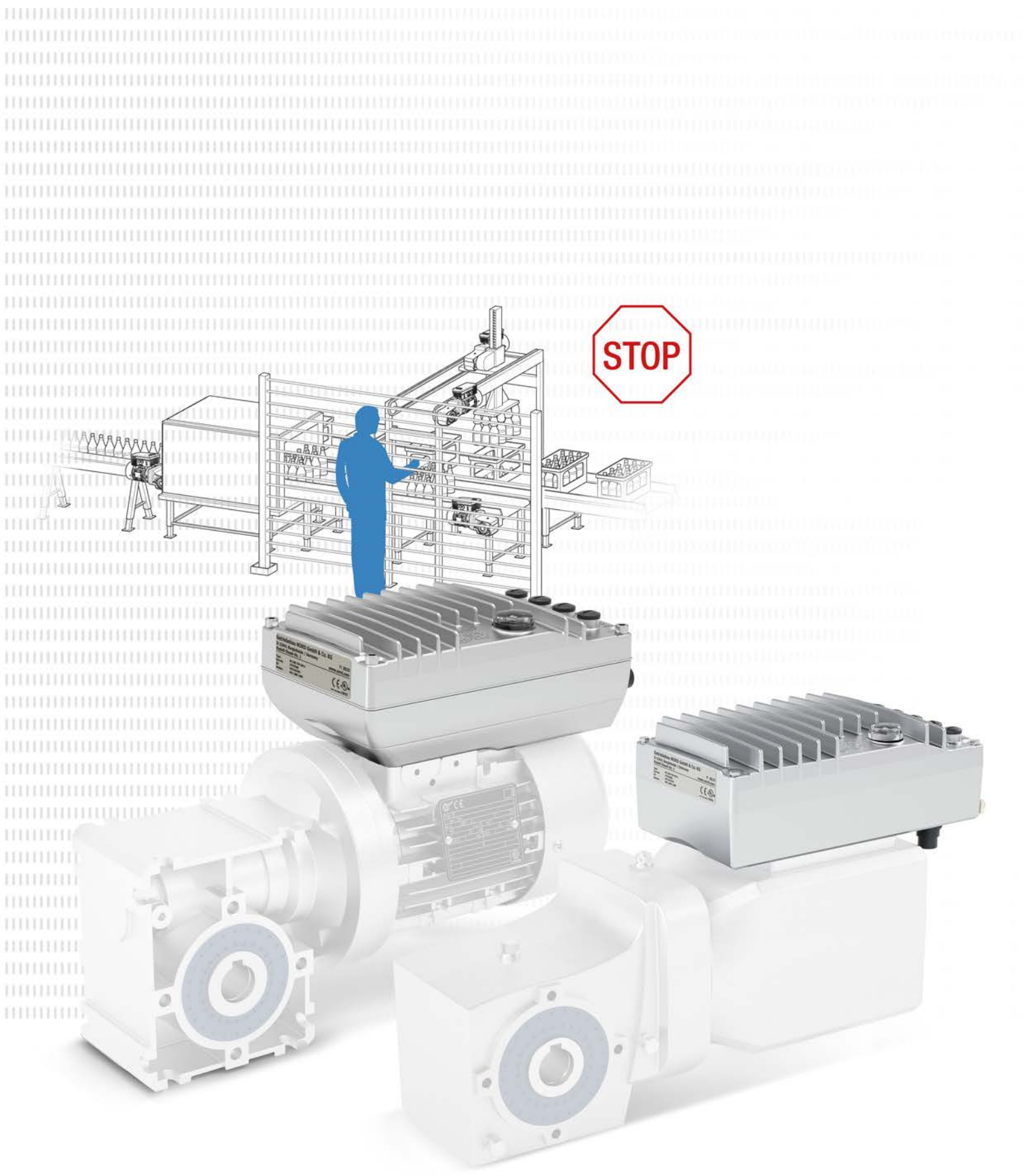


BU 0830 – uk

Функціональна безпека

Додаткові інструкції для серії SK 300P

NORD DRIVESYSTEMS

Прочитайте документ і збережіть його для використання в майбутньому

Уважно прочитайте цей документ, перш ніж працювати з пристроєм та вводити його в експлуатацію. Обов'язково дотримуйтесь інструкцій у цьому документі. Це є передумовою для безперебійної та безпечної роботи та виконання будь-яких гарантійних вимог.

Зв'яжіться з Getriebebau NORD GmbH & Co. KG, якщо в цьому документі немає відповіді на ваші запитання щодо використання пристрою або вам потрібна додаткова інформація.

Німецька версія цього документа є оригіналом. Німецькомовний документ завжди є основним. Якщо цей документ доступний іншими мовами, то це переклад оригінального документа.

Зберігайте цей документ біля пристрою, щоб він був доступним у разі потреби.

Для монтажу завжди використовуйте актуальну версію документа. Актуальну версію документа можна знайти тут www.nord.com.

Також зверніть увагу на наступні документи:

- Документація по перетворювачах частоти
- Документація по додатковим аксесуарам,
- Документація по вмонтованих та наданих компонентах

Якщо вам потрібна додаткова інформація, будь ласка, зв'яжіться з Getriebebau NORD GmbH & Co. KG.

Зміст

1 Вступ 6
1.1 Загальні положення 6
1.1.1 Документація 6
1.1.2 Історія документа 6
1.1.3 Про цей посібник 7
1.2 Застосовні документи 7
1.3 Принцип викладу 7
1.3.1 Попередження 7
1.3.2 Інші примітки 7
1.3.3 Текстові розмітки 8
1.4 Інструкції з безпеки, встановлення та застосування 8

2 Опис функціонування 12
2.1 Безпечні методи вимкнення 12
2.1.1 Безпечне блокування імпульсу 13
2.1.2 Цифровий вхід Safety 13
2.2 Захисні функції 14
2.2.1 Безпечне відключення крутного моменту, STO 14
2.2.2 Безпечна зупинка 1, SS1-t 14
2.2.3 Пріоритети та реакція на помилки 15
2.3 Приклади реалізації 16
2.3.1 Функція STO 16
2.3.2 Функція SS1-t 18
2.3.3 Просте блокування запуску 19
2.3.4 Приклад без надійного методу вимкнення 20
2.3.5 Виключення відмови в електропроводці 21

3 Збірка та установка 22
3.1 Монтаж та налаштування 22
3.2 Електричні з'єднання 22
3.2.1 Підключення до електромережі 22
3.2.2 Підключення ліній керування 23
3.2.3 Опис клем ланцюга управління 23
3.3 Опис безпечних методів вимкнення 24
3.3.1 Кабелі та екранування 24
3.3.2 Експлуатація з OSSD 24
3.3.2.1 Індивідуальний режим роботи 24
3.3.2.2 Експлуатація з кількома пристроями 26
3.3.3 EMC 27

4 Введення в експлуатацію 28
4.1 Етапи введення в експлуатацію STO 28
4.2 Етапи введення в експлуатацію SS1-t 28
4.3 Перевірка 31

5 Параметр 32
5.1 Параметризація 32
5.2 Опис параметрів 33
5.2.1 Пояснення опису параметрів 33
5.2.2 Клеми ланцюга управління 34
5.2.3 Додаткові параметри 38

6 Повідомлення про робочий стан 39

7 Подальша інформація 42
7.1 Реле захисного відключення 42
7.1.1 Вихідна напруга захисних комутаційних пристроїв 42
7.1.2 Комутаційна здатність і струмове навантаження 42
7.1.3 Виходи OSSD, тестові імпульси 44
7.2 Клас безпеки 45
7.2.1 IEC 60204-1:2016 45
7.2.2 IEC 61800-5-2:2016 45
7.2.3 IEC 61508:2010 45

7.2.4 ISO 13849-1:2015 46
8 Технічні характеристики 47
8.1 Безпечне блокування імпульсу і цифровий вхід Safety 47
9 Примітки 49
9.1 Інструкції з обслуговування 49
9.2 Інструкції з ремонту 49
9.3 Інструкції з обслуговування та введення в експлуатацію 50
9.4 Документи та програмне забезпечення 50
9.5 Скорочення 51

1 Вступ

1.1 Загальні положення

1.1.1 Документація

Позначення: **BU 0830**

Номер матеріалу: **6078334**

Серія: **Функціональна безпека для перетворювачів частоти серії**

NORDAC *ON* SK 301P

NORDAC *ON+* SK 311P

Сфера застосування:
- Пристрої з вбудованими входами сигналів безпеки: SK 301P, SK 311P
- З версії програмного забезпечення NORDAC *ON* V1.2R5

1.1.2 Історія документа

Видання **Номер замовлення**	**Серія**	**Версія програмного забезпечення**	**Примітки**
BU 0830, жовтень 2021 **6078334**/ 4121	SK 300P	V1.2R5	• Перше видання
BU 0830, травень 2023 **6078334**/ 1923	SK 300P	V1.2R10	• Доповнення через розширення асортименту серії приладів

1.1.3 Про цей посібник

Цей посібник призначений для того, щоб допомогти вам під час введення в експлуатацію однієї з функцій «безпечної зупинки» (STO або SS1-t) з перетворювачем частоти Getriebebau NORD GmbH & Co. KG (скорочено NORD). Він призначений для кваліфікованого електротехнічного персоналу, який планує, проектує, встановлює і налаштовує відповідне обладнання для приводу. 🕮 1.4 "Інструкції з безпеки, встановлення та застосування"Інформація, що міститься в цій інструкції, передбачає, що електрики, яким довірено роботу, знайомі з використанням електронних приводів, зокрема пристроїв NORD.

Цей посібник містить лише інформацію та описи щодо функціональної безпеки та додаткову інформацію щодо функціональної безпеки перетворювача частоти від Getriebebau NORD GmbH & Co. KG.

1.2 Застосовні документи

Цей посібник дійсний лише разом з інструкцією з експлуатації цього пристрою. Уся інформація, необхідна для безпечного введення в експлуатацію приводу, доступна лише разом із цим документом. Перелік документів див. у 🕮 розділі 9.4 "Документи та програмне забезпечення".

Ви можете знайти необхідні документи на сайті www.nord.com.

1.3 Принцип викладу

1.3.1 Попередження

Попередження щодо безпеки користувача позначені наступним чином:

⚠ НЕБЕЗПЕКА

Це повідомлення попереджає про небезпеку, яка призведе до смерті або серйозних травм.

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Це повідомлення попереджає про особисту небезпеку, яка може призвести до серйозних травм або смерті.

⚠ УВАГА

Це повідомлення попереджає про особисту небезпеку, яка може призвести до травм легкого чи середнього ступеня тяжкості.

УВАГА!

Це попередження про пошкодження майна.

1.3.2 Інші примітки

ⓘ Інформація

Ця примітка містить поради та важливу інформацію.

1.3.3 Текстові розмітки

Для розрізнення типів інформації використовуються такі відмінності:

Текст

Тип інформації	Приклад	Маркування
Інструкції з експлуатації	1. 2.	Інструкції, порядку яких слід дотримуватися, пронумерований.
Маркований список	•	Марковані списки позначаються крапкою.
Параметр	**P850**	Параметри позначаються префіксом "P", тризначним числом і жирним шрифтом.
Масив даних	[-01]	Елементи масивів позначаються квадратними дужками.
Налаштування за замовчуванням	{ 0,0 }	Заводські налаштування позначені фігурними дужками.
Опис програмного забезпечення	"**Несправність**“	Меню, поля, вікна, кнопки та вкладки позначаються лапками та жирним шрифтом.

Цифри

Тип інформації	Приклад	Маркування
Двійкові числа	100001b	Двійкові числа позначаються суфіксом «b».
Шістнадцяткові числа	0000h	Шістнадцяткові числа позначаються кінцевою буквою «h».

Використані символи

Тип інформації	Приклад	Маркування
Перехресне посилання	🕮 Розділ 2 "Опис функціонування"	Внутрішнє перехресне посилання: Клацання мишею на тексті викликає вказану позицію в документі.
	🕮 Додатковий посібник	Зовнішнє перехресне посилання.
Гіперпосилання	http://www.nord.com/	Посилання на зовнішні вебсайти показано синім кольором і підкреслено. Клацання мишею відкриває вебсайт.

1.4 Інструкції з безпеки, встановлення та застосування

Перед роботою з пристроєм уважно прочитайте наступні інструкції з техніки безпеки. Зверніть увагу на всю подальшу інформацію в інструкції до пристрою.

Недотримання цієї вимоги може призвести до серйозної травми або смерті, а також до пошкодження пристрою чи його оточення.

Цих інструкцій з техніки безпеки необхідно суворо дотримуватися!

1. Загальні положення

Не використовуйте несправні пристрої або пристрої з несправним або пошкодженим корпусом або відсутніми кришками (наприклад, заглушки для кабельних вводів). Інакше існує ризик серйозних травм або смерті від ураження електричним струмом або пошкодження електричних компонентів, таких як напр., як потужні електролітичні конденсатори.

Недопустиме зняття кришки, неналежне використання, неналежне встановлення або експлуатація можуть призвести до серйозних травм або пошкодження майна.

Залежно від ступеня захисту прилади можуть мати частини під напругою, неізольовані, можливо також рухомі чи обертові частини, а також гарячі поверхні під час роботи.

Пристрій працює під небезпечною напругою. Небезпечна напруга може бути присутньою на всіх з'єднувальних клемах (наприклад, мережевий вхід, підключення двигуна), лініях живлення, контактних планках і друкованих платах, навіть якщо пристрій не працює або двигун не обертається (наприклад, через електронний замок, заблокований привод або коротке замикання на вихідних клемах).

Пристрій не обладнаний мережевим вимикачем і тому завжди знаходиться під напругою, коли він підключений до мережі. Таким чином, напруга може бути присутня і на підключеному нерухомому двигуні.

Навіть коли привід вимкнено з мережі, підключений двигун може обертатися і, можливо, створювати небезпечну напругу.

При контакті з такою небезпечною напругою, існує ризик ураження електричним струмом, що може призвести до серйозних травм, або навіть смерті.

Пристрій та будь-які наявні роз'єми живлення не можна від'єднувати під напругою! Невиконання цієї вимоги може спричинити виникнення електричної дуги, що, окрім відповідного ризику травми, також може призвести до ризику пошкодження або знищення пристрою.

Згасання -світлодіода стану та інших елементів індикації не є надійним показником того, що пристрій відключено від мережі та знеструмлено.

Радіатор охолодження та всі інші металеві частини можуть нагріватися до температури понад 70 °C.

Дотик до таких частин може призвести до опіків на частинах тіла, що контактують з пристроєм (дотримуйтеся часу охолодження та відстані від компонентів).

Усі роботи з пристроєм, напр., транспортування, монтаж та введення в експлуатацію, а також технічне обслуговування повинні виконуватися кваліфікованими фахівцями (слід дотримуватися IEC 364 або CENELEC HD 384 або DIN VDE 0100 і IEC 664 або DIN VDE 0110 і національних правил запобігання нещасним випадкам). Зокрема, слід дотримуватися загальних і регіональних правил монтажу та техніки безпеки для роботи з низьковольтними системами (наприклад, VDE), а також правил, що стосуються професійного використання інструментів і використання засобів індивідуального захисту.

Під час роботи з пристроєм слідкуйте за тим, щоб сторонні тіла, незакріплені частини, волога або пил не потрапили всередину пристрою або не залишилися в ньому (ризик короткого замикання, пожежі та корозії).

За певних налаштувань пристрій або підключений до нього двигун може запускатися автоматично після вимкнення з мережі. Таким чином, машина (прес / ланцюговий підіймач/ ролик / вентилятор тощо), може несподівано почати працювати. В результаті чого, особи, що знаходяться поруч можуть отримати різноманітні травми.

Перед увімкненням до мережі відгородіть небезпечну зону, попередивши та вивівши всіх людей із небезпечної зони!

Додаткову інформацію можна знайти в документації.

2. Кваліфікований персонал

Згідно з цими основними інструкціями з техніки безпеки, кваліфікованим персоналом є люди, які знайомі з установкою, монтажем, введенням в експлуатацію та з експлуатацією пристрою та мають відповідну кваліфікацію для своєї роботи.

