувають у належному стані.
5. Відкрийте шафу трансформатора й переконайтеся, що з'єднання клем проводки перебувають у належному стані.
6. Переконайтеся у відсутності контакту між високовольтними і низьковольтними ланцюгами.
7. Переконайтеся, що датчик температури справний.
8. Відкрийте шафу силового елемента й переконайтеся, що з'єднання в передній частині силового елемента надійні.
9. Перевірте правильність монтажу датчиків напруги та струму й надійність підключення роз'ємів сигнальних проводів.
10. Переконайтеся, що мідні шини заземлення надійно підключені.
11. Переконайтеся, що на поверхні привода змінного струму немає конденсату.
12. Переконайтеся у відсутності небажаних об'єктів у місці установки.
13. Переконайтеся, що вхідна потужність привода відповідає його специфікації.
14. Переконайтеся, що вихідна напруга привода відповідає номінальній напрузі двигуна.
15. Переконайтеся, що джерело живлення системи керування відповідає специфікації привода.
16. Переконайтеся, що номінальна потужність привода відповідає специфікації двигуна.
17. Перевірте правильність вторинної проводки трансформатора відповідно до схеми вторинної проводки.
18. Перевірте правильність первинної проводки відповідно до основної схеми проводки.
19. Переконайтеся, що екран кабелю двигуна заземлений на кінцях кабелю привода та двигуна.
20. Переконайтеся в розташуванні кабелів керування на якомога більшій відстані від силових кабелів.
21. Переконайтеся у відсутності контакту між кабелями та електричними компонентами привода.
22. Перевірте моменти затягування всіх клем.
23. Переконайтеся у наявності заземлення привода змінного струму і двигуна.
24. Переконайтеся в підключенні екранів екранованих кабелів до клем заземлення, позначеної символом заземлення.
25. Переконайтеся, що опір мідних шин заземлення відповідає вимогам.

- Заземлення системи керування: $\leq 0,5 \text{ Ом}$
- Захисне заземлення системи: $\leq 0,5 \text{ Ом}$
- Опора машинної шафи: $\leq 0,5 \text{ Ом}$
- Опора трансформатора: $\leq 0,5 \text{ Ом}$
- Зовнішній корпус вентиляторів охолодження: $\leq 0,5 \text{ Ом}$
- Замки дверцят: $\leq 0,5 \text{ Ом}$

26. Переконайтеся, що всі кабелі відповідають вимогам.

Див. [6.7 Вибір силового кабелю](#).

27. Проведіть випробування на ізоляцію для живлення системи керування.

- а. Від'єднайте вхід живлення системи керування.
- б. Виміряйте опір ізоляції клем 220 В змін. струму на вихідних частинах байпасних перемикачів QF11, QF12 і QF13.

Використовуйте тестер опору ізоляції на 2500 В.

➡ Опір ізоляції має бути вищим за 1 МОм.

28. Забезпечте додаткове джерело живлення змінного струму.
29. Переконайтеся, що установка відповідає рекомендаціям щодо електромагнітної сумісності.
30. Перевірте якість і кількість охолоджувального повітря.
31. Перш ніж підключити привод до електромережі, перевірте установку і стан усіх захисних пристроїв.
32. Зберіть усі необхідні інструкції з експлуатації пристрою, креслення й матеріали та збережіть їх.

8.4 Звіт про введення в експлуатацію

Після завершення введення в експлуатацію користувач і інженер із введення в експлуатацію Danfoss повинні прийняти та підписати звіт про введення в експлуатацію. Інженер з введення в експлуатацію Danfoss має скласти дві копії звіту про введення в експлуатацію, один екземпляр для користувача, а інший для Danfoss.

8.5 Експлуатація привода

8.5.1 Увімкнення живлення привода

Тільки персонал, який пройшов професійне навчання, може керувати приводом середньої напруги VACON® 1000.

Процедура

1. Увімкніть живлення допоміжного керування.
2. Введіть правильний пароль до людино-машинного інтерфейсу.
3. Установіть параметри запуску й перевірте роботу системи.

Див. посібник із застосування VACON® 1000.

⚠ У В А Г А ! ⚠

- Для забезпечення безпеки й нормальної роботи привода слід ретельно перевірити важливі параметри.

4. Закрийте всі дверцята шафи.

Усі дверцята шафи повинні бути надійно закриті, інакше привод не запуститься.

5. Якщо налаштовано шафу байпаса, перевірте конфігурацію основного ланцюга.
 - **a.** Замкніть вхідний роз'єднувач.
 - **b.** Замкніть вихідний роз'єднувач.

Забороняється експлуатація роз'єднувача ножових затворів під напругою.

6. Переконайтеся, що VACON® 1000 готовий до роботи.
 - **a.** Дисплей ЛМІ працює нормально, і на ньому немає жодних попереджень про збій.

У разі наявності попередження див. розділ [10 Виявлення збоїв](#).

- **b.** В інтерфейсі стану VACON® 1000 блимає індикатор «Можна закрити МСВ».
7. Закрийте вимикач високої напруги.

➡ В інтерфейсі стану VACON® 1000 блимає індикатор «МСВ замкнутий».

8. VACON® 1000 готовий до роботи, і в інтерфейсі стану блимає індикатор «Готовий до запуску».

8.5.2 Запуск привода

Дії із запуску VACON® 1000 залежать від режиму роботи й опорного режиму.

Переконайтеся в безпечності запуску двигуна.

Процедура

1. Установіть швидкість.
 - **ЛМІ:** введіть опорну швидкість в ЛМІ.
 - **Аналоговий:** введіть налаштування швидкості через аналоговий вхід.

- **Цифровий:** введіть налаштування швидкості через інтерфейс цифрових сигналів DCS.
 - **Комунікаційний:** введіть налаштування швидкості через комунікаційний інтерфейс.
 - **ПІД:** введіть опорне значення ПІД-регулятора.
2. Надішліть команду на запуск.
- **ЛМІ:** натисніть кнопку *START* (Пуск).
 - **Цифровий:** запустіть обладнання через інтерфейс цифрових сигналів DCS.
 - **Комунікаційний:** запустіть привод через комунікаційний інтерфейс.

8.5.3 Зупинка привода

Процедура зупинки привода залежить від вибраного режиму роботи.

- **ЛМІ:** на панелі керування виберіть Ramp (Рампа) або Coast (Вибіг) і натисніть кнопку *STOP* (Стоп). Привод зупиняється відповідно до обраного режиму зупинки, поки головний автоматичний вимикач все ще закритий.
- **Цифровий:** зупиніть привод через інтерфейс цифрових сигналів DCS.
- **Комунікаційний:** зупиніть привод через комунікаційний інтерфейс.

Можна вибрати один із двох режимів зупинки: зупинка рампи та зупинка вибігом.

Зупинка рампи

- Привод зупиняє двигун відповідно до заданого часу уповільнення. Налаштування часу уповільненої зупинки див. у посібнику із застосування VACON® 1000.

Зупинка вибігом

- Привод зупиняє вихідну напругу, і двигун вільно обертається й поступово уповільнюється під дією навантаження та тертя, доки не зупиниться.
- Відповідно до умов експлуатації ретельно перевірте, чи двигун може вільно зупинитися.

⚠ НЕБЕЗПЕКА ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

Під час зупинки вибігом у кабелях двигуна все ще може бути напруга через зворотну електрорушійну силу, що створюється двигуном. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Не торкайтеся клем двигуна або кабелів, коли привод підключено до електромережі.

8.5.4 Вимкнення живлення привода

⚠ НЕБЕЗПЕКА ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

Клеми й компоненти привода перебувають під напругою протягом кількох хвилин після відключення привода від електромережі та зупинки двигуна. Навантажувальна сторона привода також може генерувати напругу. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Після відключення високої напруги тримайте дверцята шафи зачиненими протягом 15 хвилин.

Процедура

1. Зупиніть привод. Див. розділ [8.5.3 Зупинка привода](#).
2. Подайте команду на розмикання вхідного високовольтного вимикача.
3. Якщо встановлено шафу байпаса, відключіть вхідний і вихідний роз'єднувачі.
4. Після завершення розряджання силових елементів вимкніть живлення системи керування.

⚠ УВАГА! ⚠

- Не вимикайте живлення системи керування, коли привод увімкнено або горять світлодіодні індикатори силових елементів.

8.6 Система блокування

8.6.1 Система електромагнітного блокування

З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я

Система електромагнітного блокування встановлюється в стандартній комплектації приводів типу IEC.

Система електромагнітного блокування забезпечує неможливість відкривання дверцят шафи під час роботи привода.

Принцип дії системи електромагнітного блокування

- Перед увімкненням високої напруги: на всі електромагнітні замки подається напруга, усі дверцята розблоковуються та можуть бути відчинені або зачинені. Лише після зачинення всіх дверей і після самодіагностики ПЛК може надіслати сигнал «MCB closing allowed» (Замикання MCB дозволено).
- Увімкнення високої напруги: після замикання MCB для живлення привода електромагнітні замки знеструмлюються, дверцята замикаються, і їх неможливо відкрити під час роботи привода. Якщо дверцята відкриваються попри блокування (наприклад, примусово), сигнал «MCB trip» (Спрацьовування MCB) негайно надсилається на вимкнення MCB.
- Вимкнення високої напруги: після вимкнення живлення привода та завершення процесу розрядження силових елементів (15 хвилин) на електромагнітні замки подається напруга, дверцята розблоковуються, і їх можна відкрити.

8.6.2 Система механічного блокування

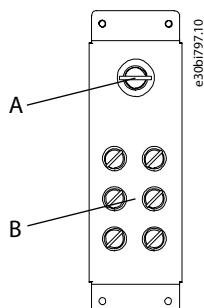
З А С Т Е Р Е Ж Е Н Н Я

У приводах типу UL використовується стандартна система механічного блокування. Вона доступна як опція для варіантів IEC.

Система блокування забезпечує дотримання процесу, а також її не можна обійти або скоротити. Завдяки передачі ключа персонал може бути впевнений у безпеці незалежно від того, де він перебуває та які операції виконуються.

Пристрій блокування містить три основні частини:

- Головний ключ для засобів ізоляції (лише один)
- Дверні ключі (по одному для кожної з дверцят шафи)
- Коробка для обміну ключами



Ілюстрація 68: Коробка для обміну ключами

A	Головна клавіша
B	Ключі від дверцят

Керування системою блокування

- Коли головний ключ для засобів ізоляції перебуває не в коробці для обміну ключами, інші ключі дверей замикаються в коробці.
- Для послідовного розблокування ключів від дверей вставте головний ключ у коробку для обміну ключами й поверніть його. Вивільнені ключі потім можна використовувати для відкривання дверцят шафи й для доступу до небезпечних зон.
- Вставлений головний ключ залишається заблокованим у коробці для обміну ключами, доки всі вивільнені ключі від дверцят не повернуться в початкове положення.
- Привод не можна перезавантажити, доки всі ключі від дверцят не буде повернуто в коробку для обміну ключами, а головний ключ не буде витягнуто й повернуто до засобів ізоляції.

9 Технічне обслуговування

9.1 Безпека

⚠ УВАГА! ⚠

Сервісне обслуговування привода середньої напруги VACON® 1000 може виконувати лише уповноважений навчений персонал.

- Забороняється проводити сервісне обслуговування, заміну запасних частин або інші пов'язані з цим операції, не описані в цьому посібнику.
Не переробляйте системне програмне забезпечення та не підключайте інше обладнання до привода. У разі необхідності внесення змін зверніться до Danfoss.
Не змінюйте та не зішкрябайте етикетки й маркування привода, оскільки вони призначені для безпеки користувачів і використання виробу.

⚠ НЕБЕЗПЕКА ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ВІД ВСТАВКИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ АБО ЗОВНІШНЬОГО ДЖЕРЕЛА

Клемні з'єднання й компоненти привода перебувають під напругою протягом кількох хвилин після відключення привода від електромережі та зупинки двигуна. Навантажувальна сторона привода також може генерувати напругу. Контакт із напругою може призвести до летальних наслідків або серйозних травм.

- Не торкайтесь основного ланцюга привода або двигуна до вимкнення живлення й заземлення системи.
Від'єднайте привод від електромережі й переконайтеся, що двигун зупинився.
Від'єднайте двигун.
Виконайте процедуру блокування й маркування (LOTO) джерела живлення на приводі.
Переконайтеся, що жодне зовнішнє джерело не генерує випадкову напругу під час роботи.
Виконайте заземлення привода для роботи.
Зачекайте 15 хвилин, поки конденсатори вставки постійного струму повністю розрядяться, перш ніж відкривати дверцята шафи або кришку привода змінного струму.
Використовуйте вимірювальний прилад, щоб переконатися у відсутності напруги.

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ⚠

НЕБЕЗПЕКА УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

Сигнали виявлення вихідної напруги підключаються від розподільної плати напруги до плати AD в блоці керування. Якщо будь-який із цих проводів від'єднано під час увімкнення живлення середньої напруги, генерується перехідна висока напруга.

- Не від'єднуйте проводи від клем плати AD, коли живлення середньої напруги увімкнене.

- Для знеструмлення обладнання перед технічним обслуговуванням може знадобитися більше ніж один роз'єднувальний вимикач.
- Запобіжники низької напруги, доступні через трансформатор керування, можуть бути під напругою. Перед заміною запобіжників вимкніть живлення трансформатора керування.
- У приводі є об'ємні конденсатори постійного струму, які необхідно розрядити на рівень нижче ніж 50 В постійного струму для виконання безпечних робіт із технічного обслуговування.
- Розетка в шафі керування призначена лише для технічного обслуговування або ремонту обладнання. Номінальний струм становить 10 А. Забороняється використовувати будь-яке обладнання з номінальним струмом понад 10 А. Це обладнання не забезпечує ізоляції. Потрібні окремі засоби ізоляції.
 - Можна використовувати ізоляційні засоби, перелічені в [Таблиця 9](#), або еквівалентні.

Таблиця 9: Рекомендовані ізоляційні засоби

Тип ізоляційних засобів	Виробник	Назва моделі	Номінал
Регулятор середньої напруги	ROCKWELL AUTOMATION CANADA INC (E102991)	1512A-1	400 A/7,2 кВ
Розподільний пристрій середньої напруги	ABB INC POWER TECHNOLOGY PRODUCTS MEDIUM VOLTAGE (E143324)	Серія ADVANCE	3000 A/1000 MBA/27 кВ макс.
		Серія SAFEGEAR	4000 A/1000 MBA/15 кВ
Вимикачі й розподільчі пристрої з металевим покриттям	EATON (E146558)	Серія VC-W	3000 A/15 кВ макс.

9.2 Стандартний процес технічного обслуговування

Щоб забезпечити безпечне технічне обслуговування, дотримуйтеся наведених нижче кроків.

Процедура

1. Ознайомтеся з правилами техніки безпеки, описаними в цьому посібнику, і дотримуйтеся їх.
2. Вимкніть живлення системи та вимкніть ДБЖ. Якщо встановлено шафу байпаса, вимкніть її живлення.

Усі роботи з технічного обслуговування слід виконувати з від'єднаним живленням від електромережі та допоміжним джерелом живлення.

3. Виконайте необхідне технічне обслуговування.

Див. план технічного обслуговування й конкретні інструкції.

4. Після завершення технічного обслуговування виконайте перевірку перед увімкненням живлення.
 - а. Переконайтеся у належному стані підключень до мережі живлення й двигуна.
 - б. Переконайтеся у належному стані підключень до допоміжного джерела живлення й ланцюга керування.
 - с. Переконайтеся, що в шафах не залишилися інструментів або сторонніх предметів.
 - д. Переконайтеся, що всі дверцята шафи, включно із захисними засобами ізоляції, зачинені й готові до роботи.
5. Перезапустіть привод. Дотримуйтеся інструкцій, наведених у розділі [8.5.1 Увімкнення живлення привода](#), і переконайтеся, що немає жодних відхилень у роботі.
6. Зробіть запис про виконання технічного обслуговування привода VACON® 1000.

У запис про виконання технічного обслуговування мають бути включені такі відомості:

- Дата й час.
- Роботи з технічного обслуговування, які було виконано згідно з планом технічного обслуговування.
- Будь-яка особлива ситуація або робота (планова чи позапланова заміна запасних частин).

9.3 Графік технічного обслуговування

Для забезпечення довготривалої роботи обладнання потрібні правильна експлуатація та технічне обслуговування. Щоденне профілактичне технічне обслуговування й огляди мають проводитись у плановому порядку. На додаток до аварійного обслуговування системи, необхідно проводити профілактичне обслуговування, зокрема щоденні, щотижневі, щомісячні, щоквартальні та щорічні перевірки й технічне обслуговування.

Щоденні завдання з технічного обслуговування обмежуються різними візуальними оглядами, очищенням повітряного фільтра та підтримкою максимально можливої чистоти в приміщенні з обладнанням. Інші роботи з технічного обслуговування може виконувати уповноважений навчений персонал.

9.3.1 Щоденне технічне обслуговування

Таблиця 10: Завдання щоденного технічного обслуговування

Елемент технічного обслуговування	Інтервал між обслуговуванням	Задача обслуговування
Навколишнє середовище	Щодня	Переконайтеся, що температура всередині шаф привода перебуває в діапазоні -5...+40 °C, бажано 25 °C. Переконайтеся, що вологість не перевищує 95 % і відсутня конденсація. Перевірте стан вентиляційних каналів і повітропроводів. Записуйте параметри навколишнього середовища щодня та звертайте увагу, якщо виникають умови, що відхиляються від норми.
Робочі параметри	Щодня	Перевіряйте правильність вхідної напруги привода. Переконайтеся у тому, що робочі параметри привода перебувають у нормі. Перевірте привод на наявність попереджень/збоїв. Перевірте індикатори привода. Перевірте, чи температура трансформатора, зображена на ЛМІ, нижча за 90 °C. Перевірте, чи немає незвичних звуків, вібрації, вогню чи запаху.
Вентилятори охолодження	Щодня	Переконайтеся у відсутності надмірної вібрації або звуку. Перевірте, чи немає сигналів тривоги про перегрівання або падіння живлення вентилятора охолодження.
Повітряні фільтри	Щодня	Перевірте, чи не заблоковані повітряні фільтри. Перевірте, чи немає сигналу тривоги через тиск повітря.
	Щотижня	Очищуйте фільтри принаймні один раз на тиждень. Якщо пилу дуже багато, інтервал очищення має бути коротшим. Щоб видалити пил, обережно простукайте фільтри або злегка продуйте їх стисненим повітрям поза приміщенням електрощитової. Щоб видалити залишки бруду, промийте фільтри водою з м'яким миючим засобом. Висушіть фільтри перед встановленням на привод. У разі потреби замініть фільтри новими.
Приводний відсік	Щодня	Перевіряйте приводний відсік щодня. Видаліть сторонні предмети.
	Щотижня	Очищуйте приводний відсік раз на тиждень. Видаліть пил або золу за допомогою пилососа або ганчірки.

