

Zalecenia projektowe

Przetwornice częstotliwości iC2-Micro



Spis treści

1	Wprowadzenie i zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa	7
1.1	Przeznaczenie zaleceń projektowych	7
1.2	Materiały dodatkowe	7
1.3	Materiały pomocnicze przeznaczone do planowania i projektowania	7
1.4	Historia wersji	7
1.5	Symbole bezpieczeństwa	8
1.6	Wyroby medyczne	8
1.7	Uwagi ogólne dotyczące bezpieczeństwa	8
1.8	Wykwalifikowany personel	10
2	Zatwierdzenia i certyfikaty	11
2.1	Zatwierdzenia i certyfikaty produktu	11
2.2	Normy	12
2.3	Przepisy dotyczące kontroli eksportu	13
3	Przetwornice częstotliwości iC2-Micro	14
3.1	Użytkowanie zgodnie z przeznaczeniem	14
3.2	Schemat blokowy	14
3.3	Ecodesign dla układów napędowych	15
3.3.1	Straty mocy i wydajność	15
3.4	Wykonanie sprzętowe	16
3.5	Sterowanie i interfejsy	17
3.5.1	Zaciski sterowania	17
3.5.2	Złącze RJ45 i przełącznik terminacji RS485	18
3.5.3	Panel sterowania i panel sterowania 2.0 OP2	19
3.5.4	Przyciski i wskaźniki panelu sterowania	19
3.5.5	Zaślepka przesuwana na osłonie zacisków	21
3.6	Oprogramowanie aplikacyjne	22
3.6.1	Przegląd	22
3.6.2	Funkcje podstawowe	23
3.6.3	Regulacja IO i odczyty	24
3.6.4	Funkcje sterowania silnikiem	25
3.6.5	Hamowanie obciążenia	25
3.6.6	Funkcje ochronne	26
3.6.7	Funkcje monitorowania	27
3.6.8	Oprogramowanie narzędziowe	27
3.7	Funkcje hamowania	27

3.7.1	Mechaniczny hamulec przytrzymujący	27
3.7.2	Hamowanie dynamiczne	27
3.7.3	Wybór rezystora hamowania	27
3.7.3.1	Wprowadzenie	27
3.7.3.2	Obliczanie rezystancji hamowania	28
3.7.3.3	Zalecany przez firmę Danfoss sposób obliczania rezystancji hamowania	29
3.7.4	Sterowanie za pomocą funkcji hamowania	29
4	Wymagania techniczne	31
4.1	Dane elektryczne	31
4.1.1	Zasilanie 1 × 200-240 V AC	31
4.1.2	Zasilanie 3 × 380-480 V AC	31
4.2	Ogólne dane techniczne	32
4.2.1	Zabezpieczenia i funkcje	32
4.2.2	Sieć zasilająca	32
4.2.3	Wyjście silnikowe z przetwornicy i dane silnika	33
4.2.4	Charakterystyka momentu	33
4.2.5	We/wy sterowania	33
4.2.5.1	Wejście cyfrowe i impulsowe	34
4.2.5.2	Wyjście cyfrowe i impulsowe	34
4.2.5.3	Wejście analogowe	35
4.2.5.4	Wyjście analogowe	35
4.2.5.5	Wyjście przekaźnikowe	35
4.2.5.6	Napięcia pomocnicze	36
4.2.6	Komunikacja szeregową RS485	36
4.2.7	Warunki otoczenia	36
4.2.7.1	Warunki otoczenia podczas przechowywania	36
4.2.7.2	Warunki otoczenia podczas transportowania	37
4.2.7.3	Warunki otoczenia podczas pracy	37
4.3	Bezpieczniki i wyłączniki	38
4.4	Złącza zasilania	39
4.5	Hałas akustyczny	40
4.6	Poziomy zgodności EMC	40
4.6.1	Wymagania dotyczące emisji	41
4.6.2	Wymagania dotyczące odporności EMC	41
4.7	Kompatybilność EMC i długość kabla silnika	42
4.8	Warunki dU/dt	43
4.9	Obniżanie wartości znamionowych	44