Крім того, пристрій і відповідні аксесуари можуть встановлювати та вводити в експлуатацію лише кваліфіковані електрики. Кваліфікований електрик - це особа, яка, виходячи зі своєї професійної підготовки та досвіду, має достатні знання щодо:

- вмикання, вимикання, відключення, заземлення та маркування ланцюгів і пристроїв,

- належного обслуговування та використання захисних пристроїв відповідно до встановлених стандартів безпеки.

3. Передбачуване використання - загальна інформація

Перетворювачі частоти є пристроями для промислових і комерційних систем для роботи трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором і синхронних двигунів з постійними магнітами – PMSM (IE4, IE5+). Ці двигуни повинні бути придатні для роботи з перетворювачами частоти, інші навантаження не можна підключати до пристроїв.

Пристрої - це компоненти, призначені для установки в електричні системи або машини.

Технічні дані та інформацію щодо умов підключення, яких слід дотримуватись, можна знайти на заводській табличці та в документації.

Пристрої можуть виконувати лише описані та чітко схвалені функції безпеки.

Пристрої з маркуванням CE відповідають вимогам Директиви про низьку напругу (2014/35/EU). Застосовуються гармонізовані стандарти для пристроїв, зазначених у декларації про відповідність.

a. Доповнення: Використання за призначенням у межах Європейського Союзу

У разі встановлення в машинах, введення пристроїв в експлуатацію (тобто запуск відповідно до інструкцій) заборонено, доки не буде встановлено, що машина відповідає положенням Директиви ЄС 2006/42/EC (Директива з машинного обладнання); Слід дотримуватися Директиви EN 60204-1.
Введення в експлуатацію (тобто запуск та використання за призначенням) дозволяється лише за умови дотримання Директиви щодо електромагнітної сумісності (2014/30/EU).

b. Доповнення: Використання за призначенням у межах Європейського Союзу

Для встановлення та введення в експлуатацію пристрою необхідно дотримуватися місцевих правил користувача на місці експлуатації (див. також пункт "a Додаток: використання відповідає вимогам Європейського Союзу"

Транспортування, зберігання

Слід дотримуватися вказівок посібника щодо транспортування, зберігання та належного поводження.

Слід дотримуватися дозволених механічних і кліматичних умов навколишнього середовища (див. технічні дані в інструкції до пристрою).

У разі необхідності слід використовувати відповідні транспортні засоби відповідних розмірів (наприклад, підіймач, канатні напрямні).

Монтаж та налаштування

Пристрої повинні бути налаштовані та охолоджені відповідно до нормативів у відповідній документації. Слід дотримуватися дозволених механічних і кліматичних умов навколишнього середовища (див. технічні дані в інструкції до пристрою).

Пристрій повинен бути захищений від несанкціонованого використання. Зокрема, під час транспортування та використання не можна згинати компоненти та/або змінювати відстані ізоляції. Уникайте торкання електронних компонентів і контактів.

Пристрій і його додаткові модулі містять електростатично чутливі компоненти, які можна легко пошкодити при неправильному поводженні. Електричні компоненти не повинні бути механічно пошкоджені або знищені.

Електричні з'єднання

Переконайтеся, що пристрій і двигун відповідають належній напрузі живлення.

Виконуйте роботи з монтажу, технічного обслуговування та ремонту тільки при вимкненому пристрої та витримуйте час очікування не менше 5 хвилин після вимкнення з мережі! (Небезпечна напруга може перебувати на пристрої більше ніж 5 хвилин після його вимкнення з мережі через ймовірно заряджені конденсатори). Перед початком роботи необхідно провести вимірювання, щоб переконатися у відсутності напруги на всіх контактах роз'ємів живлення або з'єднувальних клемах.

Монтаж електричної системи має виконуватися згідно з відповідними правилами (наприклад, переріз кабелів, запобіжники, підключення захисного провідника). Додаткова інформація міститься в документації / посібнику до пристрою.

Інструкції щодо монтажу, що відповідає вимогам EMC, наприклад, екранування, заземлення, розташування фільтрів та прокладка кабелів, можна знайти в технічної документації до пристрою TI 80-0011. Цих інструкції також завжди слід дотримуватися для пристроїв із маркуванням CE. Відповідальність за дотримання граничних значень, що вимагаються законодавством щодо EMC, несе виробник систем або машин.

Недостатнє заземлення може призвести до ураження електричним струмом із потенційно летальними наслідками, якщо торкнутися пристрою у разі несправності.

Пристрій може працювати лише з ефективним заземленням, що відповідає місцевим нормам щодо великих струмів витоку (> 3,5 мА). Для отримання детальної інформації про умови підключення та експлуатації зверніться до технічної документації TI 80-0019.

Джерело живлення пристрою може запускати його в роботу прямо або опосередковано. Дотик до електропровідних частин може призвести до ураження електричним струмом із потенційно летальними наслідками.

Завжди від'єднуйте всі кабелі всіх з'єднань живлення (наприклад, джерела напруги).

Експлуатація

Системи, в яких встановлюються пристрої слід обладнати додатковими пристроями контролю та захисту відповідно до чинних правил безпеки (наприклад, закон про технічний стан робочого обладнання, правила запобігання нещасним випадкам тощо).

Під час роботи всі кришки повинні бути закритими.

Якщо портативні радіостанції працюють у радіусі менше ніж 20 см від PDS(SR), PDS(SR) може порушуватись.

Технічне обслуговування, введення в експлуатацію та виведення з експлуатації

Виконуйте роботи з монтажу, технічного обслуговування та ремонту тільки при вимкненому пристрої та витримуйте час очікування не менше 5 хвилин після вимкнення з мережі! (Небезпечна напруга може перебувати на пристрої більше ніж 5 хвилин після його вимкнення з мережі через ймовірно заряджені конденсатори). Перед початком роботи необхідно провести вимірювання, щоб переконатися у відсутності напруги на всіх контактах роз'ємів живлення або з'єднувальних клемах.

4. Вибухонебезпечне середовище (ATEX)

Пристрій не схвалено для роботи або монтажу в потенційно вибухонебезпечному середовищі (ATEX).

2 Опис функціонування

Щоб унеможливити небезпеку для людей і не допустити пошкодження обладнання, необхідно забезпечити надійне та безпечне відключення машини. Перетворювачі частоти, що розглядаються в цьому документі, використовуються як безпечний метод відключення.

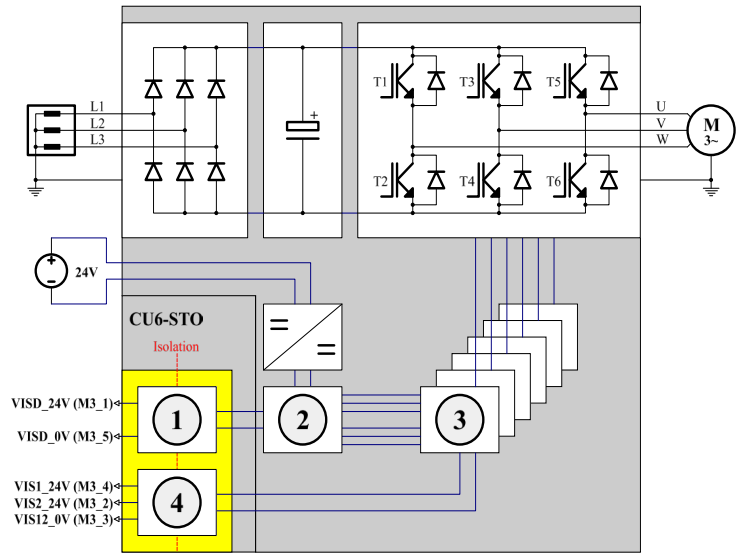
Щоб полегшити розуміння того, як через перетворювач може здійснюватися відключення, нижче описаний загальний принцип дії перетворювача.

Мережевий струм випрямляється; якщо умови експлуатації двигуна (частота та напруга) потребують змінної напруги, струм у проміжному контурі (контурі постійного струму) знову інвертується.

Управління напівпровідниковими реле інвертора (T1 – T6) проводиться за складною схемою імпульсів, яка генерується мікроконтролером (µC) і посилюється за допомогою драйвера. Драйвер виконує також перетворення сигналів логічного контролера у сигнали керуючої напруги для напівпровідникових реле. По сигналу керуючої напруги виробляється включення напівпровідникових реле, і на клеми двигуна надходить певна послідовність імпульсів вже посиленому вигляді. З імпульсів напруги після фільтрації нижніх частот та широтно-імпульсної модуляції формується трифазна напруга синусоїдальної форми. Двигун розвиває крутний момент.

2.1 Безпечні методи вимкнення

Схема безпечного блокування імпульсу



1	Цифровий вхід Safety
2	Мікроконтролер
3	Драйвер
4	Безпечне блокування імпульсу

Частотні перетворювачі серії SK 3xxP можна замовити починаючи з BG2 у варіантах SK 301P і SK 311P.

За допомогою цих варіантів пристроїв можна реалізувати функцію "безпечне вимкнення крутного моменту" скор. STO (англ.: safe torque off) і "контрольований час безпечної зупинки 1", скор. SS1-t (англ.: safe stop 1). Безпечне вимкнення забезпечують різні максимальні рівні безпеки та потужності (рівні SIL/PL). Також можна реалізувати просте блокування перезапуску.

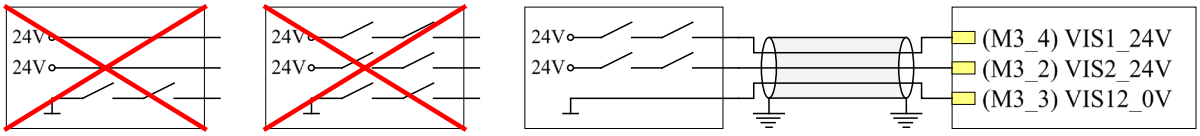
2.1.1 Безпечне блокування імпульсу

Пристрої, що мають функцію безпечного блокування імпульсу, генерують напругу для драйверів за допомогою додаткового DC/DC перетворювача. Для цього на пристрої, що мають функцію безпечного блокування імпульсу, необхідно подати дві напруги 24 В. Це необхідно зробити наступним чином:

- 2 x 24 В через контакти **VIS1_24V** і **VIS2_24V** із загальним опорним потенціалом **VIS12_0V**

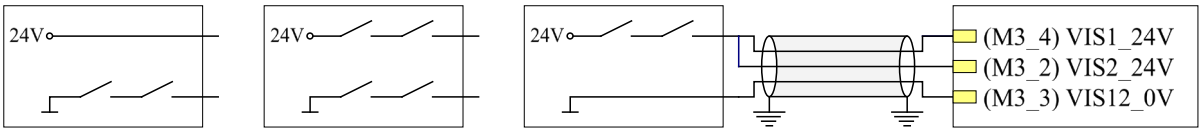
Якщо ці напруги 24 В відключити, DC/DC перетворювач не передає жодної енергії драйверам. Знеструмлені драйвери не можуть виробляти керуючі імпульси й передавати їх на напівпровідникові реле (T1 - T6) інвертора. Припиняється подача струму на напівпровідникові реле та двигун. Тобто після певного часу відгуку електроніки та після того, як струм двигуна зменшився, двигун припиняє генерувати крутний момент.

Вимкнення напруги 24 В слід проводити за допомогою комутаційного пристрою, що має необхідний захист.



Обидва контакти **VIS1_24V** і **VIS2_24V** мають спільний опорний потенціал **VIS12_0V**. При двоканальному використанні "Безпечного блокування імпульсу" цей опорний потенціал не повинен бути розділений.

"Безпечне блокування імпульсу" можна використовувати в одному каналі. Тобто два контакти **VIS1_24V** і **VIS2_24V** з'єднані паралельно.



У цьому випадку як напруга 24 В, так і опорний потенціал **VIS12_0V** можуть бути розділені. Паралельно з'єднані контакти **VIS1_24V** і **VIS2_24V** бажано роз'єднати.

2.1.2 Цифровий вхід Safety

"Цифровий вхід Safety" призначений виключно для реалізації функції безпеки. Це також означає, що стандартні цифрові входи не можна використовувати для реалізації функції безпеки!

Безпечне відключення "Цифрового входу Safety" відбувається через мікроконтролер. Мікроконтролер перериває керуючі сигнали до драйверу або створює шаблон імпульсу, за допомогою якого підключений двигун зупиняється контрольованим чином.

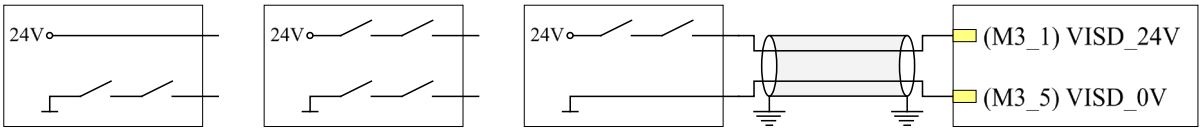
"Цифровий вхід Safety" можна параметризувати такими функціями:

- **„Блокування напруги“**

Мікроконтролер перериває керуючі сигнали драйвера. Керуючі імпульси не досягають напівпровідникових реле (T1 - T6) інвертора. Тобто потік струму в напівпровідникових реле й у двигуні переривається, і двигун рухається до зупинки.

- **„Швидка зупинка“**

Мікроконтролер зупиняє двигун за допомогою відповідних керуючих імпульсів відповідно до попередньо встановленого часу швидкої зупинки.



«Безпечний цифровий вхід» має власний опорний потенціал **VISD_0V**. Цей опорний потенціал також можна відокремити, щоб активувати «безпечний цифровий вхід». Бажано, щоб контакт **VISD_24V** був відключений.

2.2 Захисні функції

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Несправність механічного гальма

Управління механічним гальмом через перетворювач частоти не може використовуватись для функціональної безпеки! Активування функції STO призводить до спрацьовування механічного гальма, керованого перетворювачем. Гальмо приймає загальне навантаження приводу, в тому числі ту, джерелом якої є маси, що обертаються, і намагається утримати їх в нерухомому стані.

Гальмо, яке не розраховане на навантаження (наприклад, стоянкове гальмо), може бути пошкоджене та вийти з ладу. Це може призвести до серйозних або смертельних травм або пошкодження системи, напр. до падіння вантажів (у підйомних механізмах).

- повинен мати конструкцію, яка дозволяла б використовувати його як робоче гальмо
- переконайтеся, що привід зупинено перед активацією функції STO.

2.2.1 Безпечне відключення крутного моменту, STO

Функція STO запобігає подачі енергії, що подає електроенергію до двигуна. Відповідно до ISO 14118 цю функцію можна використовувати для запобігання неочікуваному запуску та/або якнайшвидшого вимкнення крутного моменту приводу (див. технічні дані→ Час відгуку) і дозволу приводу (двигуну з робочою машиною) рухатися до зупинки.

Згідно EN 60204-1 цей режим відповідає категорії зупинки 0 (неконтрольована зупинка). Залежно від застосування, рух за інерцією може становити небезпеку протягом невизначеного періоду часу. У перетворювач частоти не вбудований контрольний пристрій, що дозволяє відстежити стан приводу та момент, коли привід перейшов у безпечний стан.

За наявності відповідного комутаційного обладнання та використання безпечного методу відключення можлива реалізація функції STO з категорією безпеки 4 відповідно до DIN EN ISO 13849-1.

Під час використання синхронної машини, якщо силова частина перетворювача частоти виходить з ладу, може статися переміщення на один полюсний крок, попри активованої функції STO.

2.2.2 Безпечна зупинка 1, SS1-t

Частотний перетворювач серії SK 3x1P має функцію SS1 у варіанті SS1-t, Safe Stop 1 з таймером.

Щоб зупинити двигун, перетворювач частоти запускає швидку зупинку. Через певний час активується функція STO. Згідно IEC 60204-1 цей режим відповідає категорії зупинки 1 (контрольована зупинка). Перехід до функції STO може здійснюватися за зовнішнім таймером (затримка виходу пристрою захисного перемикання).

ⓘ Інформація

Кероване гальмування

Кероване гальмування запускається через "Безпечний цифровий вхід" та відповідає нижчим вимогам безпеки, як функція STO, яка запускається за допомогою "Безпечного блокування імпульсу".