9.3.2 Щорічне технічне обслуговування

Таблиця 11: Завдання щорічного технічного обслуговування

Елемент технічного обслуговування	Інтервал між обслуговуванням	Задача обслуговування
Прокладання кабелів	Щорічно	Перевірте моменти затягування клем. Перевірте, чи не пошкоджено ізоляційний шар кабелів. Перевірте заземлення.
Трансформатор	Щорічно	Виміряйте опір ізоляції між первинним/вторинним контуром і заземленням.

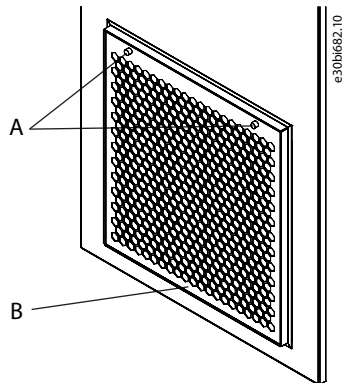
Елемент технічного обслуговування	Інтервал між обслуговуванням	Задача обслуговування
	Кожні 2 роки	Виконайте діелектричні випробування на витривалість між первинним/вторинним контуром і заземленням.
Шафи привода	Щорічно	Очищуйте шафи привода всередині за допомогою пилососа. Очистіть пил на поверхні компонентів і очистіть від пилу радіатори силових елементів.
Компоненти	Щорічно	За допомогою мультиметра перевірте, чи становить вихідна напруга джерела живлення в шафі керування $26 \pm 0,5$ В постійного струму. Перевірте, чи становить вихідна напруга ДБЖ $25 \pm 0,5$ В постійного струму. Перевірте, чи нормально працює реле і чи немає незвичного звуку. Перевірте функціонування індикаторів. Переконайтеся, що електромагнітні замки працюють належним чином. Перевірте нагрівач і регулятор вологості повітря. Установіть порогове значення вологості нижче рівня вологості навколишнього середовища й переконайтеся, що нагрівач починає працювати. Після тестування встановіть порогове значення на 80 %. Перевірте індикатор електричного дисплея високої напруги, а також нормальне функціонування другого замкненого контуру. Переконайтеся, що задане значення термореле є правильним. Виконайте ретельну перевірку вакуумного контактора або вимикача й перевірте правильність роботи та стан зворотного зв'язку. Перевірте, чи в нормі запобіжник і вимикач та чи немає слідів горіння.
Акумулятор ДБЖ	Кожні 3 роки	Замінійте акумулятор кожні 3 роки, щоб забезпечити надійну роботу.
	Кожні 3 місяці	Якщо привод перебуває на зберіганні й не вмикається протягом 3 місяців, зарядіть акумулятор ДБЖ протягом 8 годин. Заряджайте запасні акумуляторні батареї кожні 3 місяці.
ЛМІ	Залежить від стану	Яскравість ЛМІ з часом погіршується. Термін служби залежить від умов використання.
Дисплей індикації високої напруги	Кожні 4 роки	Змініуйте кожні 4 роки для забезпечення надійної роботи.
Вентилятор охолодження	Кожні 4 роки	Замініуйте кожні 4 роки.
Індикатор	Кожні 5 роки	Замініуйте кожні 5 роки.
Перемикання живлення від мережі	Кожні 10 роки	Замініуйте кожні 10 роки.
Силові комірки	1 рік	Якщо силова комірка перебувала на зберіганні та не вмикалася протягом останнього 1 року, необхідно переформувати електролітичні конденсатори. Якщо привод перебуває на зберіганні понад 2 роки, високу напругу не можна застосовувати безпосередньо до привода. Поступово підвищуйте вхідну напругу, поки конденсатори не зарядяться належним чином.

9.4 Заміна повітряних фільтрів

9.4.1 Повітряні фільтри автономних шаф

Процедура

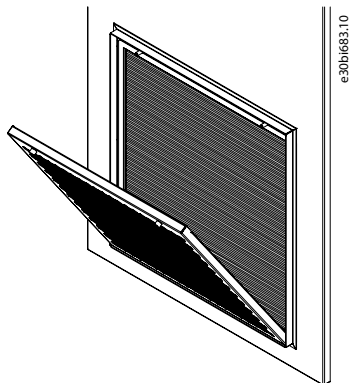
1. Відкрутіть гвинти на кришці повітряного фільтра.



Ілюстрація 69: Зняття кришки фільтра

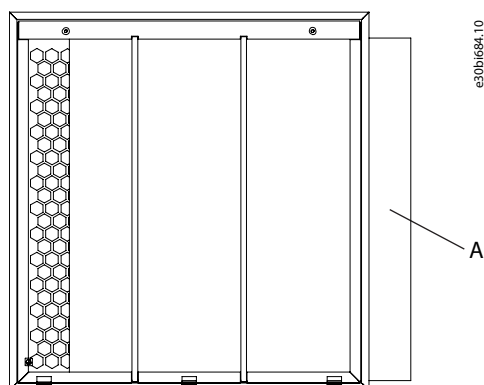
A	Гвинти
B	Кришка фільтра

2. Зніміть кришку повітряного фільтра.



Ілюстрація 70: Демонтаж кришки фільтра

3. Вийміть фільтр і замініть його на новий.



Ілюстрація 71: Заміна повітряного фільтра

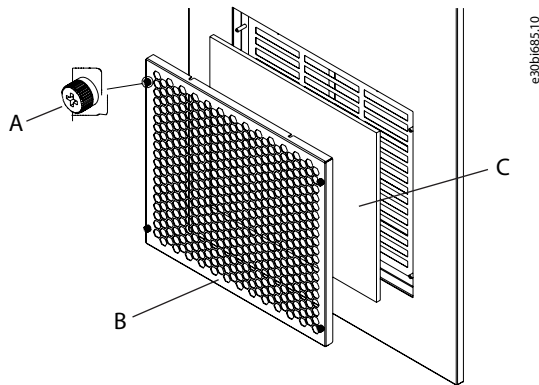
A	Повітряний фільтр
---	-------------------

4. Установіть кришку фільтра на місце й затягніть гвинти.
5. Занотуйте дату заміни фільтра.

9.4.2 Повітряні фільтри шаф трансформаторів і силових комірок

Процедура

1. Відкрутіть гвинти на кришці повітряного фільтра.



Ілюстрація 72: Заміна повітряного фільтра

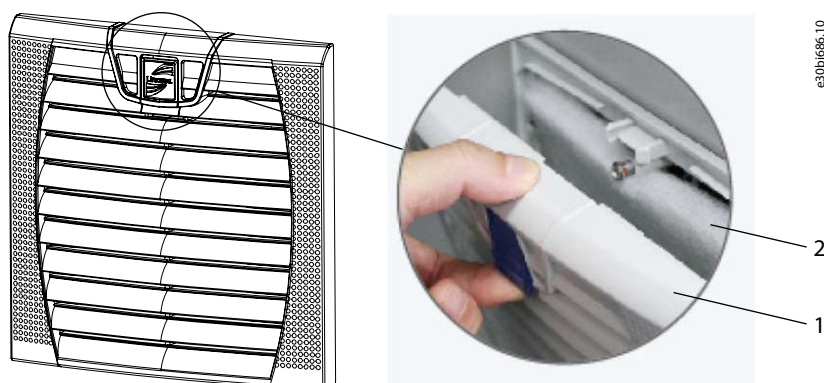
A	Гвинти	C	Повітряний фільтр
B	Кришка фільтра		

2. Зніміть кришку повітряного фільтра та вийміть старий фільтр.
3. Установіть новий повітряний фільтр на місце старого.
4. Установіть кришку фільтра на місце й затягніть гвинти.
5. Занотуйте дату заміни фільтра.

9.4.3 Повітряні фільтри шафи керування

Процедура

1. Натисніть кнопку й відтягніть верхню частину кришки фільтра.



Ілюстрація 73: Зняття кришки фільтра

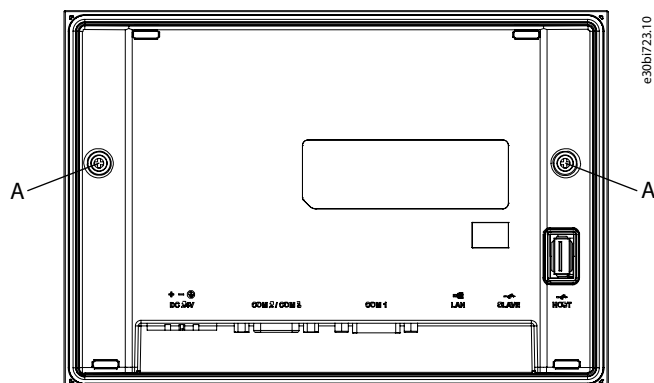
1	Кришка фільтра
2	Повітряний фільтр

2. Зніміть кришку повітряного фільтра.
3. Вийміть фільтр і замініть його на новий.
4. Установіть на місце кришку фільтра.
5. Занотуйте дату заміни фільтра.

9.5 Заміна акумулятора ЛМІ

Процедура

1. Відкрутіть гвинти на задній панелі ЛМІ.



Ілюстрація 74: Розташування гвинтів для кріплення кришки ЛМІ

A	Гвинти кріплення кришки
---	-------------------------

2. Відкрийте задню панель ЛМІ.
3. Замініть акумулятор.

У ЛМІ використовується літєва батарея на 3 В типу CR2032x1.



Ілюстрація 75: Розташування акумулятора всередині ЛМІ

9.6 Заміна вентиляторів охолодження

Вимкніть живлення системи відповідно до правил, наведених у розділі [9.2 Стандартний процес технічного обслуговування](#), і вживіть усіх заходів безпеки.

ЗАСТЕРЕЖЕННЯ

Вентилятори охолодження мають різні моделі відповідно до рівнів потужності.

Процедура

1. Якщо повітропровід використовується для відведення гарячого повітря за межі приміщення з обладнанням, розберіть інтерфейс між повітропроводом і вентилятором охолодження.
2. Зніміть передню й задню решітки (A). Кожна з них закріплена за допомогою 9 шестигранних комбінованих гвинтів M6x16. Затягніть гвинти.

Див. розділ [9.6.1 Схема заміни вентилятора охолодження](#).

3. Зніміть кришку вентилятора охолодження (B). Зніміть і збережіть 16 гвинтів із потайною головкою M4x8.
4. Зніміть нижню решітку (C). Відкрутіть і збережіть десять шестигранних комбінованих гвинтів M6x16.

Нижня решітка доступна лише в опціональних конфігураціях.

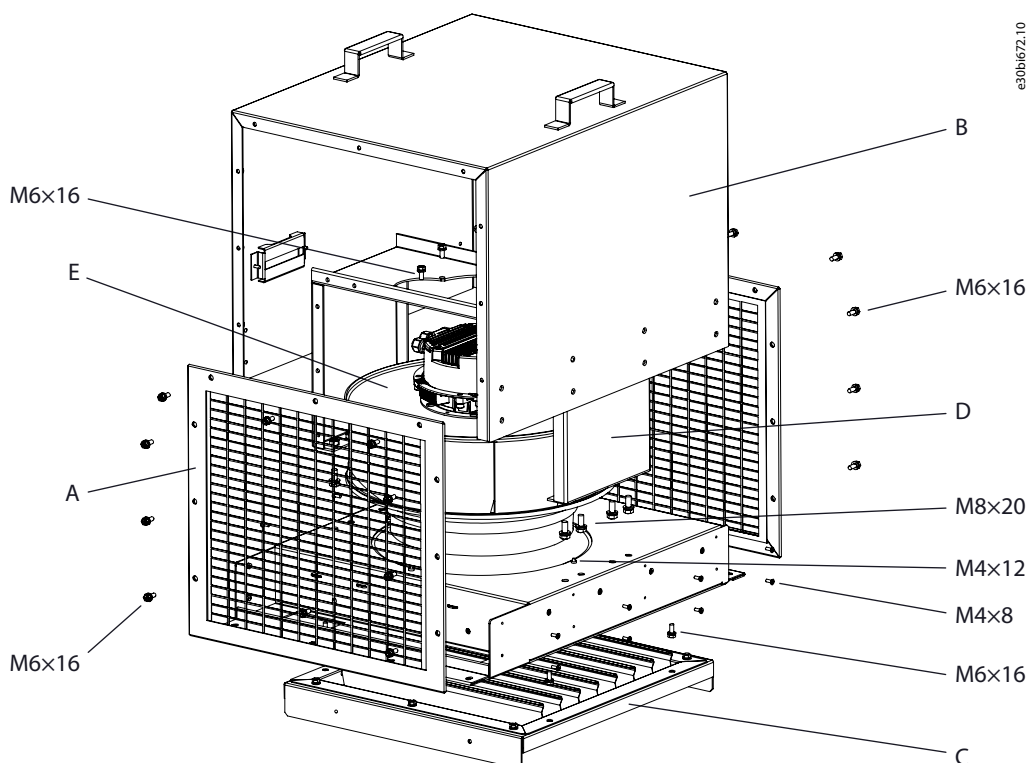
5. Зніміть кришку електропроводки й від'єднайте проводку вентилятора.

6. Зніміть кронштейн вентилятора (D). Зніміть і збережіть 8 шестиграних комбінованих гвинтів M8x20.
7. Зніміть вентилятор (E). Відкрутіть і збережіть 5 шестиграних комбінованих гвинтів M6x16 і 4 шестигранні гвинти M4x12.
8. Установіть новий вентилятор і закріпіть усі гвинти у зворотній послідовності.
9. Завершіть технічне обслуговування й заміну, повторно встановивши деталі в зворотному порядку.

Перш ніж закріпити гвинти кріплення вентилятора охолодження, завершіть монтаж інтерфейсу живлення й кабелю.

10. Якщо є повітропровід, відновіть і зафіксуйте перехідник до повітропроводу.
11. Після ввімкнення живлення перевірте, чи працює вентилятор у нормальному режимі. Зверніть особливу увагу на напрямок обертання вентилятора. Вентилятор має всмоктувати повітря з рами вхідного вікна й видувати повітря назовні через верхню частину шафи.

9.6.1 Схема заміни вентилятора охолодження



Ілюстрація 76: Заміна вентилятора охолодження

A	Передня й задня решітки	D	Кронштейн вентилятора
B	Кришка вентилятора охолодження	E	Вентилятор охолодження
C	Нижня решітка		

9.7 Акумулятор ДБЖ

9.7.1 Заміна акумулятора ДБЖ

Процедура

1. Вимкніть QF15.
2. Зніміть кришку акумулятора ДБЖ. Кришка кріпиться за допомогою 4 гвинтів.
3. Від'єднайте проводи від клем акумулятора.
4. Установіть новий акумулятор ДБЖ і знову під'єднайте дроти.

Дотримуйтеся полярності акумулятора й переконайтеся, що проводи під'єднано правильно.

9.7.2 Технічне обслуговування акумулятора ДБЖ

Якщо акумулятор ДБЖ не використовується протягом тривалого часу, рекомендовано періодично виконувати його планове технічне обслуговування.

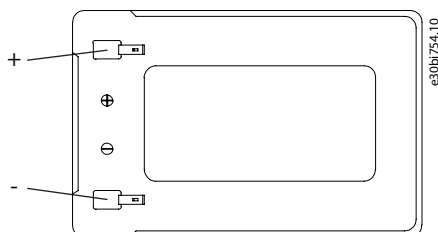
Таблиця 12: Графік технічного обслуговування

Температура зберігання	Інтервал між обслуговуванням
< 20 °C	Кожні півроку
20–30 °C	Кожні три місяці
> 30 °C	Довготривале зберігання за температури, вищої за цю, категорично заборонено.

Для технічного обслуговування потрібне джерело живлення з можливістю налаштування виходу постійного струму й функцією обмеження вихідного струму.

Процедура

1. Налаштуйте вихідну напругу живлення постійного струму на 14,4–14,7 В.
2. Установіть обмеження струму на 1,3 А.
3. Під'єднайте позитивні/негативні полюси живлення постійного струму до відповідних клем акумулятора.



Ілюстрація 77: Клеми акумулятора ДБЖ

4. Увімкніть живлення постійного струму для заряджання акумулятора.
5. Заряджайте кожен акумулятор протягом принаймні 16–24 годин.
6. Після заряджання вимкніть живлення постійного струму й від'єднайте дроти між акумулятором ДБЖ і джерелом живлення постійного струму.

9.8 Силлові комірки

9.8.1 Технічне обслуговування силових комірок

Процедура

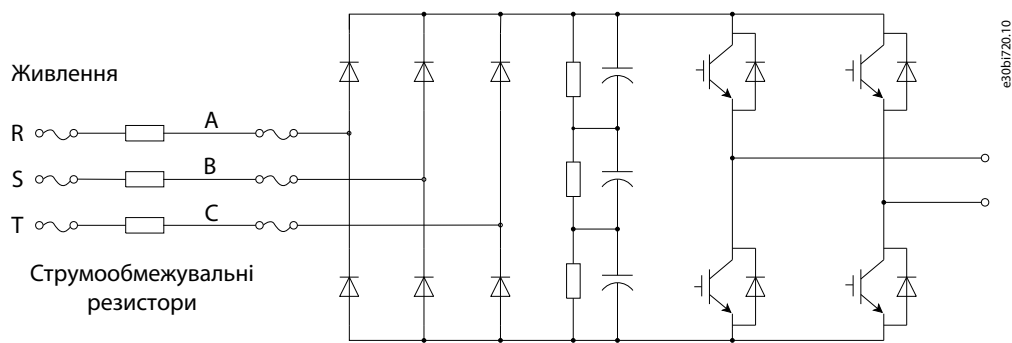
1. Витягніть силову комірку із шафи привода або, якщо він перебуває на зберіганні, з ізольованого пластикового пакета.
2. Установіть силову комірку на ізольованому місці.

Рівень витримуваної напруги має перевищувати вхідну потужність.

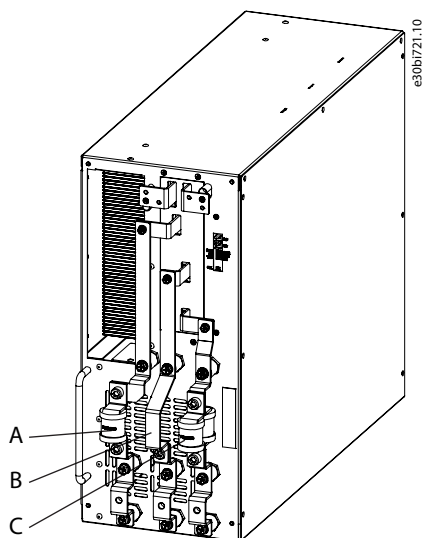
3. Під'єднайте 3-фазне живлення до вхідних клем силову комірку через резистор із 3-фазним обмеженням струму.