4.9.1	Ręczne obniżanie wartości znamionowych	44
4.9.2	Automatyczne obniżanie wartości znamionowych	45
5	Wymiary zewnętrzne	46
5.1	Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type	46
5.2	Rozmiary i wymiary obudowy IP21/UL typ 1	47
5.3	Rozmiary i wymiary obudowy NEMA 1	48
6	Informacje dotyczące montażu mechanicznego	49
6.1	Zakres dostawy	49
6.2	Etykiety produktu	49
6.2.1	Etykiety produktu na przetwornicach częstotliwości	49
6.2.2	Etykiety opakowania	50
6.3	Zalecana utylizacja	51
6.4	Przechowywanie do momentu instalacji	51
6.4.1	Ponowne formowanie kondensatorów	51
6.4.2	Bezpieczny transport i przechowywanie	52
6.5	Wymagania wstępne dotyczące instalacji	53
6.5.1	Środowisko pracy	53
6.6	Informacje dotyczące konserwacji	54
6.6.1	Regularna konserwacja	54
6.6.2	Harmonogram konserwacji	54
6.6.3	Dostęp serwisowy	55
6.6.4	Konserwacja i serwisowanie radiatora i wentylatora	55
6.7	Instalacja mechaniczna	55
6.7.1	Wskazówki dotyczące montażu	55
6.7.2	Miejsca montażu	56
6.7.3	Instrukcja montażu	56
6.7.4	Zalecane śruby i wkręty	57
6.7.5	Schematy otworów	57
6.7.6	Ustawianie przetwornicy częstotliwości podczas instalacji	58
6.7.7	Chłodzenie	58
6.7.8	Zalecana przestrzeń dla dostępu serwisowego	59
7	Informacje dotyczące montażu elektrycznego	61
7.1	Instalacja elektryczna — środki ostrożności	61
7.2	Schemat montażowy połączeń	62
7.3	Typ sieci zasilającej i ochrona	63
7.3.1	Typy sieci zasilających	63

7.3.2	Prądy uziemienia ochronnego i prądy wyrównywania potencjałów/upływowe	63
7.3.3	Pomiar prądu PE	64
7.3.4	Ochrona z wykorzystaniem wyłącznika różnicowoprądowego RCD	65
7.3.5	Urządzenia monitorujące izolację	66
7.4	Wytyczne dotyczące instalacji zgodne z wymogami EMC	66
7.4.1	Przewody silnoprądowe i uziemienie	68
7.4.2	Przewody sterownicze	69
7.5	Izolacja galwaniczna	69
7.6	Prąd upływu	70
7.7	Uwagi dotyczące instalacji silnika	72
7.7.1	Obsługiwane typy silników	72
7.7.2	Izolacja silnika	72
7.7.3	Prądy łożyskowe	72
7.7.4	Zabezpieczenie termiczne silnika	73
7.8	Skrajne warunki pracy	74
7.9	Uwagi dotyczące przewodów silnoprądowych	75
7.9.1	Wymogi w zakresie momentu obrotowego	75
7.10	Instalacja elektryczna	75
7.10.1	Złącze zasilania, silnika i uziemienia	75
7.10.2	Podłączanie silnika	77
7.10.3	Podłączanie zasilania AC	78
7.10.4	Typy zacisków sterowania	78
7.10.5	Przekroje przewodów sterowania i długości ściągniętej izolacji	79
7.10.6	Podłączanie ekranu kabla	80
7.10.7	Podział obciążenia/hamulec	81
8	Sposób składania zamówień	84
8.1	Kod modelu	84
8.2	Zamawianie akcesoriów i części zamiennych	84
8.3	Zamówienie rezystorów hamowania	86
8.3.1	Wprowadzenie	86
8.3.2	Zamawianie 10% rezystorów hamowania	86
8.3.3	Zamawianie 40% rezystorów hamowania	87

1 Wprowadzenie i zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa

1.1 Przeznaczenie zaleceń projektowych

Niniejsze zalecenia projektowe przeznaczone są dla wykwalifikowanego personelu, takiego jak:

- Inżynierowie projektów i systemów.
- Konsultanci ds. projektowania.
- Specjaliści ds. aplikacji i produktów.

Zalecenia projektowe zawierają informacje techniczne pozwalające zrozumieć możliwości, jakie zapewniają iC2-Micro Frequency Converters w zakresie integracji z systemami sterowania i monitorowania silników. Ich celem jest przedstawienie zagadnień projektowych i danych planowania w celu integracji przetwornicy częstotliwości z systemem. Umożliwia wybór przetwornic oraz opcji w odniesieniu do różnych zastosowań i instalacji. Zapoznanie się ze szczegółowymi informacjami dotyczącymi produktu jeszcze na etapie projektowania umożliwi stworzenie dobrze przemyślanego systemu, zapewniającego optymalną funkcjonalność i wydajność.

Niniejszy podręcznik skierowany jest do użytkowników na całym świecie. Dlatego też opisywane wartości przedstawiane są w zarówno w formie układu SI, jak i jednostek imperialnych.

1.2 Materiały dodatkowe

Dostępne są również dodatkowe materiały pomagające zrozumieć funkcje, a także bezpiecznie zainstalować i obsługiwać iC2-Micro Frequency Converters:

- Instrukcja obsługi obejmuje informacje na temat instalacji, uruchomienia przy przekazywaniu do eksploatacji i konserwacji omawianej przetwornicy.
- Podręcznik aplikacji zawiera informacje na temat programowania, a także pełne opisy parametrów.
- Facts Worth Knowing about AC Drives, można pobrać z witryny www.danfoss.com.
- Witryna www.danfoss.com oferuje również dostęp do dodatkowych publikacji, rysunków i instrukcji.