Кероване гальмування SS1-t може статися невиявленим і не повинно використовуватися, якщо ця зупинка може спричинити небезпечну ситуацію.

2.2.3 Пріоритети та реакція на помилки

Оскільки "Безпечне блокування імпульсу" засноване на відключенні напруги живлення драйверів для напівпровідникових реле (T1 до T6) інвертора, цей метод відключення має найвищий пріоритет. Якщо функція безпеки STO реалізована з "Безпечним блокуванням імпульсу", функція STO також має найвищий пріоритет. Якщо функції STO та SS1-t реалізовані паралельно, слід зазначити, що кероване гальмування двигуна, через "Цифровий вхід Safety", переривається, коли спрацьовує "Безпечне блокування імпульсу".

"Цифровий вхід Safety" має внутрішню діагностику помилок. Якщо ця діагностика виявляє помилку, керуючі сигнали драйверів напівпровідникових реле (T1 - T6) інвертора вимикаються. Ця реакція на помилку відповідає функції STO з особливістю, що цей стан помилки може бути підтверджений лише скиданням напруги мережі перетворювача частоти. Підтвердження через систему шини або цифрові входи неможливе.

КОМЕНТАР: Якщо в результаті реакції на помилку в кінцевій програмі може виникнути небезпечна ситуація, функцію SS1-t не можна використовувати!

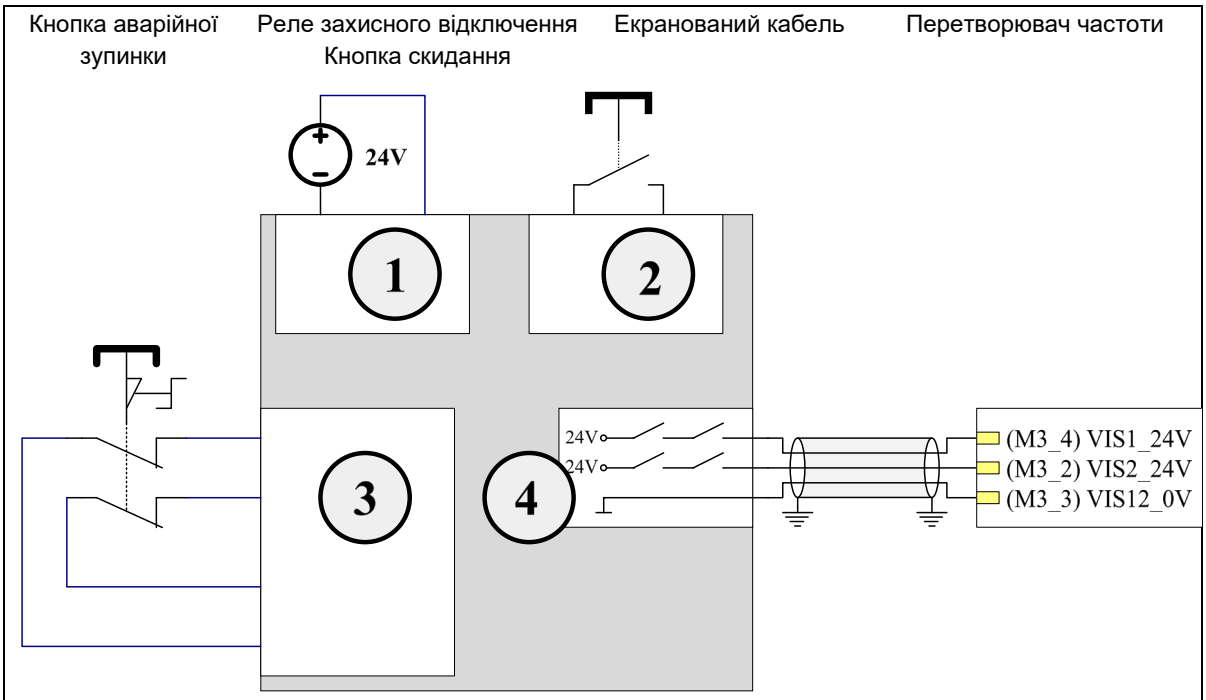
2.3 Приклади реалізації

У цьому розділі наведено приклади реалізацій функцій безпеки STO та SS1-t.

2.3.1 Функція STO

Для реалізації функцій безпеки, як правило, потрібне застосування реле захисного відключення. Функція отримує категорію безпеки, що є мінімальною серед окремих компонентів.

Безпечне блокування імпульсу



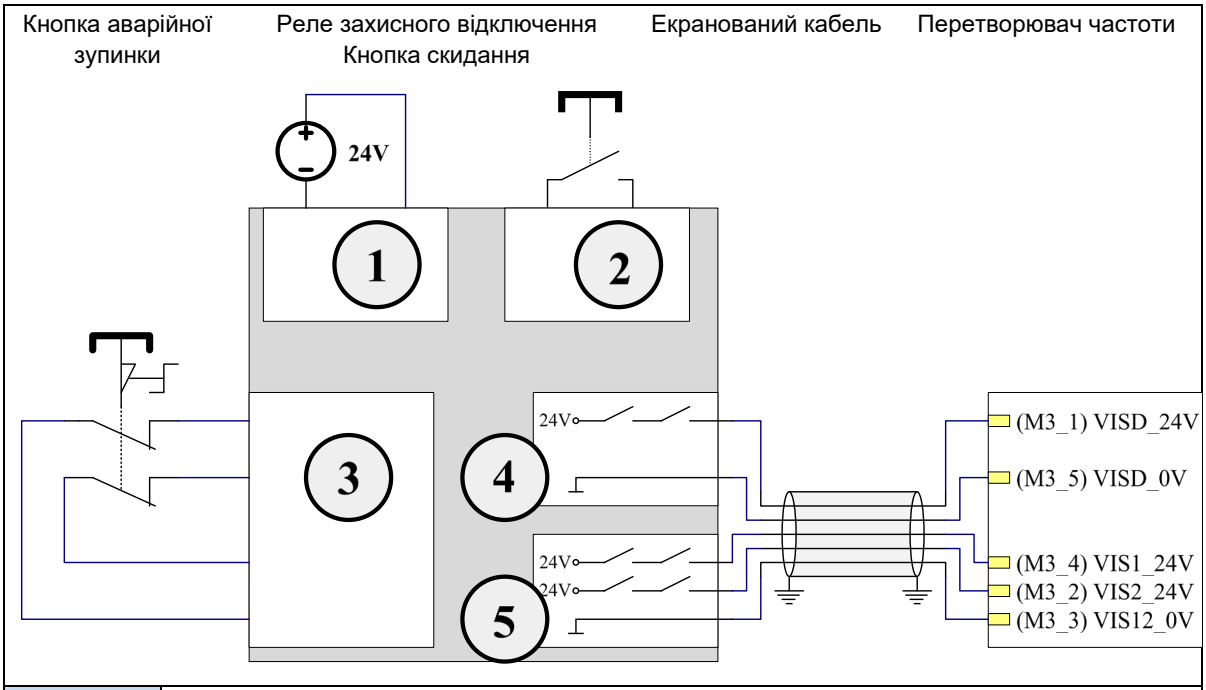
1	Напруга живлення
2	Контур скидання (Reset)
3	Вхідний контур із розпізнаванням перехресного замикання
4	2x виходи функції безпеки із загальним проводом(GND)

Якщо активується функція безпечного блокування імпульсу, коли перетворювач частоти розблоковано, генерується помилка **E018** (18.0 "Захисний контур"). Щоб запобігти цьому, "Цифровий вхід Safety" також можна використовувати з функцією "Вимкнення напруги" (**P424 = 1**).

Типовий час відгуку можна скоротити за допомогою додаткового використання "Цифрового входу Safety". Для активації потрібен другий вихід функції безпеки.

Це рішення є кращим, особливо якщо комутаційний пристрій перевіряє лише свої виходи функції безпеки під час циклу розблокування, як у випадку з деякими електромеханічними комутаційними пристроями. Залежно від вимог безпеки необхідно вказати відповідний інтервал випробувань.

"Безпечне блокування імпульсу" та "Цифровий вхід Safety"



1	Напруга живлення
2	Контур скидання (Reset)
3	Вхідний контур із розпізнаванням перехресного замикання
4	Вихід функції безпеки
5	2x виходи функції безпеки із загальним проводом(GND)

"Безпечне блокування імпульсу" і "Цифровий вхід Safety" підключаються через гніздо M12. За певних обставин необхідно виконати виключення несправності 🕮 2.3.5 "Виключення відмови в електропроводці"

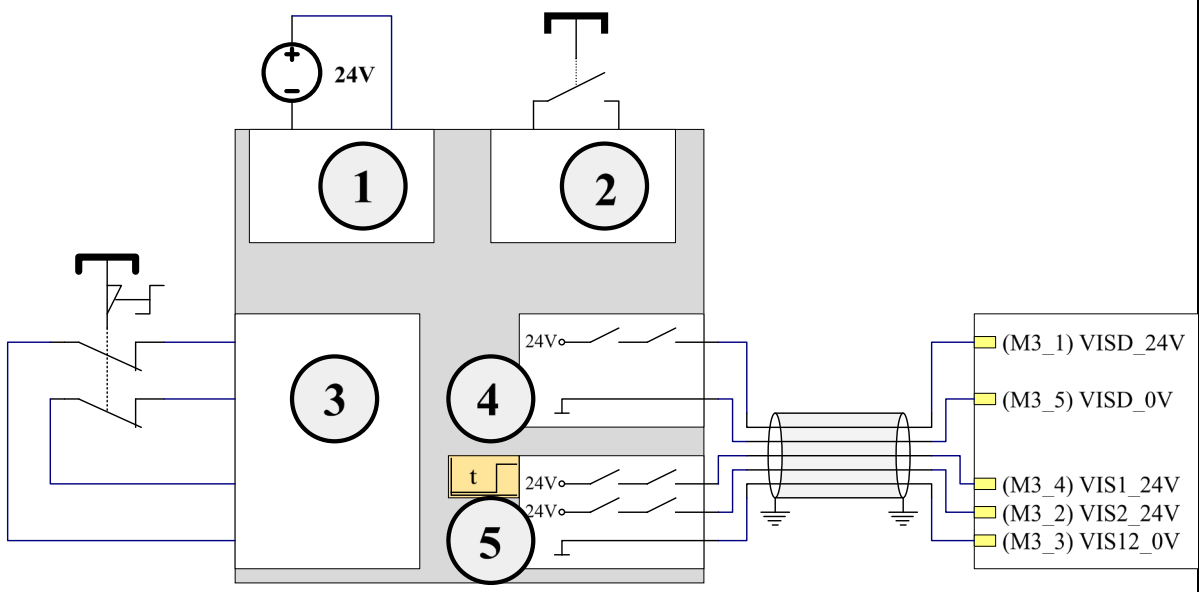
Вимогам до категорії 4 і рівню ефективності PL "e" (Performance Level e) задовольняє лише "Безпечне блокування імпульсу". "Цифровий вхід Safety" відповідає лише категорії 2 і рівню ефективності PL "d" (Performance Level d).

У проміжку між активацією функції безпеки через "Цифровий вхід Safety" та активацією STO через "Безпечне блокування імпульсу" перетворювач частоти також може відповідати лише категорії 2 і рівню ефективності PL "d".

2.3.2 Функція SS1-t

Для реалізації функції SS1-t завжди потрібен "Цифровий вхід Safety" з функцією «Швидкої зупинки» (**P424 = 2**).

Кнопка аварійної зупинки | Реле безпеки | Екранований кабель | Перетворювач частоти



1	Напруга живлення
2	Контур скидання (Reset)
3	Вхідний контур із розпізнаванням перехресного замикання
4	Вихід функції безпеки
5	2x виходи функції безпеки із загальним проводом (GND), із таймером безпеки

Натискання кнопки аварійної зупинки (вимога функції безпеки) спочатку запускає процес контрольованого вимкнення через "Цифровий вхід Safety". При цьому необхідно переконатися, що привод зупиняється протягом параметризованого "Часу швидкої зупинки" (**P426**). Після закінчення часу затримки, контрольованого реле захисного відключення, функція STO запускається через "Безпечне блокування імпульсу". Час затримки необхідно встановити так, щоб він перевищував суму, одержувану з часу швидкого зупинення та "часу гальмування постійним струмом"(**P559**). Час затримки має визначатися відповідно до умов безпеки

Після закінчення заданого у реле захисного відключення часу затримки перетворювач частоти перемикається на функцію STO. Цей порядок ефективний навіть у разі відмови керованого гальмування.

Перетворювачі частоти серії SK 300P мають додатковий моніторинг, який налаштовується за допомогою параметра "Макс. час Safety SS1" (**P423**). Якщо двигун не зупиняється протягом "Макс. час Safety SS1" (**P423**), перетворювач частоти виконує функцію реагування на несправність та генерує повідомлення про несправність. В цьому випадку двигун рухається за інерцією.

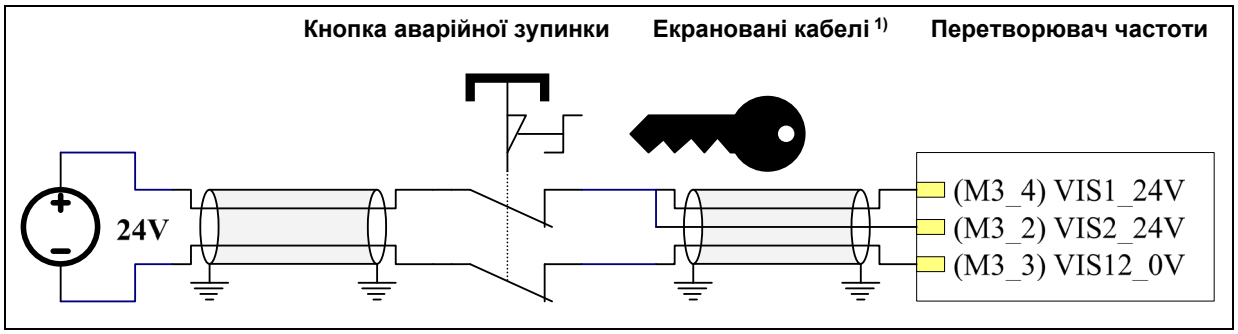
"Безпечне блокування імпульсу" і "Цифровий вхід Safety" підключаються через гніздо M12. За певних обставин необхідно виконати виключення несправності 🕮 2.3.5 "Виключення відмови в електропроводці"

Вимогам для категорії 4 і рівню ефективності захисту PL "e" відповідає тільки «Безпечне блокування імпульсу». "Цифровий вхід Safety" відповідає лише категорії 2 і рівню ефективності PL "d" (Performance Level d).

У період між активацією функції безпеки SS1-t через "Цифровий вхід Safety" та активацією функції STO через "Безпечне блокування імпульсу" перетворювач частоти також може відповідати лише вимогам Категорії 2 та рівню ефективності PL "d".

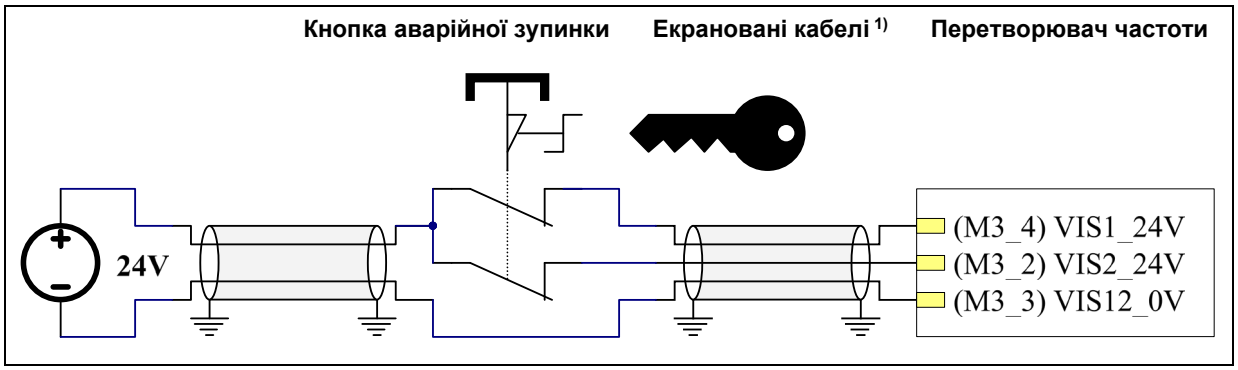
2.3.3 Просте блокування запуску

Категорія безпеки 4 згідно з DIN EN ISO 13849--1 досягається при використанні двоканальної схеми запуску функції безпечного блокування імпульсу, із застосуванням одного надійного елемента. На наступних фотографіях показані приклади цього з кнопкою аварійної зупинки (контакти з примусовим управлінням, категорія безпеки 4).