Різні силові комірки мають різні механічні конструкції.

Під'єднайте підвішений бік запобіжників.

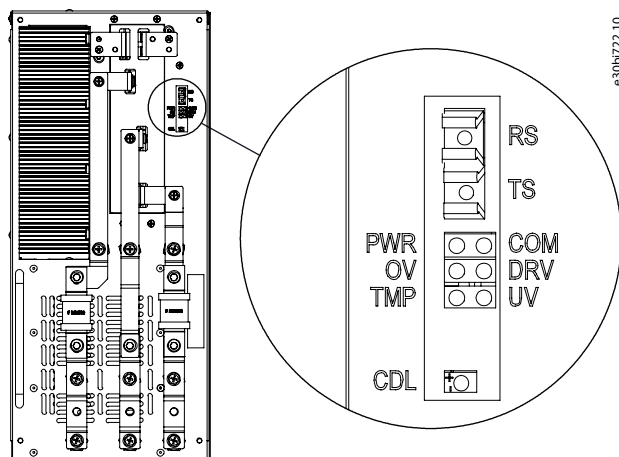


Ілюстрація 78: Електрична схема силової комірки



Ілюстрація 79: Вхідні клеми А, В, С силової комірки

4. Увімкніть живлення й перевірте індикатори на силовій комірці.



Ілюстрація 80: Розташування індикатора силової комірки

- ➡ Якщо індикатори PWR і COM увімкнено, стан силової комірки нормальний.
Якщо горять інші світлодіодні індикатори, необхідно провести подальший огляд. Зверніться до Danfoss.

5. Тримайте силову комірку підключеною одну годину.

- ➡ Якщо через одну годину індикатори силових комірок не показують нічого незвичайного, технічне обслуговування виконано.

6. Вимкніть живлення й від'єднайте з'єднання.

7. Помістіть силові комірочки назад у шафу привода або, якщо вони перебувають на зберіганні, в ізоляційний поліетиленовий пакет.
8. У разі виникнення проблем зверніться до Danfoss.

9.8.2 Заміна силових елементів

Вимкніть живлення системи відповідно до правил, наведених у розділі [9.2 Стандартний процес технічного обслуговування](#), і вживіть усіх заходів безпеки.

Процедура

1. Від'єднайте волоконно-оптичну проводку (A) від силової комірочки.

Див. [9.8.2.1 Схема заміни силової комірочки](#).

2. Відкрутіть комбіновані гвинти з обох боків силових комірок на з'єднувальних шинах (B). Обережно затягніть гвинти.

Використовуйте динамометричний ключ М6/М8.

3. Відкрутіть фіксовані гвинти на 3-фазних вхідних клеммах (C). Обережно затягніть гвинти.

Використовуйте динамометричний ключ М8/М10.

4. Щоб вивільнити силову комірочку із кронштейнів (D), викрутіть гвинти перед силовою комірочкою. Збережіть гвинти належним чином.

Використовуйте динамометричний ключ М6.

5. Витягніть силову комірочку уздовж напрямних планок (E).
6. Перевірте паспортну табличку кожної силової комірочки. Переконайтеся, що паспортна табличка нової силової комірочки збігається зі старою.
7. Вставте нову силову комірочку уздовж прямої рейки на місце.
8. Установіть силову комірочку на кронштейни.

Для встановлення гвинтів використовуйте динамометричний ключ М6. Затягніть гвинти з моментом затягування $9,8 \pm 0,2$ Нм.

9. Установіть 3-фазні вхідні кабелі на клеммах силових комірок.

Використовуйте динамометричний ключ М8/М10. Послідовність фіксації ззовні всередину: плоска шайба, пружинна шайба, гвинтова гайка.

Моменти затягування:

- Гвинти М8: $9,8 \pm 0,2$ Нм
- Гвинти М10: $24,5 \pm 0,5$ Нм.

10. Установіть комбіновані гвинти на з'єднувальні шини.

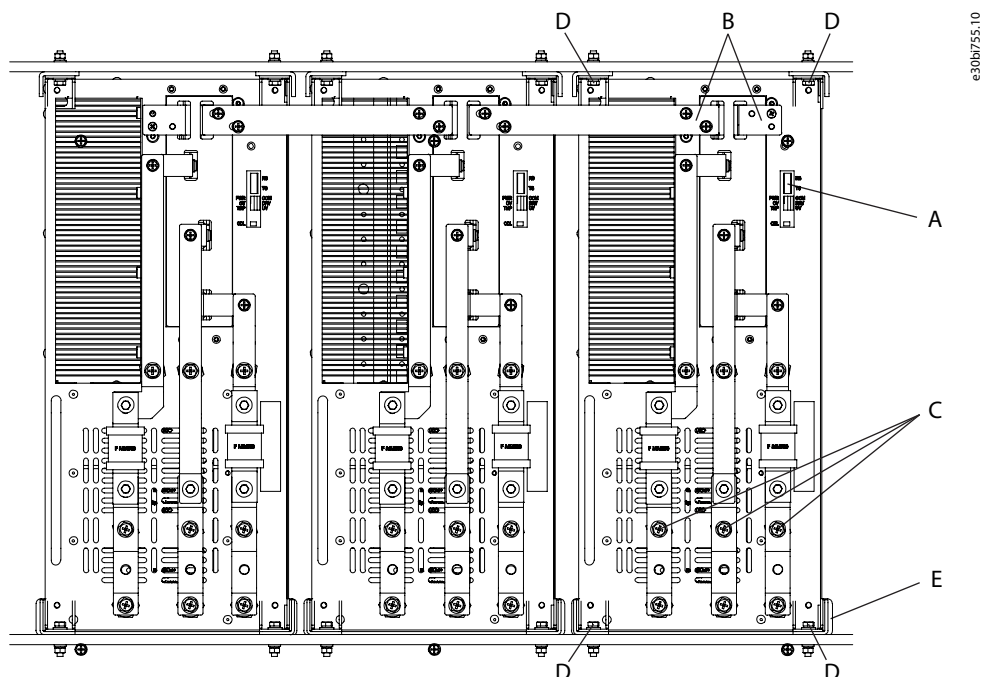
Використовуйте динамометричний ключ М6/М8.

Моменти затягування:

- Гвинти М6: $7,8 \pm 0,2$ Нм
- Гвинти М8: $9,8 \pm 0,2$ Нм

11. Під'єднайте оптоволоконну електропроводку до силової комірки.

9.8.2.1 Схема заміни силової комірки



Ілюстрація 81: Заміна силової комірки

A	Волоконно-оптичні роз'єми	D	Кронштейн
B	З'єднувальні шини	E	Напрямна планка
C	Вхідні клеми		

9.8.3 Переформування конденсаторів силових комірок

Якщо силова комірка перебувала на зберіганні та не вмикалася протягом останнього 1 року, необхідно переформувати електролітичні конденсатори. Переформування можна здійснювати з джерелом змінного або постійного струму.

9.8.3.1 Переформування за допомогою джерела змінного струму

Необхідне обладнання:

- Трифазний регулятор напруги, 0–750 В змін. струму, ≥ 500 ВА
- Автоматичний вимикач, ≥ 380 В змін. струму (460 В змін. струму), ≥ 20 А

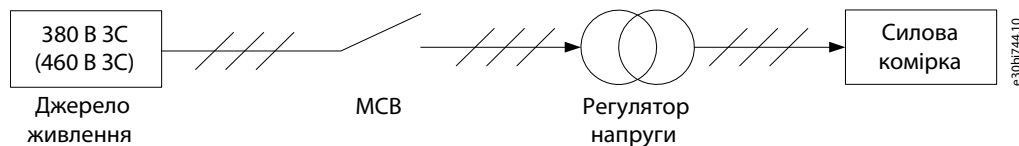
⚠ УВАГА! ⚠

- Під час переформування спостерігайте за тим, чи є якесь незвичне явище. У разі наявності будь-яких відхилень негайно розімкніть автоматичний вимикач. Переконайтеся, що проводку прокладено правильно для переформування. Перевірте, чи в нормі запобіжники силової комірки. Якщо проблеми не зникають, зверніться по допомогу до Danfoss.

Процедура

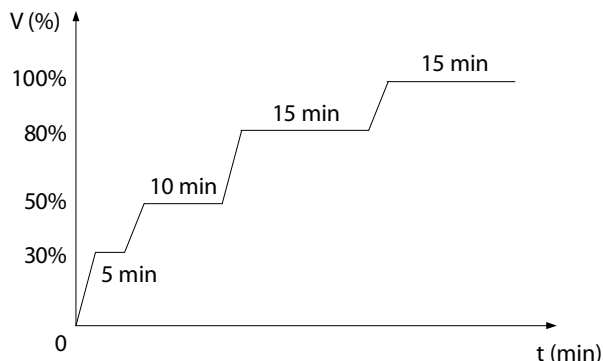
1. Ізолюйте силову комірку від заземлення й від персоналу. Переконайтеся, що до виходу силового елемента не підключено проводи.

- Підключіть проводи, як показано на [Ілюстрація 82](#). Установіть МСВ між джерелом живлення змінного струму й регулятором напруги. Підключіть вторинну обмотку регулятора напруги до 3-фазного входу силової комірki.



Ілюстрація 82: Схема проводки джерела живлення змінного струму

- Замкніть МСВ. Увімкніть регулятор напруги та повільно підніміть вхідну напругу до 30 % номінальної напруги силового елемента (690 В змін. струму). Підтримуйте напругу на рівні 30 % протягом 5 хвилин.



Ілюстрація 83: Схема процесу переформування

- Повільно збільшуйте вхідну напругу регулятора до 50 %. Підтримуйте напругу протягом 10 хвилин.
- Повільно збільшуйте вхідну напругу регулятора до 80 %. Підтримуйте напругу протягом 15 хвилин.
- Повільно збільшуйте вхідну напругу регулятора до 100 %. Підтримуйте напругу протягом 15 хвилин.
- Після завершення процесу зменшіть джерело напруги до нуля й розімкніть МСВ.
- Від'єднайте регулятор напруги від силової комірki і джерела змінного струму.
- Зачекайте 15 хвилин, поки конденсатори силових комірок повністю розрядяться.
- Використовуйте вимірювальний прилад, щоб переконатися у відсутності напруги.
- Відновіть оригінальну проводку.

9.8.3.2 Переформування за допомогою джерела постійного струму

Необхідне обладнання:

- Живлення постійного струму, регульоване в діапазоні 0–1000 В пост. струму, ≥ 1000 ВА

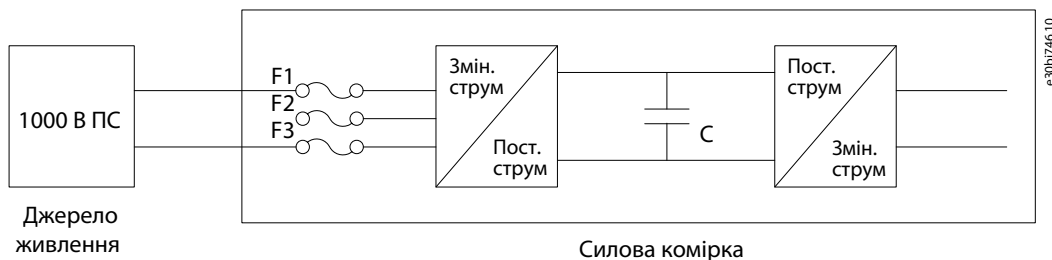
⚠ УВАГА! ⚠

- Під час переформування спостерігайте за тим, чи є якесь незвичне явище. У разі наявності будь-яких відхилень негайно розімкніть автоматичний вимикач. Переконайтеся, що проводку прокладено правильно для переформування. Перевірте, чи в нормі запобіжники силової комірki. Якщо проблеми не зникають, зверніться по допомогу до Danfoss.

Процедура

- Ізолюйте силову комірku від заземлення й від персоналу. Переконайтеся, що до виходу силового елемента не підключено проводи.

- Підключіть проводи, як показано на [Ілюстрація 84](#). Підключіть джерело постійного струму до будь-якої з 2 фаз входу силової комірки.



Ілюстрація 84: Схема проводки джерела живлення постійного струму

- Подайте живлення постійного струму. Щоб запобігти спрацюванню захисту від перевантаження за струмом постійного струму, повільно підніміть вхідну напругу до 30 % номінальної напруги силової комірки 975 В постійного струму. Підтримуйте напругу на рівні 30 % протягом 5 хвилин.
Див. [Ілюстрація 83](#).
- Повільно збільшуйте вхідну напругу живлення постійного струму до 50 %. Підтримуйте напругу протягом 10 хвилин.
- Повільно збільшуйте вхідну напругу живлення постійного струму до 80 %. Підтримуйте напругу протягом 15 хвилин.
- Повільно збільшуйте вхідну напругу живлення постійного струму до 100 %. Підтримуйте напругу протягом 15 хвилин.
- Після завершення процесу зменшіть джерело напруги до нуля й вимкніть живлення постійного струму.
- Від'єднайте проводи від силової комірки й джерела постійного струму.
- Зачекайте 15 хвилин, поки конденсатори силових комірок повністю розрядяться.
- Використовуйте вимірювальний прилад, щоб переконатися у відсутності напруги.
- Відновіть оригінальну проводку.

9.9 Випробування на витримування діелектриком

Процедура

- Від'єднайте вхідні й вихідні кабелі.
- Замкніть накоротко вхідні клеми (3 фази).
- Замкніть накоротко вихідні клеми (3 фази).
- Замкніть накоротко клеми допоміжної обмотки трансформатора (3 фази) і заземлення.
- Замкніть накоротко всі вхідні клеми силових комірок і вихідні клеми.
- За наявності, від'єднайте нейтральний резистор заземлення, підключений до силової комірки U1/V1/W1.
- За наявності, від'єднайте пристрій захисту від перенапруги й пристрій розділення вхідної та вихідної напруги від високовольтної клеми.
- Перевірте вхідну й вихідну напругу.
 - Якщо вхідна й вихідна напруга не збігаються, виконайте випробування на витримування діелектриком.
 - Якщо вхідна напруга й номінальна вихідна напруга однакові, виконайте випробування на витримування діелектриком, що охоплює як вхідний, так і вихідний сигнал.

9.9.1 Випробування входу й виходу разом

Процедура

- Підключіть замкнуті накоротко вхідні й вихідні клеми до заземлення.
- Виміряйте опір ізоляції між вхідними клемми й заземленням за допомогою мегомметра на 1000 В. Опір має становити > 100 МОм.
- Подайте високу напругу мережевої частоти на вхідну клему, віднесену до заземлення, протягом 5 с. Переривання й пробії непотрібні.
- Знову виміряйте опір ізоляції. Опір має бути > 100 МОм, а розбіжність порівняно з першим результатом вимірювання має бути меншою за 30 %.
- Після перевірки поверніть привод у початковий стан. Відновіть з'єднання електропроводки й усуньте замикання.

9.9.2 Випробування входу й виходу окремо

Процедура

1. Підключіть замкнуті накоротко вхідні й вихідні клеми до заземлення.
2. Виміряйте опір ізоляції між вхідними клемми й заземленням за допомогою мегомметра на 1000 В. Опір має становити > 100 МОм.
3. Подайте високу напругу мережевої частоти (див. таблицю) на вхідну клему, віднесена до заземлення, протягом 60 с. Переривання й пробій непотрібні.

Напруга системи (кВ)	Витримувана напруга діелектрика (кВ)
2,3/2,4	8
3	9
3,3	10
4/4,16/4,2	12
4,8/5	14
6	17
6,3	18
6,6	19
6,9/7,2	20
8,4	22
10	25
11	27
11,4	28
12	29
12,47	30
13,2	32
13,8	34

4. Знову виміряйте опір ізоляції. Опір має бути > 100 МОм, а розбіжність порівняно з першим результатом вимірювання має бути меншою за 30 %.
5. Від'єднайте провід короткого замикання між вихідною клемою та заземленням і замкніть накоротко вхідну клему на заземлення.
6. Повторіть вимірювання в кроках 2–4 для вихідних клем.
7. Після перевірки поверніть привод у початковий стан. Відновіть з'єднання електропроводки й усуньте замикання.

10 Виявлення збоїв

10.1 Типи збоїв

Коли в процесі контрольної діагностики привода виявляється незвичайний стан у його роботі, привод виводить сповіщення. Відповідне сповіщення відображається на дисплеї панелі керування. На дисплеї відображається номер, назва й короткий опис збою або попередження.

Сповіщення можуть бути 2 різних типів.

- **Попередження** повідомляє про незвичайну роботу привода. Попередження не зупиняє привод. Систему можна ввімкнути, запустити й використовувати у звичайному режимі.
- **Збій** негайно зупиняє привод. Виконайте скидання привода та знайдіть рішення проблеми. Не використовуйте систему, доки проблему не буде виявлено й усунено.

У застосуванні можна налаштувати різні відповіді на певні збої. Див. [10.2 Налаштування відповіді на збій](#).

Для перегляду відомостей про попередження або збої натисніть *AlarmFault* (Попередження/Збій).

Перш ніж зв'язатися з дистриб'ютором або заводом-виробником через незвичайну роботу обладнання, підготуйте деякі дані. Запишіть номер збою й усю іншу інформацію, що відображається на дисплеї.

10.2 Налаштування відповіді на збій

У застосуванні можна налаштувати різні відповіді на певні збої. Існує 9 припустимих комбінацій для налаштування відповіді на попередження та збої.

Таблиця 13: Налаштування відповіді на збій для VACON® 1000

Параметр налаштування	Увімкнення виявлення	Попередження/Збій	Дія (не працює)	Дія (працює)
0	Вимкнути	–	–	–
1	Увімкнути	Попередження	Дія відсутня	Дія відсутня
2	Увімкнути	Збій	Дія відсутня	Зупинка вибігом
3	Увімкнути	Збій	Дія відсутня	Зупинка вибігом і байпасна система
4	Увімкнути	Збій	Дія відсутня	Уповільнення й зупинка
5	Увімкнути	Збій	Дія відсутня	Спрацьовування MCB
6	Увімкнути	Збій	Дія відсутня	Спрацьовування MCB, байпас системи
7	Увімкнути	Збій	Спрацьовування MCB	Спрацьовування MCB
8	Увімкнути	Збій	Спрацьовування MCB	Спрацьовування MCB, байпас системи

10.3 Збої та попередження

10.3.1 Код збою 1: вхідний надструм (помилка ПЗ)

Причина

Вхідний струм перевищує 150 % номінального струму.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте вхідний струм.
- Перевірте встановлене значення.

10.3.2 Код збою 2: втрата вхідної фази

Причина

Один або кілька високовольтних вхідних кабелів не можуть подавати первинне живлення на вхідний трансформатор.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте вхідну напругу.
- Перевірте, чи не послаблені або від'єднані вхідні кабелі.