Najnowsze wersje dokumentacji dotyczącej produktu Danfoss można pobrać ze strony <http://drives.danfoss.com/downloads/portal/>.

1.3 Materiały pomocnicze przeznaczone do planowania i projektowania

Danfoss zapewnia dostęp do skonsolidowanego środowiska produktowego, mogącego zapewnić wsparcie w obrębie całego cyklu życia produktu.

Dokumenty

Instrukcję obsługi, podręcznik aplikacji oraz zalecenia projektowe dotyczące iC2-Micro Frequency Converters można pobrać z witryny www.danfoss.com. Istnieje również możliwość zamówienia wersji drukowanych.

Rysunki

Każda przetwornica posiada rysunki 2D i 3D oraz schematy połączeń dostępne w standardowych formatach plików.

Oprogramowanie

Dostępne są również pliki konfiguracyjne przeznaczone dla iC2-Micro Frequency Converters. MyDrive® Suite zapewnia narzędzia pomocne podczas całego cyklu życia przetwornicy, od etapu projektowania systemu aż po czynności serwisowe. MyDrive® Suite można pobrać ze strony <https://suite.mydrive.danfoss.com/>.

Konfigurator

Konfigurator produktów ułatwia wybór odpowiedniego produktu. Po zakończeniu całego procesu, konfigurator produktów przedstawi listę odpowiednich dokumentów i akcesoriów.

1.4 Historia wersji

Niniejszy podręcznik jest regularnie przeglądany i aktualizowany. Wszelkie sugestie dotyczące ulepszania jej są mile widziane.

Oryginalnym językiem niniejszego podręcznika jest język angielski.

Tabela 1: Historia wersji

Wersja	Uwagi
AJ402315027937, wersja 0101	Dla rozmiarów obudów wersji MA01c/MA02c/MA01a/MA02a. ⁽¹⁾

¹ Dane dotyczące modeli MA03a do MA05a zostaną udostępnione w kolejnej wersji.

Zalecenia projektowe

1.5 Symbole bezpieczeństwa

W niniejszej instrukcji używane są następujące symbole:

⚠ N I E B E Z P I E C Z E Ń S T W O ⚠

Oznacza niebezpieczną sytuację, która, jeśli się do niej dopuści, będzie skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

⚠ O S T R Z E Ż E N I E ⚠

Oznacza niebezpieczną sytuację, która, jeśli się do niej dopuści, może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

⚠ O S T R Z E Ż E N I E ⚠

Oznacza niebezpieczną sytuację, która, jeśli się do niej dopuści, może skutkować niewielkimi lub umiarkowanymi obrażeniami.

U W A G A

Oznacza informacje traktowane jako ważne, ale niezwiązane z zagrożeniem (na przykład komunikaty dotyczące uszkodzenia mienia).

1.6 Wyroby medyczne

⚠ O S T R Z E Ż E N I E ⚠

OCHRONA OSÓB PRZED POLAMI ELEKTROMAGNETYCZNYMI O CZĘSTOTLIWOŚCI OD 0 HZ DO 300 GHZ

Przetwornice częstotliwości i filtry mogą wytwarzać silne zakłócenia elektromagnetyczne, mogące wpływać na działanie rozruszników serca oraz innych, wszczepionych urządzeń medycznych.

1.7 Uwagi ogólne dotyczące bezpieczeństwa

Podczas instalacji lub obsługi przetwornicy częstotliwości należy przestrzegać informacji dotyczących bezpieczeństwa wyszczególnionych w instrukcji. Więcej informacji na temat wytycznych z zakresu bezpieczeństwa dotyczących instalacji i obsługi zawiera instrukcja obsługi danej przetwornicy częstotliwości.

Wskazówki dotyczące bezpiecznej obsługi

- Omawiana przetwornica nie jest przeznaczona do pełnienia funkcji jedyne go urządzenia zabezpieczającego w obrębie systemu. Upewnij się, że zgodnie z regionalnymi wytycznymi bezpieczeństwa oraz przepisami dotyczącymi zapobiegania wypadkom na przetwornicach, silnikach i akcesoriach zainstalowane są dodatkowe urządzenia monitorujące i zabezpieczające.
- Przed uruchomieniem jakichkolwiek funkcji związanych z automatycznym resetowaniem usterek lub zmianą wartości granicznych należy upewnić się, czy po ponownym uruchomieniu nie wystąpią żadne sytuacje niebezpieczne. Jeśli funkcja automatycznego resetowania będzie aktywna, silnik będzie uruchamiał się automatycznie po wykonaniu automatycznego resetowania usterek.
- Podczas pracy przetwornicy oraz po podłączeniu zasilania sieciowego, wszystkie drzwi i pokrywy muszą pozostawać zamknięte, a skrzynki zaciskowe przykryte.
- Komponenty i akcesoria przetwornicy nadal mogą pozostawać pod napięciem i podłączone do zasilania sieciowego, nawet po zgaśnięciu wskaźników związanych z pracą urządzenia.