1) Екрановані кабелі для виключення несправностей відповідно до DIN EN ISO 13849-2

або



1) Екрановані кабелі для виключення несправностей відповідно до DIN EN ISO 13849-2

Щоб забезпечити категорію безпеки 4, для включених вище компонентів необхідно виключити можливість відмови відповідно до DIN EN ISO 13849--2, розділ D.5 (стаціонарний електромонтаж та двоканальна кнопка з незалежними контактами, що примусово розмикаються). У нашому прикладі це означає, що кнопка аварійної зупинки- та електромонтаж повинні бути виконані так, щоб виключити можливість короткого замикання на -кнопці аварійної зупинки та замикань на інших системах під напругою.

У цьому прикладі немає контуру скидання, як у системах із реле захисного відключення. Якщо аналіз ризиків показує, що команда зупинки може бути знята тільки через навмисну дію, що виконується вручну, необхідно передбачити ряд організаційних заходів для повернення системи у вихідне положення (наприклад, використовувати кнопку аварійної зупинки- із замком, ключ від якого повинен зберігатися в диспетчерській).

Якщо активується функція безпечного блокування імпульсу, коли перетворювач частоти розблоковано, генерується помилка **E018** (18.0 "Захисний контур").

Інформація

При використанні функцій "Автоматичне скидання помилки" (**P506**) і "Автоматичний запуск" (**P428)** (див. BU 0800) привод запускається відразу після розблокування кнопки аварійної зупинки. Тому настійно не рекомендується використовувати ці функції разом або в системах, які мають високі вимоги до безпеки.

2.3.4 Приклад без надійного методу вимкнення

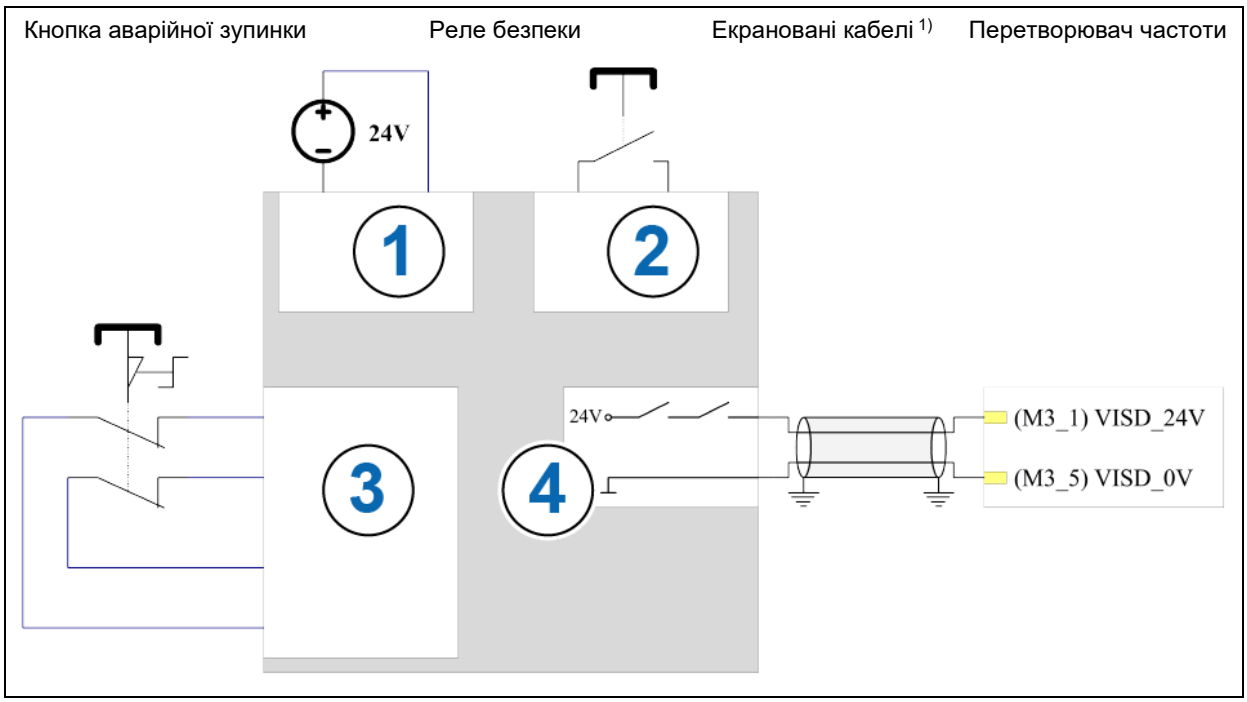
⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Небезпечний рух

Якщо функції безпеки STO/SS1-t реалізовані виключно через "Цифровий вхід Safety", привод може бути забезпечений енергією в будь-який час, навіть після його зупинки. Це може призвести до небезпечного руху. У цьому випадку функція реакції на помилку виконується після максимального часу реакції на помилку (див. технічні дані →35 мс).

- Реалізуйте функцію безпеки за допомогою "Безпечного блокування імпульсу".

Реалізація функцій безпеки STO або SS1-t можлива лише за допомогою "Цифрового входу Safety" та реле захисного відключення. Однак відповідно до DIN EN ISO 13849-1 категорія 2 може бути досягнута щонайбільше за допомогою цього варіанту схеми. Однак необхідною умовою для цього є те, що, окрім "Цифрового входу Safety", усі інші компоненти (пристрій захисного перемикання, кнопка аварійної зупинки, проводка) також відповідають вимогам категорії 2.



1) Екранований кабель для виключення несправностей відповідно до DIN EN ISO 13849-2

1	Напруга живлення
2	Контур скидання (Reset)
3	Вхідний контур із розпізнаванням перехресного замикання
4	Вихід функції безпеки

Для реалізації функції безпеки STO "Цифровому входу Safety" необхідно призначити функцію "Блокування напруги" (**P424 = 1)**.

Щоб впровадити функцію SS1-t "Цифровому входу Safety" призначається функція "Швидкої зупинки" (**P424 = 2**). Час швидкої зупинки встановлюється за допомогою параметра **P426**. Необхідно забезпечити, щоб привод дійсно зупинявся за вказаний у цьому параметрі час.

Інформація

Категорія

Реалізація схеми блокування лише за допомогою "Цифрового входу Safety", як описано вище, забезпечує відповідність категорії 2 або щонайбільше рівню ефективності "d" 🕮·8.1 "Безпечне блокування імпульсу і цифровий вхід Safety".

Таким чином, цей варіант схеми слід розглядати лише в тому випадку, якщо необхідно виконати лише незначні вимоги функціональної безпеки та якщо аналіз ризику показав, що лише незначні (зазвичай оборотні) травми можуть виникнути у разі збою функції безпеки. У разі сумнівів завжди слід використовувати "Безпечні методи відключення" 🕮·2.1.1 "Безпечне блокування імпульсу".

2.3.5 Виключення відмови в електропроводці

Згідно з DIN EN ISO 13849-1 для відповідності вимогам категорії 4 слід виключити відмови. Ні одна виявлена несправність, ні накопичення невиявлених несправностей не можуть призвести до втрати функції безпеки.

Короткого замикання між будь-якими двома кабелями, наприклад від лінії керування 24 В до входу 24 В або між безпечним блокуванням імпульсу і безпечним цифровим входом, можна запобігти відповідно до DIN EN ISO 13849-2 та за допомогою відповідних заходів. Для кожного входу використовується окремий кабель з екрануванням.

Слід взяти до уваги, що на пристрої є лише одне гніздо M12 для "Безпечного блокування імпульсу" та "Цифрового входу Safety", тому вони прокладені в кабелі з захисною оболонкою.

Іншими варіантами для відповідності категорії 4 згідно з DIN EN ISO 13849-1 є моніторинг захисних виходів комутаційного пристрою за допомогою виявлення перехресного замикання або відключення виходів 24 В і GND. Обмеження 🕮 2.1 "Безпечні методи вимкнення".

Більш детальну інформацію можна знайти в аналізі ризиків і FMEA для конкретного застосування.

Якщо для підключення функції безпеки не використовується екранований кабель, можливо, доведеться врахувати вплив електромагнітних полів. Наприклад, використання кабелю довжиною 1 м (у власному кабельному каналі) в середовищі без сильних електромагнітних полів, як правило, безпечне, тоді як прокладка довгої лінії в безпосередній близькості від потужного передавача або розподільної системи середньої напруги може призвести до збою функції безпеки. З цієї причини зазвичай рекомендується використовувати екрановані кабелі.

3 Збірка та установка

Інструкції з монтажу, наведені в цьому посібнику, стосуються лише обладнання, пов'язаного з функціями безпеки. Для отримання додаткової інформації дивіться посібник до перетворювача (BU 0800) частоти.

3.1 Монтаж та налаштування

Перетворювач частоти відповідає класу захисту IP55 або в пофарбованому виконанні класу захисту IP66.

3.2 Електричні з'єднання

Слід дотримуватися вказівок щодо монтажу та електричного підключення з посібника BU 0800 та всієї наступної інформації!

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Ураження електричним струмом

Контакт зі струмопровідними деталями може призвести до ураження електричним струмом, серйозних травм і навіть смерті.

- Перед початком монтажних робіт необхідно ізолювати пристрій від джерела струму.
- Виконувати роботи лише на вимкненому від джерела напруги пристрої.

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Ураження електричним струмом

Частотний перетворювач перебуває під небезпечною напругою протягом 5 хвилин після його вимкнення

- Починайте роботу лише після періоду очікування щонайменше 5 хвилин після вимкнення (відключення) від мережі.

3.2.1 Підключення до електромережі

Пристрої, що мають функцію безпеки, дозволяється підключати лише до мереж типу TN або TT. Експлуатація цих пристроїв у мережах із заземленням у кутовій точці трансформатора (Grounded Corner) не передбачена.

Для роботи в IT-мережі пристрій необхідно налаштувати за допомогою вбудованого мережевого фільтра. Мережевий фільтр налаштований на заводі, це необхідно враховувати при замовленні. EMC погіршується в результаті конфігурації IT-мереж.

УВАГА!

Роботи в IT-мережі - помилка мережі

Якщо в мережі IT виникає збій (замикання на землю), проміжний контур підключеного перетворювача частоти може заряджатися, навіть якщо він вимкнений. Це призводить до пошкодження конденсаторів проміжного контуру через перезаряд.

- Увімкніть гальмівний резистор для розсіювання надлишкової енергії.

У режимі очікування може виникати повідомлення про помилку "Перевищення напруги UZW", попри підключення гальмівного резистора. Це вказує на замикання на землю. Використання гальмівного резистора для зменшення заряду запобігає знищенню або пошкодженню пристрою.

УВАГА!

Робота в мережі IT

При виявленні помилки в захисному контурі "Цифровий вхід Safety" генерація імпульсів перетворювача частоти вимикається. Це також впливає на активацію гальмівного перемикача. Якщо використовується "Цифровий вхід Safety" (**P424 = 1** або **P424** = 2), можливі помилки:

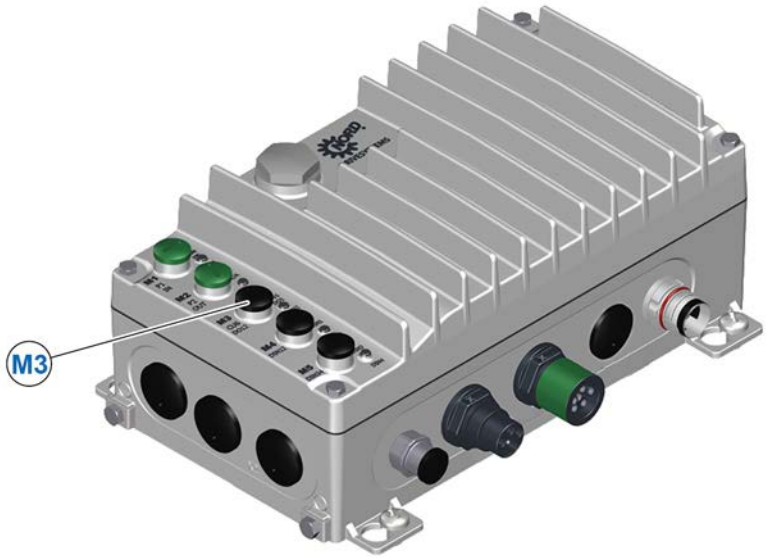
- виявлена помилка в апаратному забезпеченні "Цифрового входу Safety"
- перевищення "макс. час Safety SS1" (**P423**)
- Неправильне введення контрольної суми «Safety CRC» (**P499**) або «Паролю» (**P497, P498**).

Якщо виникає така несправність і одночасно відбувається замикання на землю в системі IT, перетворювач частоти не може захистити себе від можливого перевантаження конденсаторів проміжного кола. Частота помилок в апаратному забезпеченні дуже низька, тому потрібна особлива обережність при введенні в експлуатацію в IT-мережі.

Рекомендується виконати параметризацію та можливі тести на замикання на землю, напр. випробування реле захисту від замикання на землю, яке не повинно проводитися одночасно.

3.2.2 Підключення ліній керування

Гніздо M12 **M3** приладів СК 3x1П розташоване у верхній частині корпусу



M3	M12 - Гніздо M3

Інформація

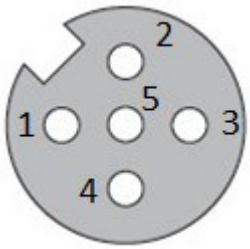
Прокладіть лінії керування окремо від кабелю живлення та двигуна та за потреби екрануйте їх.

Інформацію про розміщення контактів можна знайти в інструкції до пристрою 🕮·BU 0800.

3.2.3 Опис клем ланцюга управління

Функція STO має два канали. Для одноканального варіанту входи VIS1_24V і VIS2_24V повинні бути включені паралельно.

Для функції SS1-t функція "Швидка зупинка" повинна бути активована через "Цифровий вхід Safety". Для цього слід використовувати лише "Цифровий вхід Safety" VISD_24V з номером з'єднання 1 проти опорного потенціалу на з'єднанні з номером 5. Функція встановлюється за допомогою параметра "Цифровий вхід Safety" (**P424**).

Роз'єм M12 (код A)	№	Найменування	Опис
	1	VISD_24V	Безпечний цифровий вхід для SS1-t (з підтримкою SIL)
	2	VIS2_24V	STO вхід 2
	3	VIS12_0V	Опорний потенціал для входів STO
	4	VIS1_24V	Вхід STO 1
	5	VISD_0V	Опорний потенціал для цифрового входу Safety

3.3 Опис безпечних методів вимкнення

3.3.1 Кабелі та екранування

При використанні "Безпечного блокування імпульсу" та "Цифрового входу Safety" рекомендується використовувати екранований кабель. 🕮·2.3.5 "Виключення відмови в електропроводці" Екран необхідно розмістити з обох сторін. Необхідно враховувати падіння напруги на кабелі.

3.3.2 Експлуатація з OSSD

Виходи OSSD (Output Switching Signal Device) — це виходи, які виконують самоперевірку за допомогою тестових імпульсів. Залежно від стану виходу, виходи включаються або вимикаються циклічно на проміжки часу. Рівень напруги зчитується з виходу та перевіряє, що вихід відповідає очікуваній зміні рівня напруги. Самі тестові імпульси не повинні інтерпретуватися входами як зміни стану.

"Безпечне блокування імпульсу" і "Цифровий вхід Safety" спеціально розроблені для роботи з OSSD. Для використовуваного кабелю слід враховувати опір кабелю та пропускну здатність кабелю.