10.3.3 Код збою 3: втрата вхідного живлення

Причина

Значення напруги 3 вхідних фаз нижчі за 70 % номінального значення.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте вхідну напругу.

10.3.4 Код збою 4: недостатня вхідна напруга

Причина

Ефективне значення вхідної напруги нижче за 90 % номінального значення.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте вхідну напругу.

10.3.5 Код збою 5: вхідна перенапруга

Причина

Ефективне значення вхідної напруги перевищує 110 % номінального значення.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте вхідну напругу.

10.3.6 Код збою 6: вхідне заземлення

Причина

Заземлення відбувається на вході, і тривалість перевищує 5 с.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте вхідні кабелі, мідні шини та трансформатор.

10.3.7 Код збою 7: помилка вхідної послідовності

Причина

Вхідні кабелі підключені навпаки.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте послідовність підключення вхідних кабелів.

10.3.8 Код збою 8: вихідний надструм (помилка ПЗ)

Причина

Вихідний струм перевищує 150 % номінального струму.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте вихідний струм.
- Перевірте встановлене значення.

10.3.9 Код збою 9: перевантаження на виході

Причина

Постійний крутильний момент: Якщо вихідний струм перевищує 150 % номінального струму, допускається перевантаження на 1 хвилину кожні 10 хвилин.

Змінний крутильний момент: Якщо вихідний струм перевищує 120% номінального струму, допускається перевантаження на 1 хвилину кожні 10 хвилин.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте напругу мережі живлення.
- Скиньте номінальний струм двигуна.
- Перевірте навантаження й відрегулюйте збільшення крутильного моменту.
- Виберіть правильний двигун.

10.3.10 Код збою 10: втрата вихідної фази

Причина

Програмне забезпечення виявляє, що вихідна фаза від привода до двигуна відключена.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи не послаблені або від'єднані вихідні кабелі.

10.3.11 Код збою 11: заземлення на виході

Причина

Програмне забезпечення виявляє помилку заземлення, яка зазвичай виникає через помилку заземлення на виході (помилка фази на землю).

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи заземлені зовнішні кабелі та двигун.
- Перевірте ізоляцію двигуна та його кабелів.

10.3.12 Код збою 12: тривога через дисбаланс вихідної фази

Причина

Протягом 10 хвилин безперервної роботи дисбаланс на виході перевищує 15 % загалом упродовж більш ніж 30 с.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи ємність конденсаторів вставки постійного струму відповідає специфікаціям.
- Переконайтеся, що напруга вторинних обмоток трансформатора збалансована.

10.3.13 Код збою 13: помилка дисбалансу вихідної фази

Причина

Дисбаланс на виході перевищує 30 % протягом понад 1 с.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи ємність конденсаторів вставки постійного струму відповідає специфікаціям.
- Переконайтеся, що напруга вторинних обмоток трансформатора збалансована.

10.3.14 Код збою 14: недостатнє навантаження на виході

Причина

Програмне забезпечення виявляє двигун, що працює в зоні недостатнього навантаження довше ніж 20 с.

Робота системи за замовчуванням: Не виявлено. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи не занадто мале навантаження двигуна.

10.3.15 Код збою 15: тепловий захист електродвигуна

Причина

Розраховане значення температури або підвищення температури перевищує задане значення.

Робота системи за замовчуванням: Не виявлено. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи висока температура навколишнього середовища.
- Перевірте, чи двигун сильно навантажений.

10.3.16 Код збою 16: зупинка двигуна

Причина

- Частота/швидкість двигуна нижча за встановлене значення.
- Присутній стан обмеження крутильного моменту.
- Обидва стани виникають одночасно, і їхня тривалість перевищує встановлений час простою.

Робота системи за замовчуванням: Не виявлено. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте двигун на наявність перевантаження.
- Перевірте наявність механічної несправності.
- Перевірте наявність інших проблем, які спричиняють заклинювання двигуна.

10.3.17 Код збою 17: реверс двигуна

Причина

Двигун обертається у зворотному напрямку.

Робота системи за замовчуванням: Не виявлено. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте стан обертання двигуна.

10.3.18 Код збою 18: перевищення швидкості двигуна

Причина

Швидкість двигуна становить 120 % максимальної робочої швидкості довше ніж 10 с.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте стан двигуна.
- Перевірте, чи не пошкоджено енкодер.

10.3.19 Код збою 19: недостатня швидкість двигуна

Причина

Швидкість двигуна становить 6 % від мінімальної робочої швидкості протягом більш ніж 60 с.

Робота системи за замовчуванням: Не виявлено. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте стан двигуна.
- Перевірте, чи не пошкоджено енкодер.

10.3.20 Код збою 20: втрата аналогової контрольної напруги

Причина

Аналоговий вхід відключено.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати. Система продовжує працювати та зберігає останню опорну швидкість.

Вирішення проблеми

- Перевірте аналоговий ланцюг.

10.3.21 Код збою 21: ненормальна робота енкодера

Причина

Сигнал енкодера втрачено, або похибка між швидкістю енкодера та розрахунковою швидкістю перевищує 5 %.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом під час SVC, без виявлення під час SLVC. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи нормально працює енкодер.

10.3.22 Код збою 22: вхідний надструм (помилка апаратного забезпечення)

Причина

Вхідний струм перевищує 210 % номінального значення вибірки вхідного струму.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте вхідний струм.

10.3.23 Код збою 23: вихідний надструм (помилка апаратного забезпечення)

Причина

Вихідний струм перевищує 210 % номінального значення вибірки вихідного струму.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте вихідний струм.

10.3.24 Код збою 24: помилка живлення датчика струму

Причина

Плату живлення LEM знеструмлено.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте подачу напруги до плати живлення LEM.

10.3.25 Код збою 25: перевищення ліміту кількості байпасованих силових комірок

Причина

Кількість байпасованих силових комірок в одній фазі перевищує задане значення.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом

Вирішення проблеми

- Перевірте силові комірочки на наявність несправностей.
- Перевірте кількість байпасованих силових комірок.
- Відремонтуйте або замініть несправну силову комірочку.

10.3.26 Код збою 26: система працює з відкритим MCB

Причина

Під час роботи цифровий вхід стану MCB на платі вводу/виводу головного контролера розімкнутий.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом

Вирішення проблеми

- Перевірте стан MCB.

10.3.27 Код збою 27: помилка стану синхронного перемикача

Причина

KM2 і KM4 закриваються одночасно перед запуском синхронної передачі.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте стан перемикачів.

10.3.28 Код збою 28: помилка автоналаштування

Причина

Під час автоматичного налаштування виникає помилка або надходить команда на зупинку.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом

Вирішення проблеми

- Перевірте запис про збій.

10.3.29 Код збою 29: помилка запуску із ходу

Причина

Під час запуску з ходу виникає помилка пошуку швидкості або інша помилка.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом

Вирішення проблеми

- Якщо помилка пошуку швидкості викликала помилку запуску з ходу, перевірте параметри результату запуску з ходу, щоб дізнатися причину помилки запуску з ходу.
- Якщо якась інша помилка спричинила помилку запуску з ходу, перевірте запис про збій.

10.3.30 Код збою 30: помилка автоматичного перезапуску

Причина

Під час випробування автоматичного перезапуску кількість помилок перевищує максимальну кількість випробувань або виникає постійна помилка.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте запис про збій.

10.3.31 Код збою 31: помилка синхронної передачі

Причина

Під час синхронної передачі відбувається одна з таких подій:

- Помилка стану/замикання/розмикання перемикача.
- Тайм-аут стабілізації швидкості. Викликано коливаннями навантаження, які можуть виникнути під час розгону до частоти мережі в процесі синхронізації привода з мережею.
- Тайм-аут синхронізації напруги. Викликано коливаннями електричної мережі, які можуть виникнути під час процесу синхронізації напруги.
- Тайм-аут передачі навантаження. Викликано коливаннями навантаження, які можуть виникати під час процесу передачі навантаження.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- У разі виникнення помилки стану/замикання/розмикання перемикача.
 - Перевірте стан перемикачів.
 - Перевірте проводку цифрових входів/виходів.
 - Переконайтеся у відсутності проблем із вимикачем.
- У разі тайм-ауту стабілізації швидкості змініть параметр «Поріг помилки швидкості синхронної передачі» (P0772).
- У разі тайм-ауту синхронізації напруги змініть один із таких параметрів:
 - «Поріг помилки фази синхронної передачі» (P0767)
 - «Поріг помилки напруги синхронної передачі» (P0771)
 - «Максимальний час синхронізації напруги синхронної передачі» (P0778)
- У разі тайм-ауту передачі навантаження змініть один із таких параметрів:
 - «Поріг помилки струму синхронної передачі» (P0353)
 - «Максимальний час передачі навантаження синхронної передачі» (P0779)

10.3.32 Код збою 32: помилка вибору двигуна

Причина

Серійний номер вибраного двигуна невірний.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи не перевищує значення параметра «Motor selection» (Вибір двигуна) значення параметра «Maximum number of motor» (Максимальна кількість двигунів).
- Переконайтеся, що двигун, підключений до привода, є двигуном, указаним у параметрі «Motor selection» (Вибір двигуна).

10.3.33 Код збою 33: помилка LVRT

Причина

Під час подолання зниженої напруги відбувається одна з таких подій:

- Тривалість втрати живлення перевищує 1 с.
- Напруга постійного струму на конденсаторі нижча за 400 В.
- Швидкість двигуна нижча за 5 %.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте параметр «Ознака відмови подолання зниженої напруги».
- Змініть відповідні параметри відповідно до параметра «Ознака відмови подолання зниженої напруги».

10.3.34 Код збою 34: помилка зниження номінальних характеристик байпаса

Причина

Під час зниження номінальних характеристик байпаса відбувається обхід іншої силової комірки.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом

Вирішення проблеми

- Якщо кількість байпасованих силових комірок не перевищує граничне значення, виконайте скидання та запуск системи.
- Якщо кількість байпасованих силових комірок перевищує граничне значення:
 - Перевірте збій силової комірки.
 - Перевірте кількість байпасованих силових комірок.
 - Відремонтуйте або замініть несправну силову комірку.

10.3.35 Код збою 35: помилка вибірки вхідного струму

Причина

Вхідний струм виходить за межі діапазону вибірки струму.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте вхідний струм.

10.3.36 Код збою 36: помилка вибірки вихідного струму

Причина

Вихідний струм виходить за межі діапазону вибірки струму.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте вихідний струм.

10.3.37 Код збою 37: втрата внутрішнього живлення системи керування

Причина

Втрачено резервне живлення системи керування, що забезпечується допоміжною обмоткою фазозсувного трансформатора.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Перевірте проводку й напругу резервного живлення системи керування.
- Переконайтеся, що відповідні перемикачі замкнуті.
- Переконайтеся, що відповідні реле працюють нормально.

10.3.38 Код збою 38: втрата живлення системи керування від зовнішнього/клієнтського джерела

Причина

Зовнішнє живлення системи керування втрачено.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Перевірте проводку й напругу зовнішнього живлення системи керування.
- Переконайтеся, що відповідні перемикачі замкнуті.
- Переконайтеся, що відповідні реле працюють нормально.

10.3.39 Код збою 39: перевищення часу втрати живлення системи керування

Причина

Одночасно зникають зовнішнє живлення системи керування й резервне живлення від фазозсувного трансформатора на більш ніж 30 хвилин.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте проводку й напругу зовнішнього живлення системи керування.
- Перевірте проводку й напругу внутрішнього резервного живлення системи керування.
- Переконайтеся, що відповідні перемикачі замкнуті.
- Переконайтеся, що відповідні реле працюють нормально.

10.3.40 Код збою 40: недостатня напруга ДБЖ

Причина

Якщо напруга акумулятора низька, виводиться інформація про збій.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що напруга кожного акумулятора перевищує 12 В.
- Переконайтеся, що вихідна напруга модуля живлення режиму перемикачів становить 26 В.

10.3.41 Код збою 41: перевищення часу недостатньої напруги ДБЖ

Причина

Після втрати зовнішнього живлення системи керування й резервного живлення від фазозсувного трансформатора в ДБЖ спостерігається недостатня напруга понад 1 хвилину.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте проводку й напругу зовнішнього живлення системи керування.
- Перевірте проводку й напругу внутрішнього резервного живлення системи керування.
- Переконайтеся, що відповідні перемикачі замкнуті.
- Переконайтеся, що відповідні реле працюють нормально.
- Знайдіть причини відмови ДБЖ і відновіть подачу живлення якомога швидше.

10.3.42 Код збою 42: дверцята високовольтної шафи відкриті

Причина

Дверцята високовольтної шафи відчинені.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

- Якщо дверцята шафи привода відчинені до подачі високовольтного живлення, сигнал про дозвіл на замикання не може бути надісланий.
- Якщо дверцята шафи привода відчиняються під час роботи, система негайно зупиняється.

Вирішення проблеми

- Перевірте стан дверцят шафи привода.
- Перевірте положення перемикача дверцят шафи та її контактів.

10.3.43 Код збою 43: повітряний фільтр засмітився**Причина**

Порівняння із встановленим значенням тиску повітря всередині шафи: $P_{\text{under}} < P_{\text{set}} - 25$ па. Причиною може бути засмічення повітряного фільтра.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи не засмічений повітряний фільтр.
- Перевірте, чи нормально працює датчик тиску повітря.

10.3.44 Код збою 44: ненормальна робота вентилятора охолодження**Причина**

Перегрів обмотки двигуна вентилятора охолодження. Для індикації цього збою нормально замкнутий контакт розмикається.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи обертається вентилятор у зворотному напрямку.
- Переконайтеся, що вентилятор не заблокований.

10.3.45 Код збою 45: втрата живлення внутрішнього вентилятора**Причина**

У разі збою живлення охолоджувального вентилятора нормально замкнутий контакт вимикача вентилятора розмикається.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте вимикач вентилятора.
- Перевірте, чи справний ланцюг живлення.

10.3.46 Код збою 46: втрата зовнішнього живлення вентилятора**Причина**

Ця тривога активується в разі втрати фази або недостатньої напруги зовнішнього живлення вентилятора.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте проводку та напругу зовнішнього живлення вентилятора.

10.3.47 Код збою 47: несправність вентилятора охолодження**Причина**

Спрацював вимикач вентилятора або розімкнуто внутрішнє термореле вентилятора.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Перевірте вимикач вентилятора.
- Перевірте, чи не розімкнуто термореле.
- Переконайтеся, що вентилятор не заблокований.

10.3.48 Код збою 48: тривога через перегрів трансформатора**Причина**

Інформація про збій повідомляється, коли температура трансформатора перевищує 95 °C.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи не зависока температура навколишнього середовища.
- Переконайтеся, що вентилятори охолодження наверху трансформатора працюють нормально.
- Перевірте, чи не засмічений повітряний фільтр.
- Перевірте, чи не працює перетворювач частоти в режимі перевантаження протягом тривалого часу.
- Переконайтеся, що датчик температури справний.

10.3.49 Код збою 49: помилка перегріву трансформатора**Причина**

Інформація про збій повідомляється, коли температура трансформатора перевищує 110 °C.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи не зависока температура навколишнього середовища.
- Переконайтеся, що вентилятори охолодження наверху трансформатора працюють нормально.
- Перевірте, чи не засмічений повітряний фільтр.
- Перевірте, чи не працює перетворювач частоти в режимі перевантаження протягом тривалого часу.
- Переконайтеся, що датчик температури справний.

10.3.50 Код збою 50: втрата датчика температури трансформатора**Причина**

Три терморезистори PT100 в обмотках трансформатора A, B і C підключені до термометричного модуля РТ у ПЛК. Якщо з'єднання порушено або один із резисторів PT100 у трансформаторі пошкоджено, ПЛК виявляє несправність і повідомляє про збій.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що проводку надійно підключено.
- Перевірте, чи не пошкоджено один із резисторів PT100.

10.3.51 Код збою 51: аварійна зупинка**Причина**

Натиснута кнопка аварійної зупинки на дверцятах шафи керування.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Відпустіть кнопку аварійної зупинки на дверцятах шафи керування.

10.3.52 Код збою 52: дистанційна аварійна зупинка**Причина**

Видано зовнішню команду на аварійну зупинку.

Робота системи за замовчуванням: Не працює

Вирішення проблеми

- Відпустіть кнопку дистанційної аварійної зупинки.

10.3.53 Код збою 53: помилка зв'язку ПЛК-ЦСП**Причина**

ПЛК відключається від головної системи керування.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати. Система продовжує працювати зі встановленою перед відключенням опорною швидкістю.

Вирішення проблеми

- Перевірте ланцюг зв'язку.

10.3.54 Код збою 54: збій зв'язку ПЛК-ЛМІ**Причина**

ПЛК відключається від ЛМІ.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Перевірте ланцюг зв'язку.

10.3.55 Код збою 55: ненормально розімкнутий головний автоматичний вимикач у висхідному напрямку**Причина**

Під час роботи привод отримує сигнал розмикання високовольтного вимикача.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи є на вході висока напруга.
- Переконайтеся, що внутрішні кабелі надійно та правильно підключені.

10.3.56 Код збою 56: помилка розмикання головного автоматичного вимикача у висхідному напрямку**Причина**

Головний автоматичний вимикач у висхідному напрямку не розімкнувся протягом 3 секунд після отримання сигналу розмикання.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи є на вході висока напруга.
- Переконайтеся, що внутрішні кабелі надійно та правильно підключені.
- Перевірте, чи правильно надіслано команду на розмикання.

10.3.57 Код збою 57: ненормально розімкнутий перемикач пускової шафи**Причина**

Після ввімкнення високої напруги привода та замикання перемикача пускової шафи перемикач пускової шафи несподівано розмикається до розмикання головного автоматичного вимикача у висхідному напрямку.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що перемикач пускової шафи справний.
- Переконайтеся, що внутрішні кабелі надійно та правильно підключені.

10.3.58 Код збою 58: помилка розмикання перемикача пускової шафи**Причина**

Перемикач пускової шафи не розімкнувся протягом 3 секунд після отримання сигналу розмикання.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що перемикач пускової шафи справний.
- Переконайтеся, що внутрішні кабелі надійно та правильно підключені.

10.3.59 Код збою 59: помилка замикання перемикача пускової шафи**Причина**

Перемикач пускової шафи не замкнувся протягом 3 секунд після отримання сигналу замикання.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що перемикач пускової шафи справний.
- Переконайтеся, що внутрішні кабелі надійно та правильно підключені.

10.3.60 Код збою 60: помилка зв'язку ПЛК-ЦСП

Причина

Не вдається закрити пускову шафу. Після ввімкнення високої напруги привода та перед замиканням перемикача пускової шафи ПЛК відключається від головної системи керування.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте проводку ланцюга зв'язку.