⚠ O S T R Z E Ż E N I E ⚠

BRAK ŚWIADOMOŚCI BEZPIECZEŃSTWA

Niniejszy przewodnik zawiera ważne informacje na temat zapobiegania obrażeniom ciała i uszkodzeniom sprzętu lub systemu. Zignorowanie tej informacji może doprowadzić do śmierci, poważnych obrażeń lub poważnego uszkodzenia sprzętu.

- Upewnij się, że w pełni rozumiesz zagrożenia i środki bezpieczeństwa występujące w danym zastosowaniu.
- Przed wykonaniem jakichkolwiek prac elektrycznych na przetwornicy częstotliwości należy zablokować i oznaczyć wszystkie źródła zasilania przetwornicy częstotliwości.

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

NIEBEZPIECZNE NAPIĘCIE

Po podłączeniu do zasilania AC lub do zacisków DC w przetwornicach częstotliwości występuje niebezpieczne napięcie. Wykonywanie instalacji, rozruchu i konserwacji przez osoby inne niż wykwalifikowany personel grozi śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

- Instalację, rozruch i konserwację powinien wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel.

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

CZAS ROZŁADOWANIA

Przetwornica częstotliwości zawiera kondensatory obwodu pośredniego DC, które pozostają naładowane nawet po odłączeniu zasilania od przetwornicy. Wysokie napięcie może występować nawet wtedy, gdy ostrzegawcze lampki sygnalizacyjne nie świecą.

- Należy odłączyć zasilanie AC, silniki elektryczne z magnesami trwałymi oraz źródła zasilania obwodu pośredniego DC, w tym rezerwowe zasilanie akumulatorowe, UPS i obwody pośrednie DC połączone z innymi przetwornicami częstotliwości.
- Przed przystąpieniem do wykonywania czynności serwisowych lub napraw odczekać, aż kondensatory w pełni się rozładują, a następnie dokonać pomiaru sprawdzającego.
- Minimalny czas oczekiwania określono w tabeli *Czas rozładowania*.

Tabela 2: Czas rozładowania

Rozmiar obudowy	Napięcie [V AC]	Zakres mocy [kW (KM)]	Minimalny czas oczekiwania (minuty)
MA01c	1 × 200-240	0,37-0,75 (0,5-1,0)	4
MA02c	1 × 200-240	1,5 (2,0)	4
MA02a	1 × 200-240	2,2 (3,0)	4
MA01a	3 × 380-480	0,37-1,5 (0,5-2,0)	4
MA02a	3 × 380-480	2,2-4,0 (3,0-5,5)	4
MA03a	3 × 380-480	5,5-7,5 (7,5-10)	4
MA04a	3 × 380-480	11-15 (15-20)	15
MA05a	3 × 380-480	18,5-22 (25-30)	15

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

ZAGROŻENIE W PRZYPADKU WEWNĘTRZNEJ AWARII

Wewnętrzna awaria przetwornicy częstotliwości może skutkować poważnymi obrażeniami, jeśli przetwornica częstotliwości nie jest poprawnie zamknięta.

- Przed podłączeniem zasilania należy się upewnić, że wszystkie pokrywy bezpieczeństwa znajdują się na miejscu i są dobrze przymocowane, aby nie istniało niebezpieczeństwo ich przypadkowego otwarcia.

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠**GORĄCE POWIERZCHNIE**

Niektóre z przetwornic częstotliwości posiadają elementy metalowe, które nadal będą pozostawały gorące nawet po wyłączeniu przetwornicy. Niezachowanie ostrożności nakazywanej przez symbol wysokiej temperatury (żółty trójkąt) na przetwornicy częstotliwości może skutkować poważnymi oparzeniami.

- Należy pamiętać, że podzespoły wewnętrzne mogą pozostawać gorące nawet po wyłączeniu przetwornicy częstotliwości.
- Nie dotykać powierzchni zewnętrznych oznaczonych symbolem wysokiej temperatury (żółty trójkąt). Obszary oznaczone tym symbolem będą pozostawały gorące podczas pracy przetwornicy, a także tuż po jej wyłączeniu.

1.8 Wykwalifikowany personel

Aby zapewnić bezproblemową i bezpieczną pracę przetwornicy częstotliwości, tylko wykwalifikowany personel posiadający odpowiednie umiejętności może wykonywać czynności związane z transportem, magazynowaniem, montażem, instalowaniem, programowaniem, uruchamianiem i konserwacją tego sprzętu, a także wycofywaniem go z eksploatacji.