3.3.2.1 Індивідуальний режим роботи

Залежно від номінальної напруги, потужності та частоти імпульсів перетворювача частоти існують різні максимальні опори кабелю для "Безпечного блокування імпульсу". Різні випадки поділяються на класи застосування:

Перетворювач частоти			Частота імпульсів	Клас застосування
Розмір	Потужність	Тип		
BG II & BG III	370 Вт … 1,5 кВт	SK 3x1P-370-340 SK 3x1P-750-340 SK 3x1P-950-340 SK 3x1P-111-340 SK 3x1P-151-340	6 кГц	A
			16 кГц	B
BG III	2,2 кВт … 3,0 кВт	SK 3x1P-221-340 SK 3x1P-301-340	6 кГц	A
			16 кГц	C

Залежно від класу застосування допускаються наступні максимальні опори кабелю:

Клас застосування	A	B	C
$R_{wire,max}$	11,0 Ω	8,5 Ω	7,5 Ω

Слід враховувати внутрішній опір джерела та опір перемикачів у OSSD. Ті ж значення застосовуються до зворотного кабелю, при цьому, по цьому кабелю повинні проходити тільки струми від "Безпечного блокування імпульсу". Застосовується наступне:

$$R_{wire} = \rho_{CU} * \frac{l}{q} \text{ з } \rho_{CU} \cong 19\ \Omega * \frac{\text{мм}^2}{\text{км}} \text{ для } \vartheta_{CU} = 40\ °C$$

l =	Довжина кабелю [км]
ρ_{cu} =	питомий опір міді [Ω * мм²/км]

q =	Переріз кабелю [мм]
ϑ_{cu} =	Температура кабелю [°C]

При температурі кабелю вище 40 °C питомий опір ρ_{CU} необхідно скоригувати відповідно до температурного коефіцієнта $\alpha_{CU} = 4*10^{-3\ 1/K}$ (збільшення 0,4% на K).

Мінімальна вхідна напруга захисного комутаційного пристрою $V_{24В,\ мін.}$ становить 19,2 В для роботи "Безпечного блокування імпульсу" на OSSD. Залежно від величини максимально допустимого опору кабелю це значення збільшується наступним чином:

$$V_{24V,min} = 19{,}2\ V + 2{,}4\ V * \frac{R_{wire}}{R_{wire,max}}$$

Інформація

При роботі кількох пристроїв максимальний опір кабелю зменшується залежно від кількості перетворювачів частоти та положення перетворювачів частоти.

Ємність між проводами (включаючи ємність екрана) не повинна перевищувати значення **C = 15 nF** на підключений перетворювач частоти.

Величина **C** визначається таким чином:

C = 3 nF * t_{OSSD}/ 0,1 мс з t_{OSSD} = ширина тестового імпульсу, максимум 0,5 мс

Тут можуть діяти додаткові обмеження щодо реле захисного відключення.

Інформація

Мінімально допустимий імпульс OSSD для "Цифрового входу Safety" і "Безпечного блокування імпульсу" становить 200 мкс.

Якщо "Безпечне блокування імпульсу" модуля працює в одному каналі, тобто, два входи VIS1_24V і VIS2_24V з'єднані паралельно, мінімальна вхідна напруга $V_{24\ В,\ мін.}$ збільшується ще на 0,4 В.

Якщо "Цифровий вхід Safety" підключений паралельно до "Безпечного блокування імпульсу", коригування не потрібні.

3.3.2.2 Експлуатація з кількома пристроями

При роботі кількох перетворювачів частоти на одному реле захисного відключення слід враховувати комутаційну здатність комутаційного пристрою та навантажувальну здатність блоку живлення 24 В.

Екранування повинне бути встановлене кваліфікованим персоналом.

Необхідно враховувати перепади напруги на кабелі та опір кабелю!

При роботі "Безпечного блокування імпульсу" декількох перетворювачів частоти на одному OSSD знижується допустимий опір кабелю. Для мінімальної вхідної напруги на реле захисного відключення розрахунок повинен бути скоригований залежно від кількості перетворювачів частоти.

Усі перетворювачі частоти на кінці кабелю:

$$R_{wire,max}(N_{FU}) = \frac{R_{wire,max}}{N_{FU}} \text{ з } N_{FU} = \text{"кількість перетворювачів частоти"}$$

$$V_{24V,min} = 19{,}2\ V + 2{,}4\ V * \frac{R_{wire}}{R_{wire,max}} * N_{FU}$$

Інформація

$R_{wire,max}$ можна знайти в 📖·3.3.2 "Експлуатація з OSSD" таблиці.

Перетворювачі частоти рівномірно розподілені по довжині кабелю:

$$R_{wire,max}(N_{FU}) = R_{wire,max} * \frac{2}{N_{FU}+1} \text{ з } N_{FU} = \text{"кількість перетворювачів частоти"}$$

$$V_{24V,min} = 19{,}2\ V + 2{,}4\ V * \frac{R_{wire}}{R_{wire,max}} * \frac{N_{FU}+1}{2}$$

Якщо внутрішні опори джерела та OSSD домінують, слід використовувати рівняння для випадку "усі перетворювачі частоти на кінці кабелю".

Якщо різні перетворювачі частоти працюють на одному OSSD, слід використовувати найнижче значення для $R_{wire,max}$

Приклад

Дано:

- Чотири перетворювачі частоти 400 В типу SK 301P підключені до електронного реле захисного відключення. Їдеться про вдвічі більшу потужність 750 Вт з частотою імпульсів 6 кГц і вдвічі більшу потужність 950 Вт з частотою імпульсів 16 кГц.
- Перетворювачі частоти рівномірно розподілені по довжині кабелю.
- Використовується п'ятижильний екранований кабель загальною довжиною 50м. Кожна жила має переріз 0,34 мм². Для обох каналів CU6-STO використовується одна жила.

Нижнє значення (тут для 950 Вт, 16 кГц/клас застосування B) використовується для максимально допустимого опору кабелю.

$$R_{wire,max} = 8{,}5\ \Omega$$

$$R_{wire} = \rho_{CU} * \frac{l}{q} = 19\ \Omega * \frac{\text{мм}^2}{\text{км}} * \frac{0{,}05\ \text{км}}{0{,}34\ \text{мм}^2} = 2{,}79\ \Omega$$

Формула застосовується до рівномірно розподілених по довжині кабелю перетворювачів:

$$R_{wire,max}(N_{FU}) = R_{wire,max} * \frac{2}{N_{FU}+1}$$

$$R_{wire,max}(N_{FU}) = 8{,}5\ \Omega * \frac{2}{4+1} = 3{,}4\ \Omega > \ 2{,}79\ \Omega = R_{wire}\ \Rightarrow \text{OK!}$$

$$V_{24V,min} = 19{,}2\ V + 2{,}4\ V * \frac{R_{wire}}{R_{wire,max}} * \frac{N_{FU}+1}{2} = 19{,}2\ V + 2{,}4\ V * \frac{2{,}79\ \Omega}{8{,}5\ \Omega} * \frac{4+1}{2} = 21{,}2\ \text{В}$$

Результат: Опір кабелю досить малий, а напруга живлення має бути не менше 21,2 В.

Порада: Якщо розрахований опір занадто великий, OSSD можна розмістити в середині кабелю, між перетворювачами. Також можлива установка у формі зірки з нейтральною точкою на OSSD. У цьому випадку ємність кабелю може мати обмежувальний ефект. У разі сумнівів, використовуйте кабель більшого перерізу.

3.3.3 EMC

Рекомендовані значення електромагнітної сумісності (див. BU 0800) можна підтримувати за допомогою проводки, сумісної з електромагнітною сумісністю, довжиною кабелю 100 m між реле захисного відключення і перетворювачем частоти.

4 Введення в експлуатацію

У цьому розділі розглядаються лише вказівки щодо введення в експлуатацію, що стосуються **функціональної безпеки** Детальний опис процедури введення в експлуатацію пристрою та його стандартних функцій, а також інформацію про параметризацію наведено в посібнику, що додається до перетворювача частоти BU 0800

"Безпечне блокування імпульсу" необхідно для реалізації функцій безпеки STO або SS1-t. "Цифровий вхід Safety" також потрібен для функції безпеки SS1-t. При необхідності він також використовується при реалізації функції безпеки STO. Для цього "Цифровий вхід Safety" має бути позначений як спеціальна функція. Усі інструменти параметризації можна використовувати для параметризації, напр. також Bluetooth-накопичувач NORDAC *ACCESS BT* або шину Ethernet. Контрольну суму CRC можна розрахувати лише в програмному забезпеченні NORDCON для ПК. Для всіх інших методів правильну контрольну суму CRC потрібно вводити вручну після налаштування параметрів безпеки. 🕮·5.1 "Параметризація" Типові контрольні суми CRC можна знайти в описі параметрів **P499** "Safety-CRC" у цій інструкції.

4.1 Етапи введення в експлуатацію STO

Два захисні виходи реле захисного відключення підключені до двох входів 🕮·"Безпечного блокування імпульсу" 2.1.1 "Безпечне блокування імпульсу".
Залежно від необхідної категорії, має бути можливість виключити несправність електропроводки (коротке замикання між будь-якими провідниками). Для "Безпечного блокування імпульсу" рекомендується використовувати екранований кабель і професійно підключити його екран 🕮·2.3.5 "Виключення відмови в електропроводці". Якщо використовується реле захисного відключення з OSSD, здатне виявляти короткі замикання між OSSD та зовнішньою напругою, не потрібно використовувати екранований кабель.

- Типовий час відгуку можна скоротити за допомогою додаткового використання "Цифрового входу Safety".
  Для цього "Цифровий вхід Safety" параметризовано функцією "Блокування напруги" (**P424 = 1**).
  Необхідно враховувати різні опорні потенціали, 🕮·2.1 "Безпечні методи вимкнення".

  Слід зазначити, що "Цифровий вхід Safety" має нижчу класифікацію безпеки, ніж "Безпечне блокування імпульсу", тому функція STO може використовувати довший час реакції "Безпечне блокування імпульсу".

2.3.5 "Виключення відмови в електропроводці"

- Якщо оцінка функціональної безпеки в кінцевому застосуванні показує, що потрібен контрольований запуск, не можна використовувати "Автоматичний запуск" (**P428**) (параметр "0" вимкнено). Це запобігає автоматичному перезапуску приводу, коли запит на "Безпечне блокування імпульсу" скасовується.

4.2 Етапи введення в експлуатацію SS1-t

Вихід сигналу безпеки реле захисного відключення підключено до "Цифрового входу Safety". 🕮·2.1 "Безпечні методи вимкнення"

Рекомендується використовувати екранований кабель і підключити його екран професійно, 🕮·2.3.5 "Виключення відмови в електропроводці". Два захисні виходи реле захисного відключення підключені до двох входів "Безпечного блокування імпульсу". "Цифровий вхід Safety" повинен бути параметризований за допомогою функції "Швидка зупинка" (P**424 = 2**).

⚠ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Ризик травмування через несправність SS1-t

На поведінку приводу при зупинці можуть впливати різні фактори. Режим "Безпечна зупинка 1" може не виконуватись належним чином.

- Підфункцію безпеки SS1-t не можна використовувати в кінцевих програмах, у яких відмова SS1-t може призвести до небезпечної ситуації.
- Щоб запобігти несправності, під час введення в експлуатацію необхідно провести остаточну перевірку, щоб показати, що зроблені налаштування відповідають вимогам спеціального призначення та що пристрій ніколи не працює поза його номінальними характеристиками.

Для функції SS1-t час моніторингу "макс. час Safety SS1 " (**P423**) має бути параметризовано відповідно до вимог програми. Час затримки виходів сигналу безпеки із затримкою реле захисного відключення має бути більшим за встановлений час контролю.

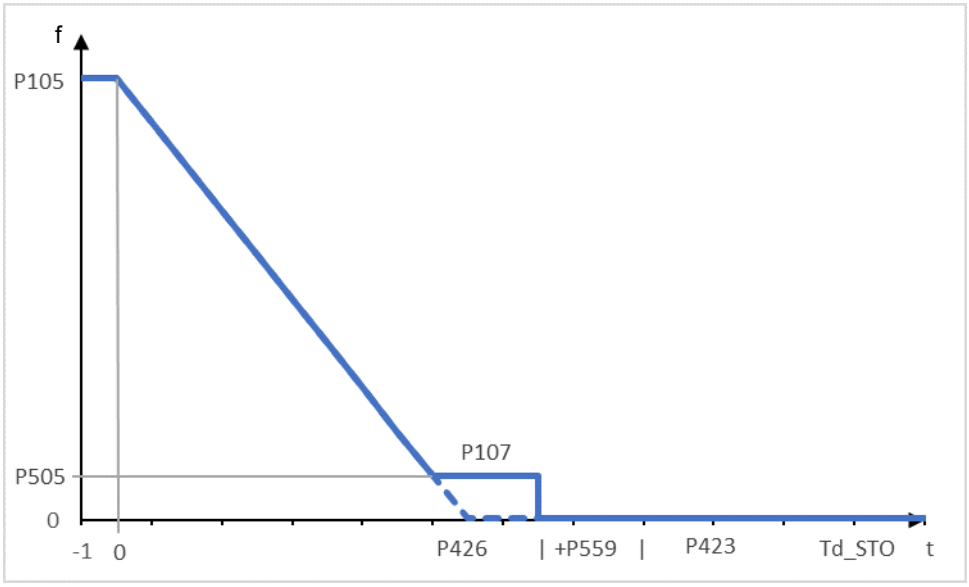
Реальний час зупинки приводу залежить від різних факторів. Він може відхилятися від параметризованого "Часу швидкої зупинки" (P**426**), якщо, наприклад, під час активної швидкої зупинки відбувається одна або кілька з наступних подій.

  – Досягнення/перевищення межі потужності пристрою
  – Досягнення/перевищення одного або кількох параметризованих граничних значень (наприклад, **P112**, **P536**, **P537**)

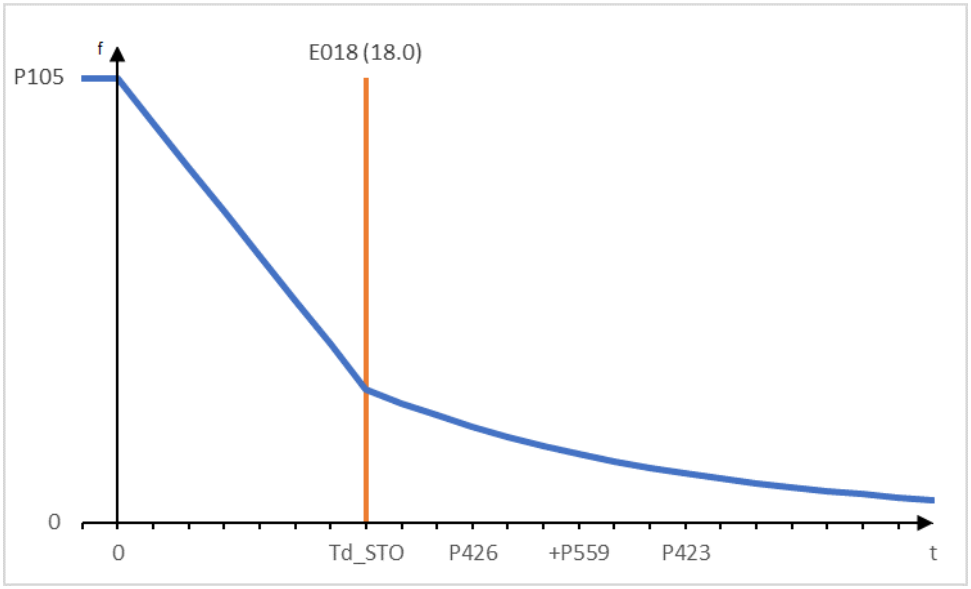
- У гіршому випадку привод не може бути зупинений протягом налаштованого часу моніторингу. У цьому випадку спрацьовує помилка, і привод виконує функцію реагування на помилку та рухається з інерцією до зупинки.
- Якщо функція SS1-t реалізована правильно, результатом буде наступна часова послідовність: Перепад напруги контрольованого вимкнення визначається поточною частотою, "Часом швидкої зупинки" (**P426**) і "Максимальною частотою" (**P105**), а також "абсолютною мінімальною частотою" (**P505**). У момент часу t = 0 "Швидка зупинка" запускається через "Цифровий вхід Safety". Від "Максимальної частоти" (**P105**) перетворювачу частоти знадобиться весь "Час швидкої зупинки" (**P426**), щоб знизити вихідну частоту до 0 Гц. Проте час гальмування виконується лише до "Абсолютної мінімальної частоти" (**P505**). При використанні електромеханічного гальма вихідна частота залишається на рівні "Абсолютної мінімальної частоти" (**P505**) протягом встановленого "Часу застосування гальма" (**P107**). Після цього гальмо відпускається. Без електромеханічного гальма "Час застосування гальма" (**P107**) встановлено на нуль секунд (значення за замовчуванням). При використанні асинхронного двигуна додається "Час вибігу постійного струму" (**P559**). Протягом часу роботи з інерцією на асинхронний двигун подається постійний струм, щоб повністю зупинити привод. Необхідною умовою успішного вимкнення є правильна конструкція всього приводу та відсутність перевищення обмежень потужності перетворювача або параметризованих граничних значень. Щоб забезпечити контрольоване відключення, слід перевірити, чи інвертор все ще активований після закінчення " макс.час Safety SS1" (**P423**). Цей час має бути більшим, але якомога меншим, ніж таке рівняння:

$$T_{d,STO} > P423 > P426 * \frac{P105 - P505}{P105} + P107 + P559$$

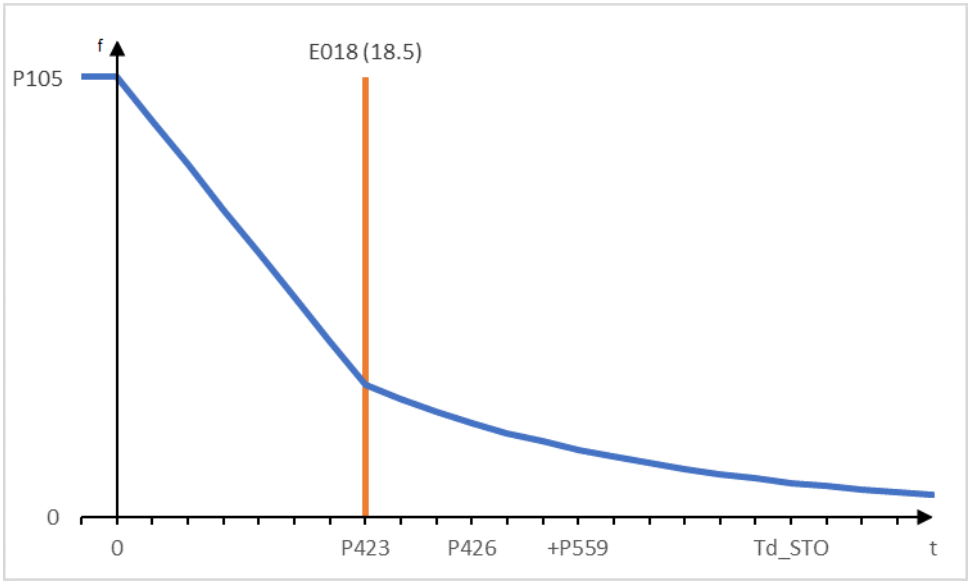
  У момент часу $T_{d, STO}$ функція безпеки STO перемикається через вхід "Безпечне блокування імпульсу".



- У разі несправності з’являються такі повідомлення про помилки:
  Якщо під час керування інвертора підфункція безпеки STO запускається через "Безпечне блокування імпульсу", з’являється повідомлення про помилку **E018** (18.0 «Захисний контур»). Якщо це відбувається до того, як двигун було зупинено, зупинку буде скасовано. Підключений двигун рухається за інерцією. Така поведінка є наслідком того, що "Безпечне блокування імпульсу" має найвищий пріоритет.



Якщо інвертор все ще контролюється після закінчення " макс. час Safety SS1" (**P423**), з'являється повідомлення про помилку **E018** (18.5 "Safety SS1"). Якщо це відбувається до того, як двигун було зупинено, зупинку буде скасовано. Підключений двигун рухається за інерцією.



- Якщо оцінка функціональної безпеки в кінцевому застосуванні показує, що потрібен контрольований запуск, не можна використовувати "Автоматичний запуск" (**P428**) (параметр "0" вимкнено). Це запобігає автоматичному перезапуску приводу, коли запит на "Безпечне блокування імпульсу" скасовується.

4.3 Перевірка

Обов'язково продемонструвати за допомогою перевірки, що вимоги до конкретного передбачуваного використання виконуються.

IEC 61800-5-2:2016 передбачає принаймні такі пункти в проектній документації для перевірки:

- Опис програми, включаючи зображення
- Опис усіх компонентів безпеки (включно з версіями програмного забезпечення), які використовуються в програмі
- Список використаних підфункцій безпеки
- Результати всіх перевірок цих підфункцій безпеки
- Список усіх параметрів безпеки та їх значень у перетворювачі частоти
- Контрольні суми, дату тестування та підтвердження персоналом, що провів тестування

Випробування конфігурації для NORDAC *ON* в ідентичних програмах можуть проводитися як тест одного типу ідентичної програми, якщо можна переконатися, що підфункції безпеки в усіх пристроях налаштовані належним чином.

Підфункції безпеки NORDAC *ON* не потребують обслуговування. Щоб виключити ненавмисну повторну параметризацію після перевірки, параметри безпеки необхідно перевіряти знову щоразу, коли пароль безпеки (**P497**) скасовується. Якщо конфігурацію змінено, перевірку, включаючи документацію, необхідно повторити.

5 Параметр

Нижче наведено параметри, **що стосуються функціональної безпеки**, а також параметри відображення та налаштування Детальний огляд усіх доступних параметрів можна знайти в інструкції до перетворювача частоти. BU 0800

Інформація

Втрата функції безпеки

Завантаження набору параметрів може означати, що функції "*Блокування напруги*" та "*Швидка зупинка*" "Цифровий вхід Safety" більше не працюють належним чином.

Щоб переконатися, що не відбулося ненавмисне повторне налаштування параметрів, параметри "макс. час Safety SS1" (**P423**) і "Цифровий вхід Safety" (**P424**) слід повторно перевірити, як тільки захист паролем для параметрів безпеки буде активовано. Це гарантує належне функціонування безпеки.

5.1 Параметризація

До параметрування "Цифрового входу Safety" відноситься наступне:

Для "Цифрового входу Safety" є два параметри безпеки "макс. час Safety SS1" (**P423**) і "Цифровий вхід Safety" (**P424**).

Щоб мати можливість редагувати ці два параметри, необхідно зняти захист паролем, якщо пароль уже встановлено (пароль деактивовано в заводських налаштуваннях). Захист паролем тимчасово скасовується шляхом введення пароля в «Пароль Safety» (**P497**). Тоді ці два параметри можна змінити за бажанням.

Для того, щоб ці два параметри були прийняті в частотному перетворювачі, правильна контрольна сума CRC, яка розраховується з використанням цих двох параметрів, повинна бути введена в "Safety CRC" (**P499**). Програмне забезпечення NORDCON для ПК автоматично обчислює контрольну суму CRC, коли ви натискаєте "Надіслати" (Senden) в "Safety CRC" (**P499**). З усіма іншими варіантами параметризації правильну контрольну суму CRC потрібно вводити вручну. Для цього в описі параметра "Safety CRC" (**P499**) зберігається таблиця з часто використовуваними комбінаціями значень. Крім того, контрольну суму CRC можна обчислити один раз за допомогою NORDCON, а потім використати для інших параметрів.

Після того, як привод приймає зміну параметра безпеки, він виконує функцію реагування на несправність. Якщо пароль для параметрів безпеки ще не активовано, його потрібно активувати, ввівши "Змінити пароль Safety" (**P498**). Незалежно від того, чи був уже активований пароль Safety, перетворювач частоти необхідно перезапустити (24 В вимк. →60 с →24 В увімкн.).

Якщо пароль Safety не встановлено або якщо контрольна сума CRC не відповідає двом параметрам безпеки, перетворювач частоти залишається у функції реагування на помилки після перезапуску.

Інформація

Після того, як параметри безпеки налаштовано, функцію безпеки необхідно перевірити ще раз.

Контрольна сума CRC також перевіряється, коли жодна функція безпеки не активована.

Пароль можна знову деактивувати, тимчасово вимкнувши захист паролем за допомогою "Пароль Safety" (**P497**), а потім змінивши пароль на 0 у "Змінити пароль Safety" (**P498**).

Якщо ви забули пароль, ви можете скинути його за допомогою програмного забезпечення NORDCON. Параметри Safety **P423**, **P424** і контрольна сума CRC **P499** також скидаються тут!

5.2 Опис параметрів

5.2.1 Пояснення опису параметрів

P000 (Номер параметра)	**Робочий дисплей (**назва параметра)		**xx** [1]	**S**	**P**
Діапазон регулювання (або область відображення)	Представлення типового формату відображення, напр. (бін = двійковий), можливий діапазон налаштування та кількість знаків після коми	**Застосовний параметр:**	Список інших параметрів, які мають безпосереднє відношення		
Масив даних	[-01]	У випадку параметрів, які мають підструктуру в кількох масивах, це показано тут.			
Заводське налаштування	{ 0 }	Стандартне налаштування, яке параметр зазвичай має під час доставки пристрою або на яке він налаштований після виконання заводських налаштувань (див. параметр P523).			
Сфера застосування	Список варіантів пристроїв, до яких застосовується цей параметр. Якщо параметр загальний, це стосується всієї серії, цей рядок опущено.				
Опис	Опис, функція, значення тощо, до цього параметра.				
Примітка	Додаткові примітки щодо цього параметра				
Встановлення значень (або відображення значення)	Список можливих значень налаштувань з описом відповідних функцій				

1) xx = інші позначки

Інформація

Рядки інформації, які не є обов'язковими, не перераховані.

Примітки / Пояснення

Маркування	Позначення	Значення
S	Супервізор - Параметр	Параметр може бути доповнений і перевірений, якщо переданий Supervisor -Code буде введений (дивіться параметр **P003**).
P	Залежить від набору параметрів	Параметр пропонує різні варіанти налаштування, які залежать від вибраного набору параметрів.

5.2.2 Клеми ланцюга управління

P423	Макс. час Safety SS1			
Діапазон регулювання	0,01 … 320,00 с			
Заводське налаштування	{ 0,1 }			
Опис	"Макс. час Safety SS1" використовується для затримки моніторингу виходу перетворювача частоти з параметризованим "Цифровим входом Safety" до швидкої зупинки (**P424 = 2**). Якщо двигун все ще активується після встановленого часу, це викликає помилку. Час, потрібний для налаштування, залежить від параметризованого часу швидкої зупинки, часу застосування гальма та часу намагнічування. Для асинхронних двигунів час, який потрібно встановити, також залежить від часу вибігу постійного струму.			
Сфера застосування	SK 3x1P з SK CU6-STO			
Примітка	"макс. час Safety SS1" застосовується до всіх наборів параметрів. Переконайтеся, що "Час швидкої зупинки" (**P426**) усіх наборів параметрів налаштовано на час моніторингу. Параметр зберігається лише після введення та підтвердження "Safety CRC" (**P499**). Зміна налаштування параметра приймається лише після вимкнення та повторного увімкнення зовнішнього джерела живлення 24 В постійного струму перетворювача частоти (24 В вим. →60 →с 24 В увімкн). З NORDAC *ON* або NORDAC *ON+* нема потреби вимикати живлення 400 V. При використанні функцій безпеки параметри повинні бути захищені паролем "Змінити пароль Safety" (**P498**). "Макс. час Safety SS1" (**P423**) не змінюється за допомогою "Завантажити заводські налаштування" (**P523**). Якщо "макс. час Safety SS1" (**P423**) потрібно змінити на значення за замовчуванням, це потрібно зробити вручну.			

P424	Цифровий вхід Safety		S	P
Діапазон регулювання	0 … 2			
Заводське налаштування	{ 0 }			
Опис	Призначте функцію зупинки для "Цифрового входу Safety" перетворювача частоти.			
Примітка	Параметр зберігається лише після введення та підтвердження контрольної суми CRC (**P499**). Зміна налаштування параметра приймається лише після вимкнення та повторного увімкнення зовнішнього джерела живлення 24 В постійного струму перетворювача частоти (24 В вим. →60 →с 24 В увімкн). З NORDAC *ON* або NORDAC *ON+* нема потреби вимикати живлення 400 V. Під час використання функцій безпеки параметри повинні бути захищені паролем (**P498**).			
	Ви не можете скинути параметр до значення за замовчуванням за допомогою "Завантажити заводські налаштування" (**P523**), а лише ввівши його вручну.			

Встановлення значень

Значення		Значення
0	Без функції	
1	Блокування напруги	Вихідна напруга відключена, двигун вільно обертається.
2	Швидка зупинка	Пристрій зменшує частоту за допомогою часу швидкої зупинки з P426.

P426	Час швидкої зупинки			P
Діапазон регулювання	0... 320.00 с			
Заводське налаштування	{ 0.10 }			
Опис	Налаштування часу гальмування для функції швидкої зупинки, яка може бути активована через цифровий вхід, керування шиною, клавіатуру або автоматично у разі помилки. Час швидкої зупинки – це час, який відповідає лінійному зниженню частоти від встановленої "Максимальної частоти" (**P105**) до 0 Гц. Якщо ви працюєте з заданим значенням < 100%, час швидкої зупинки відповідно зменшується.			
Примітка	Час швидкої зупинки та "макс. час SS1" (**P423**) повинні збігатися. Встановлений час швидкої зупинки всіх наборів параметрів має відповідати часу моніторингу.			
	ПОПЕРЕДЖЕННЯ! Ризик травмування через несправність SS1-t На поведінку приводу при зупинці можуть впливати різні фактори. Режим "Безпечна зупинка 1" може не виконуватись належним чином. • Підфункцію безпеки SS1-t не можна використовувати в кінцевих програмах, у яких відмова SS1-t може призвести до небезпечної ситуації. • Щоб запобігти несправності, під час введення в експлуатацію необхідно провести остаточну перевірку, щоб показати, що зроблені налаштування відповідають вимогам спеціального призначення та що пристрій ніколи не працює поза його номінальними характеристиками.			

P428	Автоматичний запуск		S	
Діапазон регулювання	0 … 1			
Заводське налаштування	{ 0 }			
Опис	**ПОПЕРЕДЖЕННЯ!** Небезпека травмування через несподівані рухи приводу. Повторне увімкнення після замикання на землю/короткого замикання. **НЕ** встановлюйте цей параметр на «Увімк.» (**P428 = 1**), якщо встановлено «автоматичне підтвердження несправності» (**P506 = 6** «завжди»)! Зафіксуйте привід від руху! Цей параметр використовується для визначення того, як перетворювач частоти реагує на статичний сигнал дозволу, коли подається напруга мережі (напруга мережі увімкнено). У стандартному налаштуванні **P428 = 0** "Вимк.", перетворювач частоти вимагає розблокування фронту (зміна сигналу з "низький →високий") на відповідному цифровому вході, щоб увімкнути його. Якщо FU має запуститися негайно після увімкнення мережі, можна встановити налаштування "Увімк." (**P428 = 1**). Якщо сигнал розблокування увімкнений постійно або забезпечений кабельною перемичкою, FU запускається безпосередньо.			
Примітка	Налаштування "Увімк." (P**428 = 1**) можна активувати, лише якщо перетворювач частоти параметризовано для місцевого керування (**P509 = 0** або **P509 = 1**).			
Встановлення значень	**Значення**		**Значення**	
	0	Вимкн.	Пристрій очікує на цифровий вхід, який був параметризований як "Розблоковано", (зміна сигналу "низький →високий"), щоб запустити привод. Якщо пристрій увімкнено з активним сигналом розблокування (напруга в мережі), він негайно переходить у режим "Блокування увімкнення".	
	1	Увімк.	Пристрій очікує на цифровий вхід, який параметризовано як "Розблоковано", сигнал («високий»), щоб запустити привод. **УВАГА! Ризик травмування! Привід запускається негайно!**	

P434	Цифровий вихід функц.		P
Масив даних	[-01] … [-05]		
Опис	Розподіл функцій для цифрового виходу		
Примітка	Цифрові виходи не пов'язані з безпекою.		
Встановлення значень	**Значення**	**Значення**	
	0	Вимкн.	Вихід не використовується.
	01	Зовнішнє гальмо	Для керування механічним гальмом на двигуні. Дивіться деталі BU 0800 **ПОПЕРЕДЖЕННЯ:** Несправність гальм! Контроль не пов'язаний з безпекою! Встановити гальмо як робоче гальмо. Переконайтеся, що привод зупинено до того, як STO стане активним.
	07	Несправності	Повідомлення про несправність Дивіться деталі BU 0800
	16	Швидка зупинка актв.	Спрацювала швидка зупинка (P427).
	17	Швидк. зуп. або STO актив.	Актив. STO, "Блокування напруги" або "Швидка зупинка".
	39	STO неактивний	Функція відображає реакцію "Безпечне блокування імпульсу". Сигнал падає ("високий→ низький"), коли STO та безпечна зупинка активні.