10.3.61 Код збою 61: помилка автоматичного байпаса

Причина

Перемикачі шафи байпаса не працювали належним чином після отримання сигналу автоматичного байпаса.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що перемикач шафи байпаса справний.
- Переконайтеся, що внутрішні кабелі надійно та правильно підключені.

10.3.62 Код збою 62: умову автоматичного байпаса не виконано

Причина

Робочий стан привода не відповідає умові байпаса.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Немає.

10.3.63 Код збою 63: зовнішня неполадка

Причина

Для реалізації зовнішнього захисту двигуна можна підключити реле захисту двигуна до одного попередньо заданого входу захисту привода.

Робота системи за замовчуванням: Зупинка вибігом. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що на користувацькому терміналі є вихід сигналів про збої.
- Перевірте правильність проводки сигнального ланцюга.

10.3.64 Код збою 64: недостатня напруга ланки постійного струму силової комірки.

Причина

Напруга ланки постійного струму перевищує 300 В, але нижча за 580 В.

Робота системи за замовчуванням: Попередження

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи напруга на вході нижча за мінімально допустиме значення.
- Перевірте, чи не послаблений 3-фазний вхід силової комірки.
- Переконайтеся, що запобіжник справний.

10.3.65 Код збою 65: перегрів силової комірки.

Причина

Якщо температура радіатора охолодження поблизу IGBT вища за розраховане значення, нормально замкнутий контакт перемикача датчика температури роз'єднується.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи температура навколишнього середовища перевищує допустиме значення.
- Переконайтеся, що вентилятор охолодження наверху шафи працює нормально.
- Перевірте, чи не засмічений вхідний повітряний фільтр.
- Перевірте, чи не працює перетворювач частоти в режимі перевантаження протягом тривалого часу.
- Переконайтеся, що реле температури силової комірки працює нормально.

10.3.66 Код збою 66: помилка драйвера IGBT силової комірки.

Причина

У роботі IGBT стався збій.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що індикатор збоїв силової комірки працює нормально.

10.3.67 Код збою 67: втрата вхідної фази силової комірки

Причина

Одну з трьох вхідних фаз втрачено.

Робота системи за замовчуванням: Попередження. Роботу систему можна налаштовувати. Виявлено в PL. Не виявлено в PU.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи не послаблений 3-фазний вхід силової комірки.
- Переконайтеся, що запобіжник справний.
- Перевірте вхідну напругу.

10.3.68 Код збою 68: помилка оптоволоконного зв'язку в низхідному потоці

Причина

Силовa комірка не отримала сигнали від плати оптоволоконного зв'язку.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що оптичні волокна перебувають у нормальному стані.
- Переконайтеся, що з'єднання оптичних волокон не послаблені й не вивалюються.

10.3.69 Код збою 69: перенапруга ланки постійного струму силової комірки.

Причина

Напруга ланки постійного струму перевищує 1150 В.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи напруга на вході перевищує максимально допустиме значення.
- У разі перенапруги під час уповільнення збільште час уповільнення привода.

10.3.70 Код збою 70: надвисока перенапруга вставки постійного струму силового елемента

Причина

Напруга вставки постійного струму перевищує 1300 В.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка

Вирішення проблеми

- Перевірте, чи напруга на вході перевищує максимально допустиме значення.
- У разі перенапруги під час уповільнення збільште час уповільнення привода.

10.3.71 Код збою 71: збій живлення системи керування силовою коміркою

Причина

Допоміжне джерело електроживлення силової комірки несправне.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Знову ввімкніть. Якщо силовa комірка продовжує видавати цю помилку, замініть її.

10.3.72 Код збою 72: ненормальна напруга конденсатора силової комірки

Причина

Напруга середніх конденсаторів на 40 В вища або нижча за третину напруги у вставці постійного струму.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати. Виявлено в PL. Не виявлено в PU.

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що балансувальні резистори справні.
- Переконайтеся, що конденсатори ланки постійного струму справні.

10.3.73 Код збою 73: помилка оптоволоконного зв'язку у висхідному потоці

Причина

Плата оптоволоконного зв'язку не отримала сигнали від блоку силових комірок.

Робота системи за замовчуванням: Аварійна зупинка. Роботу систему можна налаштовувати.

Вирішення проблеми

- Переконайтеся, що оптичні волокна не пошкоджені.
- Переконайтеся, що з'єднання оптичних волокон не послаблені.

11 Специфікації

11.1 Технічні характеристики

Таблиця 14: Технічні характеристики VACON® 1000

Системна технологія	Тип топології	Багаторівнева топологія на основі IGBT (каскадна мостова схема керування)
	Технологія	Інвертор джерела напруги (VSI)
	Конфігурація інвертора	Силові модулі з широтно-імпульсною модуляцією (ШИМ)
Вхід	Діапазон напруги	-10...+10 % (нормальний режим роботи) -10...-30 % (безперервна робота зі зниженням номінальних характеристик)
	Вхідна частота	50/60 Гц (тимчасове відхилення ± 5 %)
	Допустиме відхилення вхідної напруги	± 10 % від номінального значення, асиметрія фаз до 3 % відповідно до IEC 610002-4
	Падіння вхідної напруги	-30 % від номінального значення без спрацювання, Безперервна робота зі зниженою потужністю, зниження номінальної потужності в діапазоні 70–90 %.
	Струм короткого замикання (SCCR)	31,5 кА, 100 мс
	Напруга в системі керування із захистом ланцюга	1 фаза, 230 В змін. струму, 50 Гц 1 фаза, 220 В змін. струму, 60 Гц
	Живлення системи керування	1-фазний змінний струм 120–240 В 3-фазний змінний струм 240–480 В Повна потужність 5 кВА (доступні інші напруги)
	Спотворення вхідного струму	Відповідає стандарту IEEE 519, без вхідного фільтра
	Вхідний струм THD	< 5 % (за номінального навантаження)
	Вхідна напруга THD	< 5 % (за номінального навантаження)
Вхідний трансформатор	Пристрій, що забезпечує вхідний імпеданс	Багатофазний ізолюючий трансформатор, вбудований у привод
	Тип конструкції трансформатора	Сухий, фазозсувний, Cu/Cu; примусове повітряне охолодження; Al/Cu або Al/Al доступні як спроектований варіант.
	Тип ізоляції трансформатора	Клас 180 (H)
	Обмеження пускового струму трансформатора	$I_n > 215$ А, обмежується за допомогою пускової шафи (додаткове обладнання, +PSTC)
	Трансформатор вторинний для допоміжних пристроїв	3-фазний, 460 В змін. струму з нейтраллю й відведенням 380 В змін. струму, 50/60 Гц
	Датчики температури в обмотках трансформатора	3 датчики PT100, по одному в кожній обмотці
Заземлення	Система заземлення	Відповідно до IEC61936-1

	Шина заземлення	Секція шини заземлення з олов'яним покриттям
Вихідна напруга	Діапазон вихідної напруги	2,4–11 кВ
	Коефіцієнт нелінійних спотворень (THDi) вихідного струму (1–49 гармоніки)	< 2 % за номінальної швидкості
	Значення dU/dt на виході	< 3000 В/мкс
	Діапазон вихідної частоти	0–75 Гц (більш високі частоти, наприклад 120 Гц, можуть бути розглянуті за домовленістю)
	Тип навантаження	Квадратичний крутильний момент Постійний крутильний момент Постійний крутильний момент і/або потужність
	Тип двигуна	Індукційний (асинхронний) двигун Синхронний двигун (з незалежним збудженням)
	Коефіцієнт потужності	> 0,96 (за номінального навантаження)
	ККД системи	> 98,5 % (за номінального навантаження, без трансформатора) > 96,5 % (за номінального навантаження, з трансформатором)
	Перевантажувальна здатність	110 % протягом 1 хв кожні 10 хв (застосування зі змінним крутильним моментом) 150 % протягом 1 хв кожні 10 хв (застосування з постійним крутильним моментом) Щодо інших вимог до перевантажувальної здатності зверніться до Danfoss.
	Крутильний момент запуску	> 120 % номінального крутильного моменту Якщо потрібен більший крутильний момент запуску, зверніться до Danfoss.
	Частотна роздільна здатність	0,01 Гц
	Діапазон регулювання швидкості	1–100 % (з векторним керуванням у замкнутому контурі) 5–100 % (з бездатчиковим векторним керуванням)
	Статистична точність регулювання швидкості (% від номінальної швидкості)	±0,01 % (з векторним керуванням у замкнутому контурі, залежно від точності датчика) ±0,5 % (з бездатчиковим векторним керуванням)
	Пропускна здатність відгуку швидкості	60 рад/с (з керуванням у замкнутому контурі) 20 рад/с (з бездатчиковим керуванням)
	Пропускна здатність відгуку струму	600 рад/с
	Розрахунковий час роботи	24 години на день
	Мінімальна операційна готовність упродовж 12 місяців	99,97 %
	Строк служби виробу	20 років

	Середній час напрацювання на відмову (MTBF)	До 200 000 годин безперервної роботи в залежності від класу напруги й номінального струму
Параметри керування	Спосіб керування двигуном	Керування U/F Векторне керування без датчиків Векторне керування зі зворотним зв'язком за швидкістю Керування швидкістю та крутильним моментом
	ПІД-функція	Вбудований ПІД-регулятор із налаштовуваними параметрами
	Метод модуляції	SPWM/SVPWM
	Час прискорення/уповільнення	0–3000 с (налаштовуваний)
	Захист	Вхідний надструм, втрата вхідної фази, втрата вхідної потужності, недостатня вхідна напруга, вхідна перенапруга, заземлення на вході, помилка вхідної послідовності, вихідний надструм, вихідне перевантаження, втрата вихідної фази, заземлення на виході, дисбаланс вихідної фази, недостатнє навантаження на виході, тепловий захист електродвигуна, зупинка двигуна, реверс двигуна, перевищення швидкості двигуна, недостатня швидкість двигуна, втрата аналогового сигналу налаштування швидкості, ненормальна робота енкодера, зовнішній збій, збій живлення датчика струму, помилка вибірки вхідного струму, помилка вибірки вихідного струму, перегрів обмотки двигуна, перегрів підшипника двигуна, повітряний фільтр засмітився, ненормально розімкнутий головний вимикач у висхідному напрямку, дверцята високовольтної шафи відкриті, втрата живлення системи керування, перегрів трансформатора, збій зв'язку ПЛК-ЦСП, нештатний вентилятор охолодження, недостатня напруга ДБЖ, втрата живлення вентилятора, втрата датчика температури трансформатора, низька напруга акумулятора ПЛК, збій зв'язку ПЛК-ЛМІ, помилка замикання/розмикання головного автоматичного вимикача у висхідному напрямку, ненормально розімкнутий перемикач пускової шафи, помилка замикання/розмикання перемикача пускової шафи, несправність вентилятора охолодження.
	Функції	Вибір швидкісних рамп, S-крива, пропуск частоти, багатоточковий воль-частотний режим, підвищення крутильного моменту, AVR, компенсація мертвої зони, поштовховий режим, запуск із ходу, гальмування постійним струмом, ослаблення поля, роботи в режимі енергозбереження, контроль статизму за частотою, попереджувальне регулювання швидкості, запобігання перенапруги під час уповільнення, симетричний байпас силових елементів, компенсація зворотної послідовності, зниження номінальних характеристик за недостатньої вхідної напруги, подолання зниженої напруги, автоматичний перезапуск, синхронна передача, зберігання параметрів кількох двигунів, автоматичний байпас системи.
	Аналоговий вхід	0–10 В/4–20 мА, 2 канали
	Аналоговий вихід	0–10 В/4–20 мА, 4 канали
	Цифровий вхід/вихід	Вхід на 7 комплектів (стандартний, розширюваний) Вхід на 10 комплектів (стандартний, розширюваний)
	Людино-машинний інтерфейс	Сенсорний екран 7" (стандартний)

		Сенсорний екран 10" доступний як опція
	Параметри дисплея	Задана швидкість Швидкість виводу Вхідний/вихідний струм Індикація робочого стану
	Комунікаційний інтерфейс	Стандартний: Modbus RTU Опції: PROFIBUS DP (DP-V0), DeviceNet [®] , Modbus TCP, PROFINET I/O, EtherNet/IP [®] , EtherCAT [®] , CANopen [®] , POWERLINK, ControlNet [®]
	Протокол зв'язку	MODBUS, PROFIBUS (опція)
Умови експлуатації	Температура навколишнього середовища (експлуатація)	0...+40 °C (нормальний режим роботи) +40...+50 °C (робота зі зниженням номінальних характеристик)
	Температура навколишнього середовища (зберігання/транспортування)	-40...+70 °C
	Відносна вологість (експлуатація)	5–95 %, без конденсації
	Відносна вологість (зберігання/транспортування)	10–95 %, без конденсації
	Висота над рівнем моря	< 1000 м (стандартні параметри) 1000–2000 м (зниження номінальних характеристик) > 2000 м (за запитом)
	Умови хімічного середовища	IEC 60721-3-3: клас 3C2
	Категорія антикорозійного захисту	Відповідно до ISO/EN 12944-2: C1 у стандартному виконанні; C4 у спеціальному виконанні
	Середовище електромагнітної сумісності	IEC 61000-2-5: промислове навколишнє середовище
	Сейсмічна зона/прискорення на ґрунті	Зона 2 (стандартне виконання) Зона 4 (спеціальне виконання, +SZ04)
	Випробування на примусову відмову системи на заводі перед постачанням	Мінімум 4 години, відповідно до IEEE 1566
	Ділянка з вибухонебезпечною атмосферою: вогненебезпечний продукт/зона	IEC 60079-10-1/2: спроектований варіант, сертифіковано згідно з EN 50495:2010
	Рівень шуму	≤ 85 дБ(А) на відстані 1 м від корпусу
Конструкція	Розміри й вага	Див. 11.2 Номінальні потужності й розміри .
	Товщина листового металу шафи	Двері й панелі: 1,5 мм Основа: 5 мм
	Кабельний вхід	Вхідні кабелі, кабелі двигуна й керування: Низ і верх

Система охолодження	Тип	Примусове повітряне охолодження, включно з моніторингом вентилятора. Резервування вентилятора доступно як опція, +QDFR.
	Зовнішня допоміжна напруга змінного струму для вентиляторів охолодження (спеціальне виконання, +QDEX)	380–460 В змін. струму, 50 Гц 380–460 В змін. струму, 60 Гц
Рівень захисту	IEC	IP31 (стандартне виконання) IP42 (спеціальне виконання, +IP42)
	UL	NEMA 1
Допоміжне приладдя	Освітлення шафи	У шафі керування
	Байпас силової комірки	Автоматичний через IGBT, час байпаса 1 мс (опція, +PPCB)
	ДБЖ для напруги керування (пост. струм)	Час роботи: 30 хвилин

11.2 Номінальні потужності й розміри

11.2.1 Розрахункові параметри за стандартом IEC

Таблиця 15: Номінальна напруга 3000 В (18-імпульсний, 3 силові елементи на фазу, 50 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-030+G2CE	36	180	26	130	1210	1250	2796	2000
VACON1000-ED-050-030+G2CE	50	250	36	180	1210	1250	2796	2050
VACON1000-ED-070-030+G2CE	70	360	51	260	1210	1250	2796	2100
VACON1000-ED-090-030+G2CE	90	460	66	340	1610	1250	2888	2850
VACON1000-ED-100-030+G2CE	100	510	73	370	1610	1250	2888	2900
VACON1000-ED-120-030+G2CE	120	620	88	450	1610	1250	2888	2950
VACON1000-ED-140-030+G2CE	140	720	102	530	1610	1250	2888	3000
VACON1000-ED-150-030+G2CE	150	770	110	570	1910	1250	2888	4350
VACON1000-ED-180-030+G2CE	180	930	132	680	1910	1250	2888	4400
VACON1000-ED-190-030+G2CE	190	980	139	720	1910	1250	2888	4450

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-215-030+G2CE	215	1110	157	810	1910	1250	2888	4500
VACON1000-ED-250-030+G2CE	250	1290	183	950	3810	1400	2796	5100
VACON1000-ED-305-030+G2CE	305	1580	223	1150	4110	1400	2796	5500
VACON1000-ED-350-030+G2CE	350	1810	256	1330	4110	1400	2796	5800
VACON1000-ED-438-030+G2CE	438	2270	321	1660	4710	1400	2796	6950
VACON1000-ED-560-030+G2CE	560	2900	410	2130	5010	1400	2796	8300
VACON1000-ED-680-030+G2CE	680	3530	498	2580	5010	1400	2796	9350

Таблиця 16: Номінальна напруга 3300 В (18-імпульсний, 3 силові елементи на фазу, 50 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-033+G2CE	36	200	26	140	1210	1250	2796	2200
VACON1000-ED-050-033+G2CE	50	280	36	200	1210	1250	2796	2250
VACON1000-ED-070-033+G2CE	70	400	51	290	1210	1250	2796	2300
VACON1000-ED-090-033+G2CE	90	510	66	370	1610	1250	2888	3050
VACON1000-ED-100-033+G2CE	100	570	73	410	1610	1250	2888	3100
VACON1000-ED-120-033+G2CE	120	680	88	500	1610	1250	2888	3150
VACON1000-ED-140-033+G2CE	140	800	102	580	1610	1250	2888	3200
VACON1000-ED-150-033+G2CE	150	850	110	620	1910	1250	2888	4550
VACON1000-ED-180-033+G2CE	180	1020	132	750	1910	1250	2888	4600
VACON1000-ED-190-033+G2CE	190	1080	139	790	1910	1250	2888	4650

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-215-033+G2CE	215	1220	157	890	1910	1250	2888	4700
VACON1000-ED-250-033+G2CE	250	1420	183	1040	4110	1400	2796	5300
VACON1000-ED-305-033+G2CE	305	1740	223	1270	4110	1400	2796	5800
VACON1000-ED-350-033+G2CE	350	2000	256	1460	4110	1400	2796	6100
VACON1000-ED-438-033+G2CE	438	2500	321	1830	4710	1400	2796	7450
VACON1000-ED-560-033+G2CE	560	3200	410	2340	5010	1400	2796	8700
VACON1000-ED-680-033+G2CE	680	3880	498	2840	5010	1400	2796	9950