Określenie „osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje” obejmuje osoby, które:

- są wykwalifikowanymi elektrykami lub zostały przeszkolone przez wykwalifikowanych elektryków i mają odpowiednie doświadczenie w obsłudze urządzeń, systemów, instalacji i maszyn zgodnie ze stosownymi przepisami i regulacjami prawnymi;
- zapoznały się z podstawowymi przepisami BHP oraz przepisami dotyczącymi zapobiegania wypadkom;
- przeczytały i zrozumiały wytyczne dotyczące bezpieczeństwa zawarte we wszystkich podręcznikach i instrukcjach dostarczonych wraz z urządzeniem, a szczególności wytyczne zawarte w instrukcji obsługi przetwornicy;
- mają wyczerpującą wiedzę w zakresie ogólnych i specjalistycznych norm i standardów, które obowiązują w danej aplikacji.

2 Zatwierdzenia i certyfikaty

2.1 Zatwierdzenia i certyfikaty produktu

iC2-Micro Frequency Converters są zgodne z odnośnymi normami i dyrektywami. Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat zatwierdzeń i certyfikatów produktu, zachęcamy do zapoznania się z etykietą produktu oraz do odwiedzenia witryny www.danfoss.com.

Certyfikaty i deklaracje zgodności dostępne są na życzenie lub w witrynie www.danfoss.com.

Tabela 3: Zatwierdzenia i certyfikaty dotyczące przetwornic częstotliwości




Zezwolenie	Opis
	Przetwornica częstotliwości spełnia odpowiednie dyrektywy i związane z nimi normy dla rozszerzonego jednolitego rynku w Europejskim Obszarze Gospodarczym. Aby uzyskać więcej informacji, zachęcamy do zapoznania się z Tabela 4 .
	Znak Underwriters Laboratory (UL) oznacza bezpieczeństwo produktów i ich oświadczeń środowiskowych w oparciu o znormalizowane testy. Omawiana przetwornica zapewnia zgodność z UL 61800-5-1. Numer dokumentu UL został umieszczony na etykiecie produktu.
	Zatwierdzenie CSA/cUL dotyczy przetwornic o napięciu znamionowym 600 V lub niższym. Zgodność z odpowiednią normą UL/CSA zapewnia, że konstrukcja bezpieczeństwa wraz z odpowiednimi informacjami i oznaczeniami gwarantuje, iż podczas instalacji i konserwacji przetwornicy częstotliwości, zgodnie z dostarczoną instrukcją instalacji lub obsługi, urządzenie będzie spełniało normy UL dotyczące bezpieczeństwa elektrycznego i termicznego. Ten znak oznacza, że produkt jest zgodny ze wszystkimi wymaganymi specyfikacjami technicznymi oraz przeszedł wszystkie testy. Certyfikat zgodności udostępniany jest na życzenie.
	Omawiana przetwornica spełnia wymogi odpowiednich przepisów i standardów obowiązujących w Wielkiej Brytanii. Dane kontaktowe UKCA: Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, Wielka Brytania
	Etykieta RCM oznacza zgodność z obowiązującymi normami technicznymi dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej (EMC). Etykieta ze znakiem RCM wymagana jest w przypadku wprowadzania urządzeń elektrycznych i elektronicznych na rynek Australii i Nowej Zelandii. Ustalenia regulacyjne związane z oznakowaniem RCM dotyczą wyłącznie emisji przewodzonych i promieniowanych. W przypadku przetwornic obowiązują wartości graniczne dotyczące emisji, określone w normie EN/IEC 61800-3. Deklaracja zgodności dostarczana jest na życzenie.
	Omawiana przetwornica spełnia wymogi odpowiednich dyrektyw i związanych z nimi norm dla rynku marokańskiego. Francuskie przewodniki dotyczące produktów można pobrać ze strony https://www.danfoss.com/pl-pl/service-and-support/ .
	Znak Koreańskiej Certyfikacji (KC) oznacza, iż produkt jest zgodny z odpowiednimi normami koreańskimi.

Tabela 4: Dyrektywy UE dotyczące przetwornic

Dyrektywa Europejska UE	Opis
Dyrektywa niskonapięciowa (2014/35/UE)	Celem dyrektywy niskonapięciowej jest ochrona osób, zwierząt domowych i mienia przed zagrożeniami spowodowanymi przez sprzęt elektryczny, podczas eksploatacji sprzętu elektrycznego, który jest prawidłowo