P481	Функція вихідних бітів шини		S
Масив даних	[-01] … [-18]		
Опис	Призначення функцій для вихідних бітів шини. Вихідні біти шини обробляються частотним перетворювачем як цифрові виходи.		
Примітка	Налаштування вихідних бітів шини не пов’язане з безпекою.		
Встановлення значень	**Значення**	**Значення**	
	0	Вимкн.	Вихід не використовується.
	01	Зовнішнє гальмо	Для керування механічним гальмом на двигуні. Дивіться деталі BU 0800 **ПОПЕРЕДЖЕННЯ:** Несправність гальм! Контроль не пов'язаний з безпекою! Встановити гальмо як робоче гальмо. Переконайтеся, що привод зупинено до того, як STO стане активним.
	07	Несправності	Повідомлення про несправність Дивіться деталі BU 0800
	16	Швидка зупинка актв.	Спрацювала швидка зупинка (P427).
	17	Швидк. зуп. або STO актив.	Актив. STO, "Блокування напруги" або "Швидка зупинка".
	39	STO неактивний	Функція відображає реакцію "Безпечне блокування імпульсу". Сигнал падає ("високий→ низький"), коли STO та безпечна зупинка активні.

P497	Пароль безпеки	S
Діапазон регулювання	- 32768 … 32767	
Заводське налаштування	{ 0 }	
Опис	Введіть пароль з **P498**, щоб розблокувати параметри "макс. час Safety SS1 (**P423**), "Цифрового входу Safety" (**P424**) і "Safety CRC" (**P499**). Одночасно тимчасово знімається захист паролем для "Змінити безпечний пароль" (**P498**).	
Примітка	Введене тут значення буде втрачено після вимкнення плати керування перетворювача частоти. Захист паролем знову активний.	

P498	Змінити пароль безпеки	S
Діапазон регулювання	-32768 … 32767	
Заводське налаштування	{ 0 }	
Опис	Створення пароля для захисту параметрів "макс. час Safety SS1"(**P423**), "Цифр. вхід Safety" (**P424**) і "Safety CRC" (**P499**) від несанкціонованих змін. Захист паролем можна тимчасово скасувати за допомогою "Пароль Safety" **P497**.	
Примітка	Якщо встановлено значення "0", пароль деактивовано.	

P499	Safety-CRC
Діапазон регулювання	0x0000... 0xFFFF
Заводське налаштування	{ 0 }
Опис	CRC необхідний для забезпечення параметрів, що стосуються функціональної безпеки. NORDCON автоматично обчислює CRC під час збереження цього параметра. Щоб ввести CRC іншим способом, його потрібно розрахувати вручну. Після введення CRC спрацьовує помилка, щоб примусово перезапустити інвертор із прийняттям параметрів. Неправильний CRC призведе до помилки під час запуску накопичувача. Типові значення для ручного введення:
Примітка	Під час використання функцій безпеки параметри повинні бути захищені паролем (**P498**). Ви не можете скинути цей параметр до значення за замовчуванням за допомогою "Завантажити заводські налаштування" (**P523**), а лише ввівши його вручну.

Цифровий вхід Safety (P424)	Макс. час Safety SS1 (P423)	Safety CRC (P499)
Без функції	0,1	0xDACB
Блокування напруги	0,1	0x971E
Швидка зупинка	0,1	0x4161
Швидка зупинка	0,2	0x6097
Швидка зупинка	0,3	0xBA5C
Швидка зупинка	0,5	0xF54D
Швидка зупинка	0,7	0x247E
Швидка зупинка	1	0x4664
Швидка зупинка	2	0x6E9D
Швидка зупинка	3	0x3493
Швидка зупинка	5	0xCD59
Швидка зупинка	7	0x3155
Швидка зупинка	10	0x19B4

5.2.3 Додаткові параметри

P506	Автоматичне підтвердження несправності.	S
Опис	Автоматичне повідомлення про несправність. (детальніше див. 🕮 BU 0800)	
Примітка	Автоматичне підтвердження несправності не слід використовувати разом із функцією безпеки.	
Встановлення значень	**0** = Моніторинг вимкнено	

0	**немає автоматичного** підтвердження несправності	Якщо FU керується через клеми керування, повідомлення про несправність підтверджується видаленням сигналу дозволу.
1 … 5	**Кількість** допустимих автоматичних підтверджень несправностей протягом циклу увімкнення. Після вимкнення та повторного увімкнення мережі знову доступний повний номер.	
6	**Завжди**, повідомлення про помилку завжди підтверджується автоматично, якщо причина помилки більше не існує, див. примітку.	
7	**Дезактивація через розблокування**, підтвердження можливе лише за допомогою клавіші OK/Enter або вимкнення мережі. Немає підтвердження видалення розблокування!	

P559	Час роботи за інерцією постій.струм	S	P
Діапазон регулювання	0,00 … 30,00 с		
Заводське налаштування	{ 0,5 }		
Опис	Завершення процесу зупинки шляхом тимчасового подавання постійної напруги на клеми двигуна. (детально 🕮 BU 0800)		

6 Повідомлення про робочий стан

Велика частина функцій і робочих даних перетворювача частоти постійно контролюється та одночасно порівнюється з граничними значеннями. Якщо виявлено відхилення, перетворювач частоти реагує попередженням або повідомленням про помилку.

Щоб отримати основну інформацію про це, зверніться до інструкції з експлуатації пристрою.

Усі несправності або причини, які призводять до блокування увімкнення перетворювача частоти та пов'язані STO з функціональністю, перераховані нижче.

Повідомлення про несправності

Індикація в Simple- / ControlBox		**Несправності**	**Причина**
Група	**Деталі в P700 [-01] / P701**	**Текст у полі ParameterBox**	• **Усунення несправності**
E004	4,0	**Надструм модуля**	Помилка модуля (тимчасова) • Коротке замикання або замикання на землю на виході FU (кабель двигуна або двигун) • Додатковий гальмівний резистор несправний/перевірте • Додатковий дросель двигуна несправний/перевірте Подальша інформація • Подальші причини несправності: – неправильно підібраний гальмівний резистор – задовгий кабель двигуна – занадто високий опір кабелю або занадто низька напруга на "Безпечному блокуванні імпульсу". • **P537** не вимикати! • **Виникнення несправності може призвести до значного скорочення терміну служби аж до руйнування пристрою**.
E008	**8,0**	**Втрата параметрів** (Перевищено максимальне значення EEPROM)	Помилка в даних EEPROM • Версія програмного забезпечення збереженого набору даних не відповідає версії програмного забезпечення FU. **ПОВІДОМЛЕННЯ**: Неправильні параметри автоматично перезавантажуються (заводські налаштування). • EMC несправності (див. також E020)
	8,1	**Неправильний тип інвертора**	• EEPROM несправний
	8,2	**Зовнішня помилка копіювання** (ControlBox)	• Переконайтеся, що ControlBox встановлено правильно • Несправний EEPROM ControlBox (**P550 = 1**)
	8,4	**Внутрішня помилка EEPROM** (невірна версія бази даних)	Ступінь розширення частотного перетворювача не розпізнається належним чином. • Вимкніть живлення і знову увімкніть.
	8,7	**Нерівна копія EEPR**	

E018	**18,0**	**Схема безпеки (SafetyCirc)**	Під час розблокування спрацьовує запобіжний ланцюг "Безпечне блокування імпульсу".
	18,5	**Safety SS1**	Налаштований час спрацьовування (**P423**) функції SS1-t минув. Оскільки перетворювач все ще надсилає вихідні імпульси, спрацьовує STO. Ця помилка не може бути підтверджена. Перезапустіть перетворювач частоти.
	18,6	**Система безпеки**	Відбулася помилка у функції безпеки. • Перезапустіть перетворювач частоти. • Якщо помилка повторюється, знайдіть розширений номер помилки в параметрі "Поточний робочий стан" (**P700 [-04]**) і зверніться до служби підтримки
E110	**110,0**	**Safety CRC**	Відбулася помилка у функції безпеки. • Контрольна сума CRC не відповідає встановленим параметрам безпеки "макс. час Safety SS1" (**P423**) і "Цифровий вхід Safety" (**P424**) і її необхідно відрегулювати.
	110,1	**Safety CRC змінено**	Контрольну суму CRC змінено. Зміни приймаються лише після перезапуску.
	110,2	**Безпека без P497/Pw.**	При використанні "Цифровий вхід Safety"необхідно встановити параметр захисту паролем "Змінити пароль Safety" (**P498**). Щоб змінити параметри безпечного входу, необхідно встановити пароль у параметрі "Пароль Safety" (**P497**).

Блокування ввімкнення повідомлень, "не готовий"

Індикація в Simple- / ControlBox		**Земля** **Текст у полі ParameterBox**	**Причина** • **Усунення несправності**
Група	**Деталі в P700 [-03]**		
I000	**0,1**	**Блокування напруги від IO**	Вхід (**P420/P480**), параметризований функцією "Вимкнути напругу", встановлено на "низький" • Встановіть вхід на "високий" • Перевірте сигнальну лінію (обрив кабелю)
	0,2	**Швидка зупинка від IO**	Вхід, параметризований функцією "Швидка зупинка" (**P420/P480**), встановлений на "низький" • Встановіть вхід на "високий" • Перевірте сигнальну лінію (обрив кабелю)
I018	**18,0**	**STO активний** [1)]	Спрацював захисний ланцюг "Безпечне блокування імпульсу". Підключений двигун не створює крутного моменту.

1) Ідентифікація робочого стану (повідомлення) на *ParameterBox* або на віртуальному операційному блоці програмного забезпечення *NORD CON*-: **"Не готовий"**

Інформація про стан

Інформацію про стан можна запитувати за допомогою ParameterBox, ControlBox або через польову шину. Ця інформація **не надається з міркувань** безпеки. Має лише інформативний характер.

Стан функції "Безпечне блокування імпульсу" та цифрових входів та виходів може відстежуватися за допомогою інформаційних параметрів, а також за допомогою слова стану, що повертається через польову шину.

Для отримання інформації про стан функції "Безпечне блокування імпульсу" необхідно призначити цифровому виходу, вихідному біту шини або вільному біту стану (біту 10 або 13) функцію "39" (STO не активно). Стан цих біт можна отримати за допомогою параметрів "Стан реле" (**P711**), "Слово стану"(**P741 [-01]**) або "Вихідні біти шини" (**P741 [-07]**) і, якщо необхідно, передати по шині.

Цифровий вихід може бути використаний для виведення стану "Безпечне блокування імпульсу". Слід зазначити, що це відображення стану не пов’язане з безпекою.

Якщо перетворювач частоти керується через клеми керування, повідомлення про помилку підтверджується видаленням сигналу дозволу, див. **P506**.

7 Подальша інформація

7.1 Реле захисного відключення

Захисний комутаційний пристрій, що використовується для передбаченого використання, і всі інші компоненти, необхідні для реалізації функції безпеки, повинні відповідати вимогам конкретного застосування відповідно до аналізу ризиків.

Виходи комутаційних пристроїв повинні відповідати граничним умовам, наведеним нижче.

7.1.1 Вихідна напруга захисних комутаційних пристроїв

На вхідних клемах перетворювача частоти має бути зазначена напруга. Також необхідно враховувати падіння напруги на використовуваному кабелі.

Механічне реле захисного відключення

24 В ± 25% (18 В…30 В)	для функції "Безпечне блокування імпульсу"
24 В -37,5% + 25% (15 В…30 В)	для "Цифрового входу Safety"

Електронний захисний комутаційний пристрій з виходами OSSD

24 В - 20%/ + 25% (19,2 В…30 В)	для функції "Безпечне блокування імпульсу"
24 В -37,5% + 25% (15 В…30 В)	для "Цифрового входу Safety"

7.1.2 Комутаційна здатність і струмове навантаження

Вихід функції безпеки комутаційних пристроїв повинні бути розраховані на навантаження, вказані нижче.

Навантаження на підключений перетворювач частоти	**VIS1_24V (M3_4)**	**VIS2_24V (M3_2)**
Безперервний струм (середнє значення)	Дивись нижче	Дивись нижче
Пусковий струм	≤ 70 мА для t ≤ 4 мс	≤ 700 мА для t ≤ 2,5 мс
Допоміжна ємність (з захистом від зворотної полярності)	прибл. 5 µF	прибл. 30 µF
Піковий струм після тестового імпульсу OSSD (періодичний)	≤ 70 мА для t ≤ 1 мс	≤ 700 мА для t ≤ 1 мс

Наступна інформація щодо середніх вхідних струмів стосується напруги безпосередньо на вхідних клемах. При необхідності слід враховувати перепади напруги на кабелі і допуск джерела. Зазначені струми не є типовими значеннями, але є основою для визначення параметрів пристрою захисного вимикання!

Середні вхідні струми:

	Вхідна напруга VIS1_24 В						
	18 В	20 В	22 В	24 В	26 В	28 В	30 В
	21 мА	22 мА	23 мА	24 мА	25 мА	26 мА	27 мА
Клас застосування	**Вхідна напруга VIS2_24 В**						
	18 В	20 В	22 В	24 В	26 В	28 В	30 В
A	101 мА	95 мА	91 мА	88 мА	86 мА	85 мА	84 мА
B	114 мА	107 мА	101 мА	97 мА	94 мА	92 мА	91 мА
C	124 мА	116 мА	109 мА	105 мА	101 мА	99 мА	97 мА

Інформація

Підвищене енергоспоживання при включенні або після тестового імпульсу від OSSD

Завдяки резервним конденсаторам шляхів безпечного відключення відбувається короткочасне збільшення споживання струму при включенні та після тестового імпульсу від OSSD. Функція "Безпечне блокування імпульсу" оснащена активним обмеженням струму для мінімізації навантаження на вихід функції безпеки, 📖 (див. Главу 8.1 "Безпечне блокування імпульсу і цифровий вхід Safety").