Таблиця 17: Номінальна напруга 4160 В (24-імпульсний, 4 силові елементи на фазу, 50 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-041+G2CE	36	250	26	180	1210	1250	2796	2400
VACON1000-ED-050-041+G2CE	50	360	36	250	1210	1250	2796	2450
VACON1000-ED-070-041+G2CE	70	500	51	360	1210	1250	2796	2500
VACON1000-ED-090-041+G2CE	90	640	66	470	1610	1250	2888	3250
VACON1000-ED-100-041+G2CE	100	720	73	520	1610	1250	2888	3300
VACON1000-ED-120-041+G2CE	120	860	88	630	1610	1250	2888	3350
VACON1000-ED-140-041+G2CE	140	1000	102	730	1610	1250	2888	3400
VACON1000-ED-150-041+G2CE	150	1080	110	790	1910	1250	2888	4750
VACON1000-ED-180-041+G2CE	180	1290	132	950	1910	1250	2888	4800
VACON1000-ED-190-041+G2CE	190	1360	139	1000	1910	1250	2888	4850

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-215-041+G2CE	215	1540	157	1130	1910	1250	2888	4900
VACON1000-ED-250-041+G2CE	250	1800	183	1310	4610	1400	2796	6150
VACON1000-ED-305-041+G2CE	305	2190	223	1600	4610	1400	2796	6850
VACON1000-ED-350-041+G2CE	350	2520	256	1840	4610	1400	2796	7450
VACON1000-ED-438-041+G2CE	438	3150	321	2310	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-560-041+G2CE	560	4030	410	2950	5410	1400	2796	10700
VACON1000-ED-680-041+G2CE	680	4890	498	3580	5810	1400	2796	11950

Таблиця 18: Номінальна напруга 6000 В (30-імпульсний, 5 силових елементів на фазу, 50 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-060+G2CE	36	370	26	270	2310	1250	2796	3500
VACON1000-ED-050-060+G2CE	50	510	36	370	2310	1250	2796	3550
VACON1000-ED-070-060+G2CE	70	720	51	530	2310	1250	2796	3600
VACON1000-ED-090-060+G2CE	90	930	66	680	2710	1250	2888	4850
VACON1000-ED-100-060+G2CE	100	1030	73	750	2710	1250	2888	4900
VACON1000-ED-120-060+G2CE	120	1240	88	910	2710	1250	2888	4950
VACON1000-ED-140-060+G2CE	140	1450	102	1060	2710	1250	2888	5000
VACON1000-ED-150-060+G2CE	150	1550	110	1140	3010	1250	2888	5850
VACON1000-ED-180-060+G2CE	180	1870	132	1370	3010	1250	2888	5900
VACON1000-ED-190-060+G2CE	190	1970	139	1440	3010	1250	2888	5950

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-215-060+G2CE	215	2230	157	1630	3010	1250	2888	6000
VACON1000-ED-250-060+G2CE	250	2590	183	1900	5160	1400	2796	7700
VACON1000-ED-305-060+G2CE	305	3160	223	2310	5160	1400	2796	8600
VACON1000-ED-350-060+G2CE	350	3630	256	2660	5160	1400	2796	9200
VACON1000-ED-438-060+G2CE	438	4550	321	3330	6410	1400	2796	11500
VACON1000-ED-560-060+G2CE	560	5810	410	4260	6610	1400	2796	13750
VACON1000-ED-680-060+G2CE	680	7060	498	5170	7210	1600	2796	15500

Таблиця 19: Номінальна напруга 6600 В (36-імпульсний, 6 силових елементів на фазу, 50 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-066+G2CE	36	410	26	290	2310	1250	2796	3700
VACON1000-ED-050-066+G2CE	50	570	36	410	2310	1250	2796	3750
VACON1000-ED-070-066+G2CE	70	800	51	580	2310	1250	2796	3800
VACON1000-ED-090-066+G2CE	90	1020	66	750	2710	1250	2888	5050
VACON1000-ED-100-066+G2CE	100	1140	73	830	2710	1250	2888	5100
VACON1000-ED-120-066+G2CE	120	1370	88	1000	2710	1250	2888	5150
VACON1000-ED-140-066+G2CE	140	1600	102	1160	2710	1250	2888	5200
VACON1000-ED-150-066+G2CE	150	1710	110	1250	3010	1250	2888	6050
VACON1000-ED-180-066+G2CE	180	2050	132	1500	3010	1250	2888	6100
VACON1000-ED-190-066+G2CE	190	2170	139	1580	3010	1250	2888	6150

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-215-066+G2CE	215	2450	157	1790	3010	1250	2888	6200
VACON1000-ED-250-066+G2CE	250	2850	183	2090	5410	1400	2796	8800
VACON1000-ED-305-066+G2CE	305	3480	223	2540	5410	1400	2796	9800
VACON1000-ED-350-066+G2CE	350	4000	256	2920	5410	1400	2796	10700
VACON1000-ED-438-066+G2CE	438	5000	321	3660	6810	1400	2796	13050
VACON1000-ED-560-066+G2CE	560	6400	410	4680	7010	1400	2796	15050
VACON1000-ED-680-066+G2CE	680	7770	498	5690	7610	1600	2796	18550

Таблиця 20: Номінальна напруга 10 000 В (48-імпульсний, 8 силових елементів на фазу, 50 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-100+G2CE	36	620	26	450	3410	1250	2796	4100
VACON1000-ED-050-100+G2CE	50	860	36	620	3410	1250	2796	4400
VACON1000-ED-070-100+G2CE	70	1210	51	880	3410	1250	2796	4700
VACON1000-ED-090-100+G2CE	90	1550	66	1140	3910	1250	2888	6250
VACON1000-ED-100-100+G2CE	100	1730	73	1260	3910	1250	2888	6550
VACON1000-ED-120-100+G2CE	120	2070	88	1520	3910	1250	2888	6850
VACON1000-ED-140-100+G2CE	140	2420	102	1760	3910	1250	2888	7250
VACON1000-ED-150-100+G2CE	150	2590	110	1900	4660	1250	2888	10100
VACON1000-ED-180-100+G2CE	180	3110	132	2280	4660	1250	2888	10400
VACON1000-ED-190-100+G2CE	190	3290	139	2400	4660	1250	2888	10700

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-215-100+G2CE	215	3720	157	2710	4660	1250	2888	11100
VACON1000-ED-250-100+G2CE	250	4330	183	3160	6560	1400	2796	11600
VACON1000-ED-305-100+G2CE	305	5280	223	3860	6560	1400	2796	13100
VACON1000-ED-350-100+G2CE	350	6060	256	4430	6760	1400	2796	14400
VACON1000-ED-438-100+G2CE	438	7580	321	5550	9810	1400	2796	18200
VACON1000-ED-560-100+G2CE	560	9690	410	7100	10610	1400	2796	21900
VACON1000-ED-680-100+G2CE	680	11770	498	8620	11010	1400	2796	25350

Таблиця 21: Номінальна напруга 11 000 В (54-імпульсний, 9 силових елементів на фазу, 50 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-110+G2CE	36	680	26	490	3410	1250	2796	4400
VACON1000-ED-050-110+G2CE	50	950	36	680	3410	1250	2796	4800
VACON1000-ED-070-110+G2CE	70	1330	51	970	3410	1250	2796	5200
VACON1000-ED-090-110+G2CE	90	1710	66	1250	3910	1250	2888	6550
VACON1000-ED-100-110+G2CE	100	1900	73	1390	3910	1250	2888	6850
VACON1000-ED-120-110+G2CE	120	2280	88	1670	3910	1250	2888	7150
VACON1000-ED-140-110+G2CE	140	2660	102	1940	3910	1250	2888	7550
VACON1000-ED-150-110+G2CE	150	2850	110	2090	4660	1250	2888	10600
VACON1000-ED-180-110+G2CE	180	3420	132	2510	4660	1250	2888	10900
VACON1000-ED-190-110+G2CE	190	3610	139	2640	4660	1250	2888	11200

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-215-110+G2CE	215	4090	157	2990	4660	1250	2888	11500
VACON1000-ED-250-110+G2CE	250	4760	183	3480	6810	1400	2796	12950
VACON1000-ED-305-110+G2CE	305	5810	223	4240	7010	1400	2796	14750
VACON1000-ED-350-110+G2CE	350	6660	256	4870	7010	1400	2796	16750
VACON1000-ED-438-110+G2CE	438	8340	321	6110	10810	1400	2796	20550
VACON1000-ED-560-110+G2CE	560	10660	410	7810	11410	1400	2796	24550
VACON1000-ED-680-110+G2CE	680	12950	498	9480	12210	1600	2796	28600

11.2.2 Розрахункові параметри за стандартом UL

Таблиця 22: Номінальна напруга 2400 В (18-імпульсний, 3 силові елементи на фазу, 60 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-024+GAUL	36	180	26	130	1210	1250	2796	2000
VACON1000-ED-050-024+GAUL	50	250	36	180	1210	1250	2796	2050
VACON1000-ED-070-024+GAUL	70	360	51	260	1210	1250	2796	2100
VACON1000-ED-090-024+GAUL	90	460	66	340	1610	1250	2888	2850
VACON1000-ED-100-024+GAUL	100	510	73	370	1610	1250	2888	2900
VACON1000-ED-116-024+GAUL	116	600	85	440	1610	1250	2888	2925
VACON1000-ED-120-024+GAUL	120	620	88	450	1610	1250	2888	2950
VACON1000-ED-140-024+GAUL	140	720	102	530	1610	1250	2888	3000
VACON1000-ED-160-024+GAUL	160	830	117	600	1910	1250	2888	4350

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-180-024+GAUL	180	930	132	680	1910	1250	2888	4400
VACON1000-ED-215-024+GAUL	215	1110	157	810	1910	1250	2888	4500
VACON1000-ED-230-024+GAUL	230	1190	168	870	3810	1400	2796	4600
VACON1000-ED-250-024+GAUL	250	1290	183	950	3810	1400	2796	4700
VACON1000-ED-265-024+GAUL	265	1370	194	1000	3810	1400	2796	4800
VACON1000-ED-285-024+GAUL	285	1480	209	1080	3810	1400	2796	4900
VACON1000-ED-305-024+GAUL	305	1580	223	1150	3810	1400	2796	5000
VACON1000-ED-325-024+GAUL	325	1680	238	1230	4110	1400	2796	5100
VACON1000-ED-350-024+GAUL	350	1810	256	1330	4110	1400	2796	5300
VACON1000-ED-378-024+GAUL	378	1960	277	1430	4710	1400	2796	5850
VACON1000-ED-408-024+GAUL	408	2120	299	1550	4710	1400	2796	6050
VACON1000-ED-438-024+GAUL	438	2270	321	1660	4710	1400	2796	6250
VACON1000-ED-475-024+GAUL	475	2460	348	1800	4710	1400	2796	6600
VACON1000-ED-515-024+GAUL	515	2670	377	1950	4710	1400	2796	6900
VACON1000-ED-560-024+GAUL	560	2900	410	2130	5010	1400	2796	7400
VACON1000-ED-600-024+GAUL	600	3110	440	2280	5010	1400	2796	7550
VACON1000-ED-640-024+GAUL	640	3320	469	2430	5010	1400	2796	7850
VACON1000-ED-680-024+GAUL	680	3530	498	2580	5010	1400	2796	8250

Таблиця 23: Номінальна напруга 3000 В (18-імпульсний, 3 силові елементи на фазу, 60 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-030+GAUL	36	180	26	130	1210	1250	2796	2100
VACON1000-ED-040-030+GAUL	40	200	29	150	1210	1250	2796	2125
VACON1000-ED-050-030+GAUL	50	250	36	180	1210	1250	2796	2150
VACON1000-ED-061-030+GAUL	61	310	44	220	1210	1250	2796	2175
VACON1000-ED-070-030+GAUL	70	360	51	260	1210	1250	2796	2200
VACON1000-ED-077-030+GAUL	77	400	56	290	1610	1250	2888	2900
VACON1000-ED-090-030+GAUL	90	460	66	340	1610	1250	2888	2950
VACON1000-ED-095-030+GAUL	95	490	69	350	1610	1250	2888	2975
VACON1000-ED-100-030+GAUL	100	510	73	370	1610	1250	2888	3000
VACON1000-ED-118-030+GAUL	118	610	86	440	1610	1250	2888	3025
VACON1000-ED-120-030+GAUL	120	620	88	450	1610	1250	2888	3050
VACON1000-ED-140-030+GAUL	140	720	102	530	1610	1250	2888	3100
VACON1000-ED-180-030+GAUL	180	930	132	680	1910	1250	2888	4500
VACON1000-ED-186-030+GAUL	186	960	136	700	1910	1250	2888	4525
VACON1000-ED-215-030+GAUL	215	1110	157	810	1910	1250	2888	4600
VACON1000-ED-230-030+GAUL	230	1190	168	870	3810	1400	2796	5000
VACON1000-ED-250-030+GAUL	250	1290	183	950	4110	1400	2796	5100
VACON1000-ED-265-030+GAUL	265	1370	194	1000	4110	1400	2796	5200
VACON1000-ED-285-030+GAUL	285	1480	209	1080	4110	1400	2796	5300

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-305-030+GAUL	305	1580	223	1150	4110	1400	2796	5500
VACON1000-ED-325-030+GAUL	325	1680	238	1230	4110	1400	2796	5600
VACON1000-ED-350-030+GAUL	350	1810	256	1330	4110	1400	2796	5800
VACON1000-ED-378-030+GAUL	378	1960	277	1430	4710	1400	2796	6450
VACON1000-ED-408-030+GAUL	408	2120	299	1550	4710	1400	2796	6750
VACON1000-ED-438-030+GAUL	438	2270	321	1660	4710	1400	2796	6950
VACON1000-ED-475-030+GAUL	475	2460	348	1800	5010	1400	2796	7500
VACON1000-ED-515-030+GAUL	515	2670	377	1950	5010	1400	2796	7800
VACON1000-ED-560-030+GAUL	560	2900	410	2130	5010	1400	2796	8300
VACON1000-ED-600-030+GAUL	600	3110	440	2280	5010	1400	2796	8550
VACON1000-ED-640-030+GAUL	640	3320	469	2430	5010	1400	2796	8850
VACON1000-ED-680-033+GAUL	680	3530	498	2580	5010	1400	2796	9350

Таблиця 24: Номінальна напруга 3300 В (18-імпульсний, 3 силові елементи на фазу, 60 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-033+GAUL	36	200	26	140	1210	1250	2796	2200
VACON1000-ED-040-033+GAUL	70	400	51	290	1210	1250	2796	2225
VACON1000-ED-050-033+GAUL	50	280	36	200	1210	1250	2796	2250
VACON1000-ED-061-033+GAUL	61	340	44	250	1210	1250	2796	2275
VACON1000-ED-070-033+GAUL	70	400	51	290	1210	1250	2796	2300

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-077-033+GAUL	77	440	56	320	1610	1250	2888	3000
VACON1000-ED-090-033+GAUL	90	510	66	370	1610	1250	2888	3050
VACON1000-ED-095-033+GAUL	95	540	69	390	1610	1250	2888	3075
VACON1000-ED-100-033+GAUL	100	570	73	410	1610	1250	2888	3100
VACON1000-ED-118-033+GAUL	118	670	86	490	1610	1250	2888	3125
VACON1000-ED-120-033+GAUL	120	680	88	500	1610	1250	2888	3150
VACON1000-ED-140-033+GAUL	140	800	102	580	1610	1250	2888	3200
VACON1000-ED-180-033+GAUL	180	1020	132	750	1910	1250	2888	4600
VACON1000-ED-186-033+GAUL	186	1060	136	770	1910	1250	2888	4625
VACON1000-ED-215-033+GAUL	215	1220	157	890	1910	1250	2888	4700
VACON1000-ED-230-033+GAUL	230	1310	168	960	4110	1400	2796	5100
VACON1000-ED-250-033+GAUL	250	1420	183	1040	4110	1400	2796	5300
VACON1000-ED-265-033+GAUL	265	1510	194	1100	4110	1400	2796	5400
VACON1000-ED-285-033+GAUL	285	1620	209	1190	4110	1400	2796	5500
VACON1000-ED-305-033+GAUL	305	1740	223	1270	4110	1400	2796	5800
VACON1000-ED-325-033+GAUL	325	1850	238	1360	4110	1400	2796	5900
VACON1000-ED-350-033+GAUL	350	2000	256	1460	4110	1400	2796	6100
VACON1000-ED-378-033+GAUL	378	2160	277	1580	4710	1400	2796	6750
VACON1000-ED-408-033+GAUL	408	2330	299	1700	4710	1400	2796	7150
VACON1000-ED-438-033+GAUL	438	2500	321	1830	5010	1400	2796	7450

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-475-033+GAUL	475	2710	348	1980	5010	1400	2796	7900
VACON1000-ED-515-033+GAUL	515	2940	377	2150	5010	1400	2796	8200
VACON1000-ED-560-033+GAUL	560	3200	410	2340	5010	1400	2796	8700
VACON1000-ED-600-033+GAUL	600	3420	440	2510	5010	1400	2796	9050
VACON1000-ED-640-033+GAUL	640	3650	469	2680	5010	1400	2796	9450
VACON1000-ED-680-033+GAUL	680	3880	498	2840	5410	1400	2796	9950

Таблиця 25: Номінальна напруга 4160 В (24-імпульсний, 4 силові елементи на фазу, 60 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-041+GAUL	36	250	26	180	1210	1250	2796	2400
VACON1000-ED-040-041+GAUL	40	280	29	200	1210	1250	2796	2425
VACON1000-ED-050-041+GAUL	50	360	36	250	1210	1250	2796	2450
VACON1000-ED-053-041+GAUL	53	380	38	270	1210	1250	2796	2475
VACON1000-ED-059-041+GAUL	59	420	43	300	1210	1250	2796	2500
VACON1000-ED-070-041+GAUL	70	500	51	360	1210	1250	2796	2600
VACON1000-ED-078-041+GAUL	78	560	57	410	1610	1250	2888	3200
VACON1000-ED-090-041+GAUL	90	640	66	470	1610	1250	2888	3250
VACON1000-ED-100-041+GAUL	100	720	73	520	1610	1250	2888	3300
VACON1000-ED-105-041+GAUL	105	750	77	550	1610	1250	2888	3320
VACON1000-ED-116-041+GAUL	116	830	85	610	1610	1250	2888	3325