Dyrektywa Europejska UE	Opis
	wo zainstalowany i utrzymywany, w jego zamierzonym zastosowaniu. Dyrektywa ta dotyczy wszystkich urządzeń elektrycznych w zakresach napięcia 50-1000 V AC i 75-1500 V DC.
Dyrektywa EMC (2014/30/UE)	Celem dyrektywy EMC (dot. kompatybilności elektromagnetycznej) jest zmniejszenie zakłóceń elektromagnetycznych i zwiększenie odporności urządzeń i instalacji elektrycznych. Podstawowy wymóg ochronny dyrektywy EMC stanowi, że urządzenia, które wytwarzają zakłócenia elektromagnetyczne (EMI) lub na których działanie mogą mieć wpływ EMI, muszą zostać zaprojektowane w taki sposób, aby ograniczyć wytwarzanie zakłóceń elektromagnetycznych, a także muszą posiadać odpowiedni stopień odporności na EMI, gdy są prawidłowo zainstalowane, utrzymywane i użytkowane zgodnie z przeznaczeniem. Urządzenia elektryczne użytkowane samodzielnie lub stanowiące część systemu muszą posiadać oznaczenie CE. Systemy nie wymagają oznakowania CE, lecz muszą spełniać podstawowe wymagania dotyczące ochrony określone w dyrektywie EMC.
Dyrektywa maszynowa (2006/42/WE)	Celem dyrektywy maszynowej jest zapewnienie bezpieczeństwa osobistego oraz zapobieżenie szkodom dotyczącym sprzętu mechanicznego, który jest wykorzystywany zgodnie z przeznaczeniem. Dyrektywa maszynowa dotyczy maszyny składającej się z połączonych ze sobą podzespołów lub urządzeń, z których przynajmniej 1 jest w stanie wykonywać ruch mechaniczny. Przetwornice częstotliwości posiadające zintegrowaną funkcję bezpieczeństwa muszą spełniać wymagania dyrektywy maszynowej. Przetwornice nieposiadające funkcji bezpieczeństwa nie podlegają dyrektywie maszynowej. W przypadku gdy przetwornica jest zintegrowana z systemem maszyn, firma Danfoss może zapewnić informacje dotyczące aspektów bezpieczeństwa związanych z daną przetwornicą. W przypadku stosowania przetwornic częstotliwości w maszynach posiadających co najmniej 1 część ruchomą, producent maszyny będzie zobowiązany do zapewnienia deklaracji potwierdzającej zgodność ze wszystkimi odpowiednimi przepisami i środkami bezpieczeństwa.
Dyrektywa ErP (2009/125/WE)	Dyrektywa ErP jest europejską dyrektywą w sprawie ekoprojektu dla produktów związanych z energią. Dyrektywa ta określa wymogi dotyczące ekoprojektu dla produktów związanych z energią, w tym przetwornic, i ma na celu zmniejszenie zużycia energii i wpływu produktów na środowisko poprzez ustanowienie minimalnych standardów efektywności energetycznej.
Dyrektywa RoHS	Dyrektywa w sprawie ograniczenia stosowania substancji niebezpiecznych (RoHS) jest dyrektywą UE ograniczającą stosowanie materiałów niebezpiecznych w produkcji wyrobów elektronicznych i elektrycznych. Dowiedz się więcej na www.danfoss.com .
Dyrektywa w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (2012/19/UE)	Dyrektywa w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (dyrektywa WEEE) określa cele dotyczące zbiórki, recyklingu i odzysku dotyczące wszystkich typów urządzeń elektrycznych.

2.2 Normy

Instalacja musi zapewniać zgodność z przepisami krajowymi, na przykład z normami NEC NFPA 70 lub IEC 60364.

W przypadku instalacji i użytkowania przetwornic, zaleca się zapewnienie zgodności z następującymi normami:

- **EN IEC 61800-2:2015 Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości — Część 2: Wymagania ogólne** — Dane znamionowe niskonapięciowych układów napędowych mocy prądu przemiennego o regulowanej prędkości.
- **EN IEC 61800-3:2018 Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości — Część 3: Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) oraz określone metody badań.**
- **EN IEC 61800-5-1:2017 Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości — Część 5-1: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa** — Elektryczne, cieplne i energetyczne.
- **EN IEC 61800-9-2:2017 Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości — Część 9-2: Ekoprojektowanie dla układów napędowych mocy, rozruszników silnikowych, energoelektroniki i ich napędzanych aplikacji** — Wskaźniki sprawności energetycznej dla układów napędowych mocy i rozruszników silnikowych.

W celu zapoznania się z deklaracjami zgodności, zachęcamy do odwiedzenia strony www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/.

2.3 Przepisy dotyczące kontroli eksportu

Przetwornice częstotliwości mogą podlegać regionalnym i/lub krajowym przepisom dotyczącym kontroli eksportu. Zarówno w UE, jak i w USA obowiązują przepisy dotyczące tzw. produktów podwójnego zastosowania (przeznaczonych do użytku wojskowego i pozawojskowego), które obecnie obejmują przetwornice częstotliwości o zdolności do pracy w zakresie częstotliwości od 600 Hz wzwyż. Produkty te nadal mogą być sprzedawane, lecz wymaga to podjęcia szeregu działań/środków, na przykład wydania licencji lub oświadczenia użytkownika końcowego.