7.1.3 Виходи OSSD, тестові імпульси

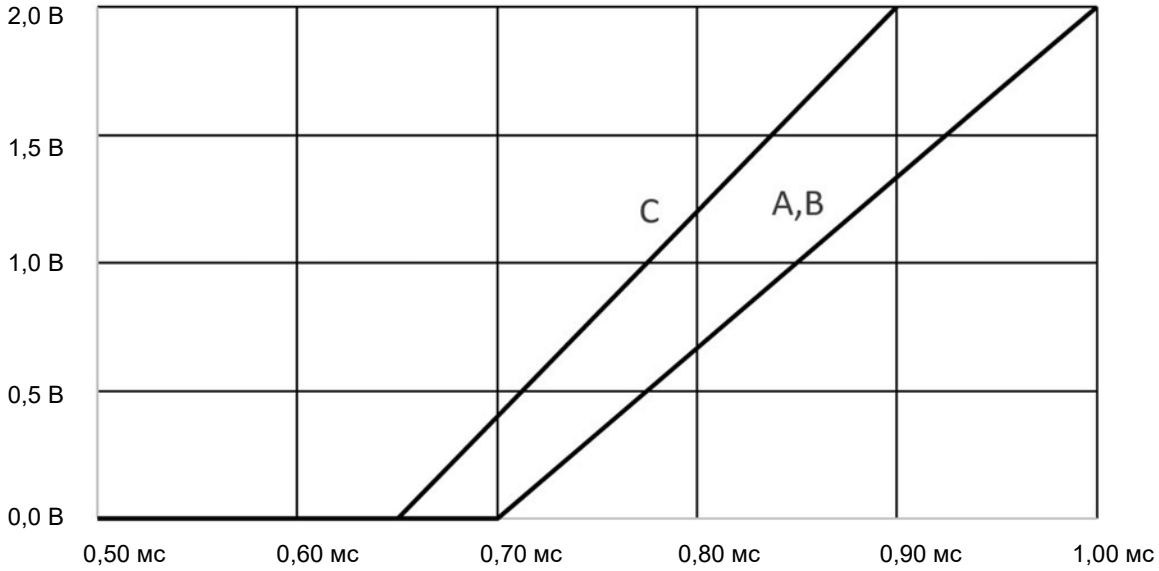
Сигнал OSSD повинен відповідати наступним вимогам:

- D ≥ 90% (навантаження, робочий цикл)
- Подвійні імпульси дозволені, якщо спадні фронти імпульсів знаходяться на відстані щонайменше 2 * t_{OSSD} один від одного і виконується умова для D, див. приклад 1 і приклад 2.
- Тривалість тестового імпульсу повинна бути в діапазоні 0,2 мс ≤ t_{OSSD} ≤ 0,5 мс. Максимальна ширина тестового імпульсу залежить від класу застосування:

Клас застосування	**A**	**B**	**C**
$t_{OSSD, макс}$	1000 µs	1000 µs	900 µs

- Залежно від класу застосування та довжини тестового імпульсу мінімальна вхідна напруга захисного комутаційного пристрою $V_{IS_24V, min}$ може знадобитися збільшити.

Корекція напруги для довгих тестових імпульсів OSSD



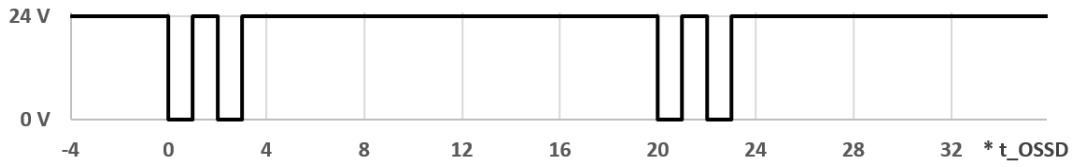
Ця корекція напруги є сукупною з іншими корекціями, див. приклад 3.

Приклад 1

Після тестового імпульсу тривалістю t_{OSSD} подається напруга живлення щонайменше 9 * t_{OSSD}.

Приклад 2

Допустимі тестові імпульси OSSD



- Перший тестовий імпульс шириною t_{OSSD}.
- Напруга живлення присутня протягом часу 1 * t_{OSSD}.
- Другий тестовий імпульс шириною t_{OSSD}.
- Напруга живлення присутня принаймні 17 * t_{OSSD}.

Приклад 3

Для 🕮·3.3.2.2 "Експлуатація з кількома пристроями" прикладу було визначено клас застосування B і мінімальну вхідну напругу $V_{24V,\ min}$ = 21,2V. У цьому прикладі, якщо ширина тестового імпульсу становить t_{OSSD} = 0,80 мс, мінімальна вхідна напруга збільшується ще на 0,7 В до $V_{24B,\ min}$ = 21,9 V. Якщо ви використовуєте джерело напруги 24 В з допуском 10% як у цьому прикладі (VQ,min = 21,6 В), це буде важко виміряти, тобто вам потрібне джерело з меншим допуском, меншою шириною тестового імпульсу на OSSD або більшим поперечним перерізом кабелю.

7.2 Клас безпеки

7.2.1 IEC 60204-1:2016

(Німецька версія EN 60204-1:2018)

Вимоги до функцій зупинки категорії 0 і категорії 1 можна виконати за допомогою функції "Безпечне блокування імпульсу".

Контрольоване відключення функції зупинки категорії 1 не пов’язане з безпекою через стандартні функції перетворювача частоти. Перехід до функції зупинки категорії 0 пов'язаний з безпекою.

7.2.2 IEC 61800-5-2:2016

(Німецька версія EN 61800-5-2:2017)

Вимоги до функції "Безпечне вимкнення крутного моменту" (STO) і рівень вимог безпеки SIL 3 можуть бути виконані за допомогою методу безпечного відключення "Безпечне блокування імпульсу".

Завдяки поєднанню "Безпечне блокування імпульсу" та "Цифровий вхід Safety" можуть бути виконані вимоги до функції "Безпечна зупинка 1 з керуванням часу" (SS1-t) і рівнем вимог безпеки SIL 2.

За допомогою функції SS1-t перетворювач частоти не контролює сповільнення або швидкість двигуна. Якщо аналіз ризиків показує, що моніторинг необхідний, це має здійснюватися зовнішнім захищеним контролем. Рішення для функції SS1-t, описане в прикладах, відповідає поведінці відповідно до стандарту IEC 61800-5-2:2016, розділ 4.2.3.3, параграф c) "Запуск уповільнення двигуна та, після конкретної програми, затримки часу, запуск функції STO ". Уповільнення двигуна не пов’язане з безпекою через стандартні функції перетворювача частоти. Перехід до функції STO пов’язаний з безпекою через зовнішній безпечний контролер, напр. реле захисного відключення.

Ініціювання уповільнення двигуна за допомогою "Цифровий вхід Safety" може відповідати вимогам безпеки рівня SIL 2. Зовнішній перехід до функції STO може відповідати вимогам безпеки SIL 3.

КОМЕНТАР: Контрольоване вимикання функції SS1-t може бути непоміченим. Тому функцію SS1-t не можна використовувати, якщо ця помилка може спричинити небезпечну ситуацію в кінцевій програмі.

Функція реагування на помилки "Цифрового входу Safety" є функцією STO. Якщо під час уповільнення двигуна виявляється помилка в "Цифровому вході Safety", програмне забезпечення вимикає виходи двигуна. Така поведінка відповідає функції STO.

7.2.3 IEC 61508:2010

(Німецька версія EN 61508:2010)

Метод відключення "Безпечне блокування імпульсу" для реалізації функції безпеки STO відповідає вимогам безпеки рівня SIL 3. "Цифровий вхід Safety" для запуску гальмування двигуна для функції SS1-t відповідає вимогам безпеки рівня SIL 2, 🕮 7.2.2 "IEC 61800-5-2:2016"

7.2.4 ISO 13849-1:2015

(Німецька версія EN ISO 13849-1:2016)

Метод відключення "Безпечне блокування імпульсу" для реалізації функції безпеки STO відповідає вимогам рівня ефективності e і категорії 4.

"Цифровий вхід Safety" для запуску гальмування двигуна для функції SS1-t відповідає вимогам рівня ефективності d і категорії 2.

Інформація

Оцінка функції безпеки

Значення, вказані в технічних даних, враховують лише входи або методи відключення, зазначені в кожному конкретному випадку.

Компоненти, які додатково необхідні для реалізації функції безпеки, такі як реле захисного відключення, кнопка аварійної зупинки тощо, повинні бути враховані при оцінці функції безпеки. Ці компоненти суттєво впливають на результативні, важливі для безпеки значення характеристик.

8 Технічні характеристики

Використовуються технічні характеристики з інструкції до пристрою. (BU 0800)

Незважаючи на це, застосовується наступне:

Функція	Специфікація
Максимальна висота установки над рівнем моря	≤ 2000 м

Також застосовуються наступні технічні характеристики.

8.1 Безпечне блокування імпульсу і цифровий вхід Safety

	Безпечне блокування імпульсу	Цифровий вхід Safety
Вхідна напруга	+24 В ±25 % (18 В … 30 В)	+24 В -37,5% +25% (15 В … 30 В)
Експлуатація з OSSD	-20% … +25% (19,2 В … 30 В)	+24 В -37,5% +25% (15 В … 30 В)
Високий рівень	≥ 18 В	≥ 15 В
Низький рівень	≤ 3В	≤ 3В
Струм споживання (середнє значення)	залежно від вхідної напруги та класу застосування (типу перетворювача та частоти імпульсів), див 7.1.2 "Комутаційна здатність і струмове навантаження"	≤ 10 мА
Піковий струм (піковий, при включенні або на OSSD)	VIS1_24V: ≤70 мА VIS2_24B: ≤ 700 мА	≤ 25 мА
Вхідний опір	– –	Низький рівень: 10 kΩ Високий рівень: 3 … 5 kΩ
Вхідна ємність	VIS1_24V: приб. 5 µF VIS2_24V: приб. 30 µF (кожен з захистом від зворотної полярності)	приб. 10 nF
Довжина кабелю	≤ 100 m (екранований відповідно до вимог EMC)	
Ємність кабелю	≤ 20 nF на підключений перетворювач частоти (≤ 4 nF * t_{OSSD}/ 0,1 мс для t_{OSSD} ≤ 500 µs)	
Вимоги до OSSD		
Ширина тестового імпульсу	200 мкс ≤ t_{OSSD} ≤ 500 µs, 🕮·3.3.2 "Експлуатація з OSSD" 🕮·7.1.3 "Виходи OSSD, тестові імпульси",	
Режим роботи (високий рівень)	≥ 90 %	
Відстань від подвійних імпульсів (відстань спадаючих фронтів)	≥ 2* t_{OSSD} (зверніть увагу на коефіцієнт заповнення)	
Затримка увімкнення (Час від зміни вхідного сигналу з низького на високий рівень до моменту, коли перетворювач частоти можна увімкнути.)	≤25 мс	≤15 мс
Час реакції (Час від зміни вхідного сигналу з високого на низький рівень до активації функції безпеки.)	≤140 мс	≤10 мс

	Безпечне блокування імпульсу	Цифровий вхід Safety
Час циклу (Час між двома фронтами на вході.)	≥1 с	
Час реакції на помилку (Час між виявленням помилки та запуском функції реагування на помилку.)		≤35 мс
Функція реагування на помилки		Вимкнення інвертора (поведінка як STO)
Пріоритет	найвищий	низький
Джерело рівня відмов	SN 29500	
Сумісний об'єкт	Тип Б	
Відмовостійкість обладнання	HFT 0	
Частка безпечних відмов	SFF = 100 %	SFF = 97,89 %
Імовірність небезпечної відмови на годину	PFH = 0	PFH = 14,04 FIT
Середній час до небезпечної відмови	$MTTF_d$ = "високий" (> 100 років)	
Діагностичне покриття	неможливо визначити (PFH = 0)	DC = 91,55% ("середній")
Рівень безпеки (відповідно до IEC 61800-5-2:2016 і IEC 61508:2010)	SIL 3	SIL 2
Категорія (відповідно до EN ISO 13849-1:2016)	Категорія 4	Категорія 2
Рівень ефективності (відповідно до EN ISO 13849-1:2016)	PL e	PL d
Інтервал перевірки	TM = 20 років (термін служби, "час служби")	

9 Примітки

9.1 Інструкції з обслуговування

Слід використовувати інструкції з обслуговування разом з посібником до пристрою. (BU 0800)

Примітки щодо тривалого зберігання, що містяться в ньому, також стосуються функції "Безпечне блокування імпульсу".

"Безпечне блокування імпульсу" має подаватись під напругою 24 В постійного струму протягом **60 хвилин принаймні раз на рік**, щоб підтримувати його функціональність і запобігти пошкодженню функції "Безпечне блокування імпульсу".

9.2 Інструкції з ремонту

Щоб скоротити час ремонту, при поверненні пристрою вкажіть причину повернення та принаймні одну контактну особу.

У разі ремонту надішліть пристрій за адресою:

NORD Electronic DRIVESYSTEMS GmbH

Tjüchkampstraße 37

26606 Aurich

Інформація

Аксесуари сторонніх виробників

У разі повернення пристрою із зовнішніми аксесуарами компанія Getriebebau NORD GmbH & Co. KG не несе відповідальності за аксесуари.

Інформація

Товаросупровідний документ

Для повернення використовуйте заповнений товаросупровідний документ. Ви можете знайти його на нашій домашній сторінці www.nord.com або безпосередньо за посиланням на товаросупровідний документ

Якщо у вас виникли питання щодо ремонту, звертайтесь:

Getriebebau NORD GmbH & Co. KGGetriebebau NORD GmbH & Co. KG

Тел.: +49 (0) 45 32/ 289-2515

Факс: +49 (0) 45 32/ 289-2555

9.3 Інструкції з обслуговування та введення в експлуатацію

У разі проблем, напр. під час введення в експлуатацію, будь ласка, зв'яжіться з нашою службою:

Тел.: +49 4532 289-2125

Наш сервіс доступний для вас цілодобово (24 години на добу, 7 днів на тиждень), поможемо вам якнайшвидше, якщо ви надішлете наступну інформацію про пристрій та аксесуари до нього:

- Позначення типу,
- Серійний номер,
- Версія прошивки.

9.4 Документи та програмне забезпечення

Ви можете завантажити документи та програмне забезпечення з нашого сайту www.nord.com.

Застосовні та інші документи

Документація	Зміст
BU 0800	Інструкція до перетворювачів частоти NORDAC *ON* (SK 3xxP)
BU 0000	Посібник з налаштування програмного забезпечення NORDCON
BU 0040	Посібник щодо обслуговування блоків параметризації NORD

Програмне забезпечення

Програмне забезпечення	Опис
NORDCON	Параметризація та діагностування програмного забезпечення

9.5 Скорочення

- **BW** Гальмівний резистор
- **DIN** Цифровий вхід
- **DOUT** Цифровий вихід
- **EMV** Електромагнітна сумісність
- **FU** Перетворювач частоти
- **GND** Земля
- **OSSD** Пристрій перемикання вихідного сигналу
- **P** Параметр, що залежить від набору параметрів, тобто, параметр, якому можуть бути призначені різні функції або значення в кожному з 4 наборів параметрів перетворювача частоти.
- **PDS(SR)** Power Drive Systems (Системи електричного приводу, Safety Related) → Системи електричного приводу з вбудованими функціями безпеки.
- **S** Параметри супервізора. Параметр, який відображається, лише якщо Supervisor Code введено в параметрі **P003**
- **SS1** «Безпечна зупинка 1», безпечна зупинка 1
- **STO** «Safe Torque Off», безпечно вимкнений крутний момент
- **$V_{24V, min}$** Мінімальна вхідна напруга захисного комутаційного пристрою

Покажчик

O

OSSD 24, 26, 42, 47

S

Safety-CRC (P499) 37

SS1-t

- Введення в експлуатацію 28
- Приклад 18

STO 14

- Введення в експлуатацію 28
- Приклад 16

A

Автоматичне підтвердження несправності. (P506) 38

Автоматичний запуск(P428) 35

Б

Безпечне блокування імпульсу 24

- OSSD 24, 26, 47
- Приклад 26

Безпечне вимкнення

- Безпечне блокування імпульсу 24

Блокування запуску 19

B

Введення в експлуатацію 28

- SS1-t 28
- STO 28

Втрата параметрів 39

Д

Документи

- застосовні 50

E

EMC 27

З

Захисні функції

- STO 14
- Безпечний момент 14

Змінити пароль безпеки(P498) 37

M

Макс. час Safety SS1 (P423) 34

механічне гальмо 14

П

Параметр 32

Параметризація безпечного цифрового входу 32

Пароль безпеки(P497) 36

Перевірка 31

Повернення 49

Повідомлення

- Несправності 39
- Робочий стан 39

Приклад 26

- SS1-t 18
- STO 16

Програмне забезпечення 50

P

Реле захисного відключення 42

Ремонт 49

C

Стандарт

- IEC 60204-1 45
- IEC 61508 45
- IEC 61800-5-2 45
- ISO 13849-1 46

T

Технічні характеристики 47

Товаросупровідний документ 49

Ф

Функція вихідних бітів шини(P481) 36

Ц

Цифровий вихід функц. (P434) 36

Цифровий вхід Safety (P424) 34

Ч

Час роботи за інерцією постій.струм(P559) 38
Час швидкої зупинки (P426) 35

Headquarters
Getriebebau NORD GmbH & Co. KG
Getriebebau-Nord-Str. 1
22941 Bargteheide, Deutschland
T: +49 45 32 / 289 0
F: +49 45 32 / 289 22 53
info@nord.com

6078334 / 1923