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-120-041+GAUL	120	860	88	630	1610	1250	2888	3350
VACON1000-ED-128-041+GAUL	128	920	93	670	1610	1250	2888	3375
VACON1000-ED-140-041+GAUL	140	1000	102	730	1610	1250	2888	3400
VACON1000-ED-160-041+GAUL	160	1150	117	840	1910	1250	2888	4750
VACON1000-ED-180-041+GAUL	180	1290	132	950	1910	1250	2888	4800
VACON1000-ED-193-041+GAUL	193	1390	141	1010	1910	1250	2888	4850
VACON1000-ED-215-041+GAUL	215	1540	157	1130	1910	1250	2888	4900
VACON1000-ED-230-041+GAUL	230	1650	168	1210	4610	1400	2796	5850
VACON1000-ED-250-041+GAUL	250	1800	183	1310	4610	1400	2796	6150
VACON1000-ED-265-041+GAUL	265	1900	194	1390	4610	1400	2796	6350
VACON1000-ED-285-041+GAUL	285	2050	209	1500	4610	1400	2796	6550
VACON1000-ED-305-041+GAUL	305	2190	223	1600	4610	1400	2796	6850
VACON1000-ED-325-041+GAUL	325	2340	238	1710	4610	1400	2796	7050
VACON1000-ED-350-041+GAUL	350	2520	256	1840	4910	1400	2796	7450
VACON1000-ED-378-041+GAUL	378	2720	277	1990	5410	1400	2796	8200
VACON1000-ED-408-041+GAUL	408	2930	299	2150	5410	1400	2796	8500
VACON1000-ED-438-041+GAUL	438	3150	321	2310	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-475-041+GAUL	475	3420	348	2500	5410	1400	2796	9400
VACON1000-ED-515-041+GAUL	515	3710	377	2710	5810	1400	2796	9900
VACON1000-ED-560-041+GAUL	560	4030	410	2950	5810	1400	2796	10700

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-600-041+GAUL	600	4320	440	3170	5810	1400	2796	10950
VACON1000-ED-640-041+GAUL	640	4610	469	3370	5810	1400	2796	11450
VACON1000-ED-680-041+GAUL	680	4890	498	3580	5810	1400	2796	11950

Таблиця 26: Номінальна напруга 6000 В (30-імпульсний, 5 силових елементів на фазу, 60 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-025-060+GAUL	25	250	18	180	2310	1250	2796	3450
VACON1000-ED-036-060+GAUL	36	370	26	270	2310	1250	2796	3500
VACON1000-ED-040-060+GAUL	40	410	29	300	2310	1250	2796	3525
VACON1000-ED-050-060+GAUL	50	510	36	370	2310	1250	2796	3550
VACON1000-ED-060-060+GAUL	60	620	44	450	2310	1250	2796	3575
VACON1000-ED-070-060+GAUL	70	720	51	530	2310	1250	2796	3600
VACON1000-ED-080-060+GAUL	80	830	58	600	2710	1250	2888	4800
VACON1000-ED-090-060+GAUL	90	930	66	680	2710	1250	2888	4850
VACON1000-ED-100-060+GAUL	100	1030	73	750	2710	1250	2888	4900
VACON1000-ED-110-060+GAUL	110	1140	80	830	2710	1250	2888	4925
VACON1000-ED-120-060+GAUL	120	1240	88	910	2710	1250	2888	4950
VACON1000-ED-140-060+GAUL	140	1450	102	1060	2710	1250	2888	5000
VACON1000-ED-150-060+GAUL	150	1550	110	1140	3010	1250	2888	5850
VACON1000-ED-170-060+GAUL	170	1760	124	1280	3010	1250	2888	5875

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-180-060+GAUL	180	1870	132	1370	3010	1250	2888	5900
VACON1000-ED-190-060+GAUL	190	1970	139	1440	3010	1250	2888	5950
VACON1000-ED-200-060+GAUL	200	2070	146	1510	3010	1250	2888	5970
VACON1000-ED-210-060+GAUL	210	2180	154	1600	3010	1250	2888	5975
VACON1000-ED-215-060+GAUL	215	2230	157	1630	3010	1250	2888	6000
VACON1000-ED-223-060+GAUL	223	2310	163	1690	4860	1400	2796	7100
VACON1000-ED-236-060+GAUL	236	2450	173	1790	4860	1400	2796	7400
VACON1000-ED-250-060+GAUL	250	2590	183	1900	5160	1400	2796	7700
VACON1000-ED-263-060+GAUL	263	2730	192	1990	5160	1400	2796	7800
VACON1000-ED-276-060+GAUL	276	2860	202	2090	5160	1400	2796	8000
VACON1000-ED-290-060+GAUL	290	3010	212	2200	5160	1400	2796	8300
VACON1000-ED-305-060+GAUL	305	3160	223	2310	5160	1400	2796	8600
VACON1000-ED-325-060+GAUL	325	3370	238	2470	5160	1400	2796	8800
VACON1000-ED-350-060+GAUL	350	3630	256	2660	5160	1400	2796	9200
VACON1000-ED-370-060+GAUL	370	3840	271	2810	6010	1400	2796	10200
VACON1000-ED-390-060+GAUL	390	4050	286	2970	6410	1400	2796	10500
VACON1000-ED-415-060+GAUL	415	4310	304	3150	6410	1400	2796	11000
VACON1000-ED-438-060+GAUL	438	4550	321	3330	6410	1400	2796	11500
VACON1000-ED-460-060+GAUL	460	4780	337	3500	6410	1400	2796	11950
VACON1000-ED-483-060+GAUL	483	5010	354	3670	6410	1400	2796	12250

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-507-060+GAUL	507	5260	371	3850	6410	1400	2796	12650
VACON1000-ED-532-060+GAUL	532	5520	390	4050	6610	1400	2796	13150
VACON1000-ED-560-060+GAUL	560	5810	410	4260	6610	1400	2796	13750
VACON1000-ED-588-060+GAUL	588	6110	431	4470	6610	1400	2796	14100
VACON1000-ED-617-060+GAUL	617	6410	452	4690	6610	1400	2796	14500
VACON1000-ED-648-060+GAUL	648	6730	475	4930	7210	1600	2796	15100
VACON1000-ED-680-060+GAUL	680	7060	498	5170	7210	1600	2796	15500

Таблиця 27: Номінальна напруга 6300 В (36-імпульсний, 6 силових елементів на фазу, 60 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-025-063+GAUL	25	270	18	190	2310	1250	2796	3600
VACON1000-ED-030-063+GAUL	30	310	22	220	2310	1250	2796	3620
VACON1000-ED-036-063+GAUL	36	370	26	270	2310	1250	2796	3625
VACON1000-ED-045-063+GAUL	45	460	33	340	2310	1250	2796	3640
VACON1000-ED-050-063+GAUL	50	510	36	370	2310	1250	2796	3650
VACON1000-ED-065-063+GAUL	65	670	47	480	2310	1250	2796	3675
VACON1000-ED-070-063+GAUL	70	720	51	530	2310	1250	2796	3700
VACON1000-ED-085-063+GAUL	85	880	62	640	2710	1250	2888	4950
VACON1000-ED-100-063+GAUL	100	1030	73	750	2710	1250	2888	5000
VACON1000-ED-115-063+GAUL	115	1190	84	870	2710	1250	2888	5050

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-125-063+GAUL	125	1290	91	940	2710	1250	2888	5075
VACON1000-ED-140-063+GAUL	140	1450	102	1060	2710	1250	2888	5100
VACON1000-ED-160-063+GAUL	160	1660	117	1210	3010	1250	2888	5950
VACON1000-ED-170-063+GAUL	170	1760	124	1280	3010	1250	2888	5975
VACON1000-ED-180-063+GAUL	180	1870	132	1370	3010	1250	2888	6000
VACON1000-ED-190-063+GAUL	190	1970	139	1440	3010	1250	2888	6050
VACON1000-ED-205-063+GAUL	205	2130	150	1550	3010	1250	2888	6070
VACON1000-ED-210-063+GAUL	210	2180	154	1600	3010	1250	2888	6075
VACON1000-ED-215-063+GAUL	215	2230	157	1630	3010	1250	2888	6100
VACON1000-ED-230-063+GAUL	230	2390	168	1740	5410	1400	2796	8300
VACON1000-ED-250-063+GAUL	250	2590	183	1900	5410	1400	2796	8800
VACON1000-ED-265-063+GAUL	265	2750	194	2010	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-285-063+GAUL	285	2960	209	2170	5410	1400	2796	9300
VACON1000-ED-305-063+GAUL	305	3160	223	2310	5410	1400	2796	9800
VACON1000-ED-325-063+GAUL	325	3370	238	2470	5410	1400	2796	10000
VACON1000-ED-350-063+GAUL	350	3630	256	2660	5810	1400	2796	10700
VACON1000-ED-378-063+GAUL	378	3920	277	2870	6810	1400	2796	11650
VACON1000-ED-408-063+GAUL	408	4240	299	3100	6810	1400	2796	12250
VACON1000-ED-438-063+GAUL	438	4550	321	3330	6810	1400	2796	13050
VACON1000-ED-475-063+GAUL	475	4930	348	3610	7010	1400	2796	13750

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-515-063+GAUL	515	5350	377	3910	7010	1400	2796	14550
VACON1000-ED-560-063+GAUL	560	5810	410	4260	7610	1600	2796	15050
VACON1000-ED-600-063+GAUL	600	6230	440	4570	7610	1600	2796	16250
VACON1000-ED-640-063+GAUL	640	6650	469	4870	7610	1600	2796	16950
VACON1000-ED-680-063+GAUL	680	7060	498	5170	9610	1400	2796	18550

Таблиця 28: Номінальна напруга 6600 В (36-імпульсний, 6 силових елементів на фазу, 60 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-025-066+GAUL	25	280	18	200	2310	1250	2796	3650
VACON1000-ED-032-066+GAUL	32	360	23	260	2310	1250	2796	3675
VACON1000-ED-036-066+GAUL	36	410	26	290	2310	1250	2796	3700
VACON1000-ED-040-066+GAUL	40	450	29	330	2310	1250	2796	3725
VACON1000-ED-050-066+GAUL	50	570	36	410	2310	1250	2796	3750
VACON1000-ED-055-066+GAUL	55	620	40	450	2310	1250	2796	3770
VACON1000-ED-065-066+GAUL	65	740	47	530	2310	1250	2796	3775
VACON1000-ED-070-066+GAUL	70	800	51	580	2310	1250	2796	3800
VACON1000-ED-080-066+GAUL	80	910	58	660	2710	1250	2888	5050
VACON1000-ED-100-066+GAUL	100	1140	73	830	2710	1250	2888	5100
VACON1000-ED-120-066+GAUL	120	1370	88	1000	2710	1250	2888	5150
VACON1000-ED-140-066+GAUL	140	1600	102	1160	2710	1250	2888	5200

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-155-066+GAUL	155	1770	113	1290	3010	1250	2888	6050
VACON1000-ED-160-066+GAUL	160	1820	117	1330	3010	1250	2888	6075
VACON1000-ED-180-066+GAUL	180	2050	132	1500	3010	1250	2888	6100
VACON1000-ED-200-066+GAUL	200	2280	146	1660	3010	1250	2888	6150
VACON1000-ED-210-066+GAUL	210	2400	154	1760	3010	1250	2888	6175
VACON1000-ED-215-066+GAUL	215	2450	157	1790	3010	1250	2888	6200
VACON1000-ED-230-066+GAUL	230	2620	168	1920	5410	1400	2796	8300
VACON1000-ED-250-066+GAUL	250	2850	183	2090	5410	1400	2796	8800
VACON1000-ED-265-066+GAUL	265	3020	194	2210	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-285-066+GAUL	285	3250	209	2380	5410	1400	2796	9300
VACON1000-ED-305-066+GAUL	305	3480	223	2540	5410	1400	2796	9800
VACON1000-ED-325-066+GAUL	325	3710	238	2720	5410	1400	2796	10000
VACON1000-ED-350-066+GAUL	350	4000	256	2920	5810	1400	2796	10700
VACON1000-ED-378-066+GAUL	378	4320	277	3160	6810	1400	2796	11650
VACON1000-ED-408-066+GAUL	408	4660	299	3410	6810	1400	2796	12250
VACON1000-ED-438-066+GAUL	438	5000	321	3660	6810	1400	2796	13050
VACON1000-ED-475-066+GAUL	475	5420	348	3970	7010	1400	2796	13750
VACON1000-ED-515-066+GAUL	515	5880	377	4300	7010	1400	2796	14550
VACON1000-ED-560-066+GAUL	560	6400	410	4680	7610	1600	2796	15050

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-600-066+GAUL	600	6850	440	5020	7610	1600	2796	16250
VACON1000-ED-640-066+GAUL	640	7310	469	5360	7610	1600	2796	16950
VACON1000-ED-680-066+GAUL	680	7770	498	5690	9610	1400	2796	18550

Таблиця 29: Номінальна напруга 6900 В (36-імпульсний, 6 силових елементів на фазу, 60 Гц)

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-025-069+GAUL	25	290	18	210	2310	1250	2796	3750
VACON1000-ED-032-069+GAUL	32	380	23	270	2310	1250	2796	3800
VACON1000-ED-036-069+GAUL	36	430	26	310	2310	1250	2796	3825
VACON1000-ED-040-069+GAUL	40	470	29	340	2310	1250	2796	3850
VACON1000-ED-050-069+GAUL	050	590	36	430	2310	1250	2796	3875
VACON1000-ED-060-069+GAUL	060	710	44	520	2310	1250	2796	3900
VACON1000-ED-065-069+GAUL	065	770	47	560	2310	1250	2796	3925
VACON1000-ED-070-069+GAUL	070	830	51	600	2310	1250	2796	3950
VACON1000-ED-080-069+GAUL	080	950	58	690	2710	1250	2888	5300
VACON1000-ED-100-069+GAUL	100	1190	73	870	2710	1250	2888	5350
VACON1000-ED-120-069+GAUL	120	1430	88	1050	2710	1250	2888	5400
VACON1000-ED-140-069+GAUL	140	1670	102	1210	2710	1250	2888	5450
VACON1000-ED-150-069+GAUL	150	1790	110	1310	3010	1250	2888	6100
VACON1000-ED-160-069+GAUL	160	1910	117	1390	3010	1250	2888	6150

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-180-069+GAUL	180	2150	132	1570	3010	1250	2888	6200
VACON1000-ED-190-069+GAUL	190	2270	139	1660	3010	1250	2888	6250
VACON1000-ED-200-069+GAUL	200	2390	146	1740	3010	1250	2888	6275
VACON1000-ED-210-069+GAUL	210	2500	154	1840	3010	1250	2888	6300
VACON1000-ED-215-069+GAUL	215	2560	157	1870	3010	1250	2888	6350
VACON1000-ED-230-069+GAUL	230	2740	168	2000	5410	1400	2796	8500
VACON1000-ED-250-069+GAUL	250	2980	183	2180	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-265-069+GAUL	265	3160	194	2310	5410	1400	2796	9200
VACON1000-ED-285-069+GAUL	285	3400	209	2490	5410	1400	2796	9500
VACON1000-ED-305-069+GAUL	305	3640	223	2660	5410	1400	2796	10000
VACON1000-ED-325-069+GAUL	325	3880	238	2840	5810	1400	2796	10300
VACON1000-ED-350-069+GAUL	350	4180	256	3050	5810	1400	2796	11000
VACON1000-ED-378-069+GAUL	378	4510	277	3310	6810	1400	2796	11950
VACON1000-ED-408-069+GAUL	408	4870	299	3570	7010	1400	2796	12550
VACON1000-ED-438-069+GAUL	438	5230	321	3830	7010	1400	2796	13350
VACON1000-ED-475-069+GAUL	475	5670	348	4150	7010	1400	2796	14250
VACON1000-ED-515-069+GAUL	515	6150	377	4500	7010	1400	2796	15050
VACON1000-ED-560-069+GAUL	560	6690	410	4890	7610	1600	2796	16050

Тип привода змінного струму	Низьке перевантаження 110 % (змінний момент)		Високе перевантаження 150 % (постійний момент)		Габарити шафи			Вага [кг]
	I _L [A]	P [кВА]	I _{HD} [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-600-069+GAUL	600	7170	440	5250	7610	1600	2796	16650
VACON1000-ED-640-069+GAUL	640	7640	469	5600	9610	1400	2796	18050
VACON1000-ED-680-069+GAUL	680	8120	498	5950	9610	1400	2796	19050

11.3 Внутрішні кабелі та клеми

Таблиця 30: Специфікації для внутрішніх силових кабелів і клем

Кабель/шина	Розмір кабелю/шини	Тип клеми	Тип гвинтів	Момент затягування (Нм)
Шина для підключення силових елементів послідовно	30 мм ²	Н/Д	M6×16	5,0–10,0
	40 мм ²	Н/Д	M6×16	5,0–10,0
	90 мм ²	Н/Д	M6×16	5,0–10,0
	160 мм ²	Н/Д	M8×25	12,0–15,0
Кабель вихідної нейтральної точки	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 kcmil	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 kcmil	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 kcmil	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Вихідний силовий кабель	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 kcmil	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0

Кабель/шина	Розмір кабелю/ шини	Тип клеми	Тип гвинтів	Момент затягування (Нм)
	300 kcmil	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 kcmil	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Вхідний кабель трансформатора	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 kcmil	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 kcmil	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 kcmil	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Вихідний кабель трансформатора	9 AWG	TLK10-8	Гайка M8	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	Гайка M8	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	Гайка M8	12,0–15,0
	1/0 AWG	TLK50-10	Гайка M10	30,0–50,0
	2/0 AWG	TLK70-10	Гайка M10	30,0–50,0
	3/0 AWG	TLK95-10	Гайка M10	30,0–50,0
	250 kcmil	TLK150-10	Гайка M10	30,0–50,0
	300 kcmil	TLK185-10	Гайка M10	30,0–50,0
Кабель підключення живлення	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 kcmil	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 kcmil	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 kcmil	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0

Кабель/шина	Розмір кабелю/шини	Тип клеми	Тип гвинтів	Момент затягування (Нм)
Кабель підключення двигуна	600 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 kcmil	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 kcmil	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 kcmil	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 kcmil	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Підключення заземлення між шафами	75 мм ²	Н/Д	M8×25	12,0–15,0
	120 мм ²	Н/Д	M8×25	12,0–15,0
	200 мм ²	Н/Д	M8×25	12,0–15,0
	300 мм ²	Н/Д	M8×25	12,0–15,0
Кабель заземлення системи	100 мм ²	TLK120-8	M8×20	12,0–15,0

11.4 Замінні запобіжники

Таблиця 31: Запобіжники в шафі силових комірок для систем автономного типу (струм силової комірки ≤ 215 A)

Номинальний струм силової комірки	Модель запобіжника	Номинал запобіжника
36 A	170M1367	700 В змін. струму, 100 A
	170M2614	700 В змін. струму, 100 A
	170M4810	1000 В змін. струму, 100 A
50 A	170M1368	700 В змін. струму, 125 A
	170M2615	700 В змін. струму, 125 A
	170M4811	1000 В змін. струму, 125 A
70 A	170M1369	700 В змін. струму, 160 A
	170M2616	700 В змін. струму, 160 A
	170M4812	1000 В змін. струму, 160 A
100 A	170M1371	700 В змін. струму, 250 A
	170M2618	700 В змін. струму, 250 A

Номінальний струм силової комірки	Модель запобіжника	Номінал запобіжника
	170M4813	1000 В змін. струму, 200 А
140 А	170M1372	700 В змін. струму, 315 А
	170M2619	700 В змін. струму, 315 А
	170M4814	1000 В змін. струму, 250 А
180 А	170M2620	700 В змін. струму, 350 А
215 А	170M2621	700 В змін. струму, 400 А