W Stanach Zjednoczonych obowiązują również przepisy dotyczące przetwornic częstotliwości o zdolności do pracy w zakresie częstotliwości 300-600 Hz oraz ograniczenia sprzedaży w niektórych krajach. Przepisy amerykańskie dotyczą wszystkich produktów wytwarzanych w USA, eksportowanych z USA lub przez USA, a także produktów, których podzespoły amerykańskie przekraczają ilościowo 25% lub 10%, w przypadku niektórych krajów.

Numer ECCN wykorzystywany jest do klasyfikowania wszystkich przetwornic częstotliwości podlegających przepisom kontroli eksportu. Numer ECCN znajduje się w dokumentacji dołączonej do przetwornicy częstotliwości. Jeśli przetwornica częstotliwości będzie ponownie eksportowana, w takim przypadku obowiązkiem eksportera będzie zapewnienie zgodności z odpowiednimi przepisami dotyczącymi kontroli eksportu.

Aby uzyskać więcej informacji, prosimy skontaktować się z działem Danfoss Drives Global lub lokalnym biurem sprzedaży.

3 Przetwornice częstotliwości iC2-Micro

3.1 Użytkowanie zgodnie z przeznaczeniem

Napęd to energoelektroniczny sterownik silnika przeznaczony do:

- Sterowania prędkością obrotową silnika w odpowiedzi na sprzężenie zwrotne z systemu lub na zdalne polecenia z zewnętrznych sterowników. Układ napędowy mocy składa się z przetwornicy częstotliwości i silnika.
- Monitorowania aspektów systemu i statusu silnika.

Przetwornica częstotliwości może również służyć do zabezpieczenia silnika przed przeciążeniem.

Zależnie od konfiguracji przetwornica częstotliwości może być używana jak wolnostojąca w niezależnej aplikacji lub jako część większego urządzenia lub większej instalacji.

Przetwornica częstotliwości jest przeznaczona do użytku w środowiskach mieszkalnych, przemysłowych i komercyjnych zgodnie z lokalnymi przepisami prawa i standardami.

U W A G A

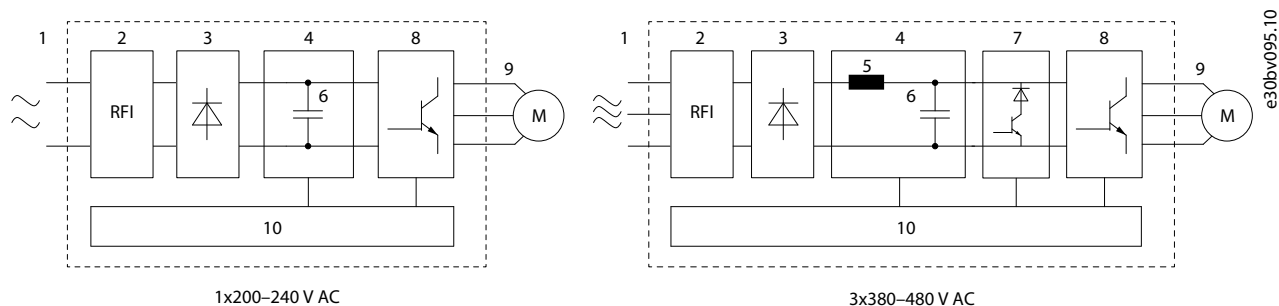
W środowisku mieszkalnym produkt ten może powodować zakłócenia radiowe, których ograniczenie może wymagać podjęcia dodatkowych kroków.

Przewidywalne niewłaściwe użycie

Nie należy używać przetwornicy częstotliwości w aplikacjach, które nie są zgodne z określonymi warunkami pracy i środowiskami.

Wymagane jest zapewnienie zgodności z warunkami określonymi w *rozdziale Dane techniczne*.

3.2 Schemat blokowy



Ilustracja 1: Schemat blokowy iC2-Micro Frequency Converters

Tabela 5: Funkcje każdego komponentu

Obszar	Element	Funkcje
1	Wejście zasilania	Zasilanie AC przetwornicy częstotliwości.
2	Filtr RFI	W celu spełnienia wymogów prawnych dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej stosowany jest filtr RFI.
3	Prostownik	Mostek prostownika przekształca prąd AC napięcia wejściowego na prąd DC do zasilania inwertera.
4	Magistrala DC	Obwód pośredni magistrali DC przekazuje prąd DC.
5	Dławik DC ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Filtruje prąd obwodu pośredniego DC. • Zapewniają ochronę przed stanami przejściowymi sieci zasilającej. • Zmniejsza prąd skuteczny (RMS). • Zwiększa współczynnik mocy oddawany do zasilania. • Zmniejsza harmoniczne na wejściu AC.