Таблиця 32: Запобіжник у шафі силових комірок для систем лінійного типу (струм силової комірки > 215 А)

Номінальний струм силової комірки	Категорія запобіжника	Номінал запобіжника
350 А	500FMM або WHFMM	500 А
680 А	700FMM або WHFMM	700 А

Таблиця 33: Запобіжники в пусковій шафі

Вхідна напруга	Номінальний вихідний струм	Тип запобіжника
2,4 кВ; 3 кВ; 3,3 кВ, 4,16 кВ,	210–250 А	A051B2DARO-18R
	263–350 А	A051B2DARO-24R
	370–438 А	A051B2DARO-32R
	460–560 А	A072B3DBRO-48X
	588–680 А	A072B3DBRO-57X
6 кВ; 6,6 кВ; 7,2 кВ	210–250 А	A072B2DARO-18R
	263–350 А	A072B2DARO-24R
	370–438 А	A072B2DARO-32R
	460–560 А	A072B3DBRO-48X
	588–680 А	A072B3DBRO-57X

Таблиця 34: Запобіжники в шафі керування

Код компонента	Тип	Номінал
FU11, FU13	Додатковий запобіжник	600 В змін. струму/10 А
FU12	Додатковий запобіжник	600 В змін. струму/15 А
FU14	Додатковий запобіжник	600 В змін. струму/2 А
FU15	Клас CC або еквівалентний	600 В змін. струму/1 А
FU16, FU17	Клас CC або еквівалентний	600 В змін. струму/20 А

11.5 Стандарти

Таблиця 35: Стандарти

Номер стандарту	Назва стандарту
GB/T 156-2007	Стандартні напруги
GB/T 1980-2005	Стандартні частоти
GB/T 2423.10-2008	Екологічні випробування електричних і електронних виробів. Частина 2: методи випробувань. Випробування Fc: вібрація (синусоїдальна)
GB 2681-81	Кольори ізолюваних проводів, що використовуються в електромонтажних пристроях
GB 2682-1981	Кольори світлових індикаторів і кнопок електромонтажних пристроїв
GB/T 3797-2005	Електричні вузли керування
GB/T 3859.1-93	Напівпровідникові перетворювачі. Специфікація основних вимог
GB/T 3859.2-93	Напівпровідникові перетворювачі. Посібник із застосування
GB/T 3859.3-93	Напівпровідникові перетворювачі. Трансформатори та реактори
GB 4208-2008	Ступені захисту, що забезпечуються корпусами (код IP)
GB/T 4588.1-1996	Секційна специфікація: Односторонні та двосторонні друковані плати без плоских отворів
GB/T 4588.2-1996	Секційна специфікація: Односторонні та двосторонні друковані плати з наскрізними металізованими отворами
GB 7678-87	Напівпровідникові самокомутовані перетворювачі
GB/T 10233-2005	Основний метод випробувань низьковольтних розподільних пристроїв і апаратури керування
GB 12668-90	Загальна специфікація для блока керування швидкістю з напівпровідниковою регульованою частотою для двигуна змінного струму
GB/T 15139-94	Загальний технічний стандарт для конструкції електрообладнання
GB/T 13422-92	Силові напівпровідникові перетворювачі. Методи електричних випробувань
GB/T 14549-93	Вплив гармонік на якість електропостачання в мережі загального користування
GB/T 12668.3-2003	Системи силового електроприводу з регульованою швидкістю. Частина 3: стандарт продукції ЕМС, включно зі спеціальними методами випробувань
GB/T 12668.4-2006	Системи силового електроприводу з регульованою швидкістю. Частина 4: загальні вимоги. Номінальні характеристики для систем силових приводів змінного струму напругою понад 1000 В змін. струму, що не перевищує 35 кВ.
IEEE 519-1992	Рекомендовані методи й вимоги IEEE для контролю гармонік в електричних системах
IEC 60038	Стандартні напруги IEC
IEC 60050-551:1998	Міжнародний електротехнічний словник. Частина 551: силова електроніка
IEC 60071-1:2006	Координація ізоляції. Частина 1: визначення, принципи та правила
IEC 60071-2:1996	Координація ізоляції. Частина 2: посібник із застосування
IEC 60068-2-11	Основні процедури екологічних випробувань. Частина 2-11: випробування. Випробування Ка: соляний туман
IEC 60146-1-1:2009	Напівпровідникові перетворювачі. Загальні вимоги та перетворювачі з лінійною комутацією. Частина 1-1: специфікація основних вимог

Номер стандарту	Назва стандарту
IEC 60146-1-2:2011	Напівпровідникові перетворювачі. Загальні вимоги та перетворювачі з лінійною комутацією. Частина 1-2: посібник із застосування
IEC 60146-1-3:1991	Напівпровідникові перетворювачі. Загальні вимоги та перетворювачі з лінійною комутацією. Частина 1-3: трансформатори та реактори
IEC 60146-2:1999	Напівпровідникові перетворювачі. Частина 2: напівпровідникові самокомутовані перетворювачі, включно з прямими перетворювачами постійного струму
IEC 60204-11:2000	Безпека машин. Електроустаткування машин. Частина 11: вимоги до високовольтного обладнання для напруги понад 1000 В змін. струму або 1500 В пост. струму та не більше ніж 36 кВ
IEC 60529:1989 +AMD1:1999 +AMD2:2013 CSV	Ступені захисту, що забезпечуються корпусами (код IP)
IEC 60721-3-1:1997	Класифікація умов навколишнього середовища. Частина 3: класифікація груп екологічних параметрів та їх критичність. Розділ 1: Зберігання
IEC 60721-3-2:1997	Класифікація умов навколишнього середовища. Частина 3: класифікація груп екологічних параметрів та їх критичність. Розділ 2: транспортна вібрація випадкова, вільне падіння й ударостійка упаковка
IEC 60721-3-3:1994 +AMD1:1995 +AMD2:1996 CSV	Класифікація умов навколишнього середовища. Частина 3-3: класифікація груп екологічних параметрів та їх критичність. Стаціонарне використання у захищених від негоди місцях
IEC 60757:1983	Код для позначення кольорів
IEC 60947-5-5:1997 +AMD1:2005 +AMD2:2016 CSV	Низьковольтні розподільні пристрої та апаратура керування. Частина 5-5: Пристрої ланцюгів керування та перемикаючі елементи. Електричний пристрій аварійної зупинки з функцією механічної фіксації
IEC 60076-1	Силові трансформатори. Частина 1: загальні
IEC 60076-11	Силові трансформатори. Частина 11: трансформатори сухого типу
IEC 60076-12	Силові трансформатори. Частина 12: посібник із навантаження силових трансформаторів сухого типу
IEC 60076-2	Силові трансформатори. Частина 2: підвищення температури
IEC 60076-3	Силові трансформатори. Частина 3: рівні ізоляції, діелектричні випробування й зовнішні повітряні зазори
IEC 61378-1:2011	Трансформатори перетворювачів. Частина 1: трансформатори для промислового застосування
IEC 61378-3:2015	Трансформатори перетворювачів. Частина 3: посібник із застосування
UL 1562	Розподільні трансформатори сухого типу, напруга понад 600 вольт
C57.12.01-2015	Загальні вимоги до розподільних і силових трансформаторів сухого типу
C57.12.60-2009	Процедура випробувань для теплової оцінки ізоляційних систем для силових і розподільних трансформаторів сухого типу, зокрема трансформаторів із відкритою обмоткою, трансформаторів із цільнолитотою конструкцією та герметичних трансформаторів з ізоляцією зі смоли.
C57.12.91-2011	Стандартний код випробувань IEEE для розподільних і силових трансформаторів сухого типу

Номер стандарту	Назва стандарту
C57.12.58-2017	Проект посібника з проведення аналізу перехідної напруги котушки трансформатора сухого типу
C57.124-1991	Виявлення часткового розряду й вимірювання уявного заряду в трансформаторах сухого типу.
IEC 60721-3-1	Класифікація умов навколишнього середовища. Частина 3: класифікація груп екологічних параметрів та їх критичність. Розділ 1: Зберігання
IEC 60721-3-2	Класифікація умов навколишнього середовища. Частина 3: класифікація груп екологічних параметрів та їх критичність. Розділ 2: транспортування
IEC 60721-3-3	Класифікація умов навколишнього середовища. Частина 3-3: класифікація груп екологічних параметрів та їх критичність. Стаціонарне використання у захищених від негоди місцях
IEC 61000-2-1:1990	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Частина 2: навколишнє середовище. Розділ 1: опис навколишнього середовища. Електромагнітне середовище для низькочастотних кондуктивних перешкод і сигналізації в системах електропостачання загального користування (тільки стійкість)
IEC 61000-2-4	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Частина 2-4: навколишнє середовище. Рівні сумісності на промислових підприємствах для низькочастотних кондуктивних перешкод
EN 61000-4-2:2009	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Методи випробувань і вимірювань. Випробування на стійкість до електростатичного розряду (тільки стійкість)
EN 61000-4-4:2004 +A1:2010	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Методи випробувань і вимірювань. Випробування на стійкість до електричних швидких перехідних процесів/сплесків (тільки стійкість)
EN 61000-4-5:2006	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Методи випробувань і вимірювань. Випробування на стійкість до перенапруги (тільки стійкість)
EN 61000-4-6:2009	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Методи випробувань і вимірювань. Стійкість до кондуктивних перешкод, викликаних радіочастотними полями (тільки стійкість)
IEC 61000-4-7:2002 +AMD1:2008 CSV	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Частина 4-7: методи випробувань і вимірювань. Загальний посібник із вимірювань гармонік та інтергармонік, а також із контрольно-вимірювальних приладів для систем електропостачання й підключеного до них обладнання.
EN 61000-4-8:2010	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Методи випробувань і вимірювань. Випробування на стійкість до магнітного поля промислової частоти (тільки стійкість)
EN 61000-4-11:2004	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Методи випробувань і вимірювань. Випробування на стійкість до провалів напруги, короткочасних переривань і коливань напруги (тільки стійкість)
IEC 61000-2-5:2017 RLV	Електромагнітна сумісність (ЕМС). Частина 2-5: середовище. Опис і класифікація електромагнітних середовищ.
IEC 61800-3	Системи електропривода з регульованою швидкістю. Частина 3: Вимоги щодо ЕМС і спеціальні методи випробувань
IEC 61800-4	Системи електропривода з регульованою швидкістю. Частина 4: загальні вимоги. Номінальні характеристики для систем силових приводів змінного струму напругою понад 1000 В змін. струму, що не перевищує 35 кВ.
IEC 61800-5-1	Системи електропривода з регульованою швидкістю. Частина 5-1: вимоги до безпеки. Електричні, теплові й енергетичні
IEC 61800-9-2	Системи електропривода з регульованою швидкістю. Частина 9-2: екологізація систем силових приводів, пускачів двигунів, силової електроніки та їх приводних застосувань. Показники енергоефективності для систем силових приводів і пускачів двигунів
ISO/EN 12944-2	Лакофарбові матеріали: захист металоконструкцій від корозії системою захисного фарбування. Частина 2: Класифікація середовищ

Номер стандарту	Назва стандарту
GR-63, випуск 4:2012	Вимоги NEBS: фізичний захист
NR-10	Безпека в електроустановках і послугах
NEMA MG 1-2016	Двигуни й генератори. Частина 30: рекомендації щодо застосування двигунів із постійною швидкістю, що використовуються на синусоїдальній шині з гармоніками, і двигунів загального призначення, що використовуються з регуляторами з регульованою напругою або з регульованою частотою, або з обома
ASCE/SEI 7-10	Мінімальні розрахункові навантаження для будівель та інших конструкцій
UL 61800-5-1	Стандарт для систем електроприводу з регульованою швидкістю. Частина 5-1: вимоги до безпеки. Електричні, теплові й енергетичні
UL347A	Стандарт безпеки. Обладнання для перетворення енергії середньої напруги
C22.2 №. 274-17	Стандарт для приводів із регульованою швидкістю

11.6 Скорочення

Термін	Визначення
AFE	Активний фільтр
AI	Аналоговий вхід
AO	Аналоговий вихід
ЦП	Центральний процесор
DCS	Дискретний сигнал керування
DI	Дискретний вхід
DO	Дискретний вихід
ЦСП	Цифровий сигнальний процесор
EMC	Електромагнітна сумісність
EMF	Електрорушійна сила
ESD	Електростатичний розряд
GND	Земля
LMI	Людино-машинний інтерфейс
HV	Висока напруга
IGBT	Біполярний транзистор з ізолюваним затвором
IP	Клас захисту корпусу, наприклад IP00, IP21 або IP54
Світлодіод	Світловипромінюючий діод
LV	Низька напруга
MCB	Мережевий вимикач
MV	Середня напруга
ДП	Друкована плата

Термін	Визначення
РЕ	Захисне заземлення
ПІД	Пропорційно-інтегрально-диференціальний
ПЛК	Програмований логічний контролер
ЗІЗ	Засоби індивідуального захисту
ПВХ	Полівінілхлорид
ШИМ	Широтно-імпульсна модуляція
SLVC	Векторне керування без датчиків
SVC	Просторове векторне керування
THD	Загальне гармонічне спотворення
ДБЖ	Джерело безперебійного живлення
USB	Універсальна послідовна шина
VCI	Летючий інгібітор корозії
XLPE	Зшитий поліетилен

Індекс

С

Cooling fan (Вентилятор охолодження).....66

D

Dashboard (Панель інструментів).....65

E

Event log (Журнал подій).....71

Events (Події).....70

F

Functions (Функції).....69

G

Graphs & reports (Графіки й звіти).....66

H

HMI set (Налаштування ЛМІ).....73

L

Language (Мова).....73

P

PID setup (Налаштування ПІД-регулятора).....69

Power cell (Силовa комірka).....66

Protections (Захист).....69

S

Setup & service (Налаштування й обслуговування).....67

Software version (Версія ПЗ).....73

Status (Стан).....66

System configuration (Конфігурація системи).....70

System status (Стан системи).....64

T

Tool settings (Інструменти налаштувань).....73

U

USB-накопичувач.....71

W

Warning & fault (Попередження й збої).....70

A

Аварійна зупинка.....18

Акумулятор ДБЖ

Заміна.....88

Технічне обслуговування.....89

Апаратне забезпечення системи.....15

Б

Безпека.....9, 11, 81

B

Вага.....114, 121

Введення в експлуатацію

Безпека.....75

Вимоги до персоналу.....75

та відповідний звіт.....77

Вентилятори охолодження.....87

Версія посібника.....8

Вибір кабелю.....54, 55

Вимкнення живлення привода.....78

Випробування на витримування діелектриком.....94

Вихідні пристрої.....38

Виявлення збоїв.....96

Вхідні пристрої.....37

Г

Головна сторінка.....64

Головний вимикач.....48

Головний ланцюг.....48

Д

Додаткові ресурси.....8

Ж

Живлення системи керування.....55

З

Заземлення.....54

Запобіжники.....138

Запуск привода.....77

Застосування.....14

Захист паролем.....72

Зберігання.....39

Зупинка привода.....78

К

Кабелі.....136

Кабелі керування.....55

Кваліфікований персонал.....8, 9

Клеми.....136

Код типу.....34

Конденсатори.....92

Л

Ланцюг керування.....56

ЛМІ

Головна сторінка.....64

System status (Стан системи).....64

Dashboard (Панель інструментів).....65

Однолінійна схема.....65

Панель керування.....65

Status (Стан).....66

Power cell (Силовa комірka).....66

Cooling fan (Вентилятор охолодження).....66

Graphs & reports (Графіки й звіти).....66

Setup & service (Налаштування й обслуговування).....67

Робочий режим.....68

Параметри двигуна.....68

Functions (Функції).....	69	Пускова шафа.....	22
Protections (Захист).....	69	Р	
PID setup (Налаштування ПІД-регулятора).....	69	Робочий режим.....	68
System configuration (Конфігурація системи).....	70	Розміри.....	46, 114, 121
Events (Події).....	70	Розподільча шафа.....	22
Warning & fault (Попередження й збої).....	70	С	
Event log (Журнал подій).....	71	Секція низької напруги.....	48
Administration (Адміністрування).....	72,72	Секція середньої напруги.....	48
Tool settings (Інструменти налаштувань).....	73	Силові комірки.....	31, 89, 91
Language (Мова).....	73	Символи.....	9
Software version (Версія ПЗ).....	73	Система електромагнітного блокування.....	79
HMI set (Налаштування ЛМІ).....	73	Система керування.....	32
Акумулятор.....	87	Система механічного блокування.....	38, 79
Людино-машинний інтерфейс.....	18, 64	Скорочення.....	143
М		Стандарти.....	139
Механічні опції.....	38	Струм витоку.....	11
Моменти затягування.....	136	Т	
Н		Технічні характеристики.....	110
Навколишнє середовище.....	43	Технічне обслуговування.....	82
Налаштування відповіді на збій.....	96	У	
Номинальні потужності		Увімкнення живлення привода.....	77
IEC.....	114	Умови навколишнього середовища.....	43
UL.....	121	Установлення.....	43
О		Утилізація.....	8
Однолінійна схема.....	65	Х	
Опорний набір.....	68	Характеристики.....	14
Опції.....	35	Ш	
Основний ланцюг.....	30	Шафа автоматичного байпаса.....	26
Охолодження.....	46	Шафа байпаса.....	25, 37
П		Шафа вихідного фільтра.....	24
Панель керування.....	65	Шафа керування.....	16
Параметри двигуна.....	68	Шафа ручного байпаса.....	25
Переформування конденсаторів.....	92	Шафа силових комірок.....	19
ПЛК.....	61	Шафа синхронної передачі.....	29
Повітропровід.....	47	Шафа трансформатора.....	21
Повітряні фільтри.....	86	І	
Програма PC Tool.....	38	Індикатори.....	18
Прокладання кабелів		Інструкції з підйому.....	39
Автономна шафа з клемами.....	48	Інструкції з переміщення.....	39
Лінійна шафа з клемами.....	49		
Введення до автономної шафи.....	50		
Введення до лінійної шафи.....	51		
Кінцеве закладення.....	52		
Введення кабелю керування.....	52		
Прокладання проводів.....	60		

ENGINEERING
TOMORROW



Danfoss A/S
Nordborgvej 81
DK-6430 Nordborg
www.danfoss.com

Danfoss can accept no responsibility for possible errors in catalogues, brochures and other printed material. Danfoss reserves the right to alter its products without notice. This also applies to products already on order provided that such alterations can be made without subsequential changes being necessary in specifications already agreed. All trademarks in this material are property of the respective companies. Danfoss and the Danfoss logotype are trademarks of Danfoss A/S. All rights reserved.