Obszar	Element	Funkcje
6	Bateria kondensatorów	<ul style="list-style-type: none"> Przechowuje moc DC. Zapewnia zasilanie podczas krótkich zaników mocy.
7	Czopper hamulca ⁽²⁾	Czopper (IGBT) hamulca wykorzystywany jest w obwodzie pośrednim DC w celu kontrolowania napięcia DC, kiedy obciążenie oddaje energię.
8	Inwerter	Przekształca prąd DC w sterowany przebieg AC PWM (prąd zmienny o ukształtowanej fali i modulowanym czasie trwania impulsu) do sterowania zmiennym wyjściem do silnika.
9	Wyjście do silnika	Sterowane zasilanie trójfazowe wyjściowe do silnika.
10	Obwód sterowania	<ul style="list-style-type: none"> Moc wejściowa, przetwarzanie wewnętrzne, wyjście oraz prąd silnika są monitorowane w celu zapewnienia wydajnej pracy, kontroli i sterowania. Interfejs użytkownika oraz polecenia zewnętrzne są monitorowane i wykonywane. Możliwe jest udostępnienie sterowania i wyjścia statusu.

¹ Dławik DC przeznaczony jest wyłącznie dla MA05a.

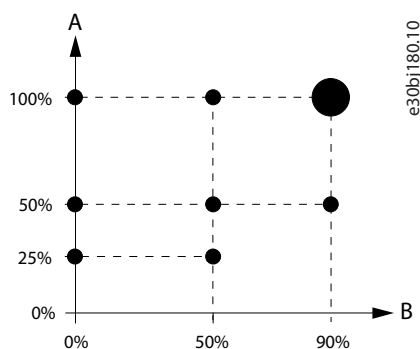
² Czopper hamulca nie jest stosowany w wariantach MA01a.

3.3 Ecodesign dla układów napędowych

Istotną jest wydajność energetyczna całego systemu oraz zgodność z odpowiednimi przepisami obowiązującymi na rozszerzonym jednolitym rynku w Europejskim Obszarze Gospodarczym.

Zgodnie z normami IEC 61800-9-2 i EN 50598-2, przetwornice częstotliwości klasyfikowane są według klas sprawności, tj. od IE0 do IE2. Zgodnie z tymi normami straty mocy mierzone są w postaci procenta znamionowej pozornej mocy wyjściowej w 8 punktach obciążenia, jak przedstawiono na [Ilustracja 2](#). Wraz z informacjami dotyczącymi pozostałych elementów systemu, informacje te mogą być wykorzystywane w celu obliczania poziomu wydajności systemu (IES).

Elementy powodujące straty zostały opisane w rozdziale [3.3.1 Straty mocy i wydajność](#).



Ilustracja 2: Punkt roboczy zgodnie z normą IEC 61800-9-2 (EN 50598)

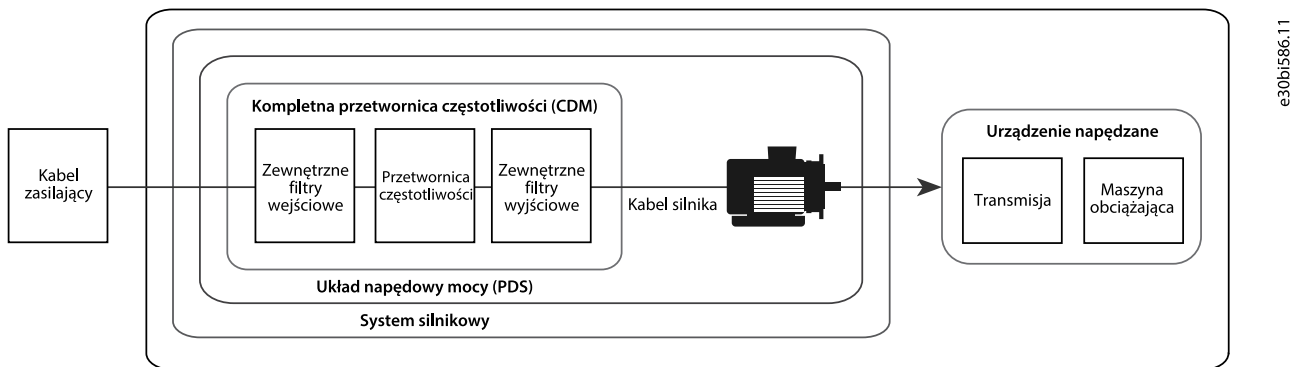
Przetwornica częstotliwości posiada oznaczenia dotyczące klasy sprawności i strat mocy przy 100% znamionowym prądzie wytwarzającym moment obrotowy i 90% znamionowej częstotliwości stojana silnika.

[MyDrive® ecoSmart™](#) może być wykorzystywany do:

- Sprawdzania danych obciążenia częściowego, zgodnie z normą IEC 61800-9-2.
- Obliczania klasy sprawności oraz wydajności przy obciążeniu częściowym dla przetwornicy częstotliwości i układu napędowego mocy.
- Tworzenia raportu danych dotyczących strat związanych z obciążeniem częściowym oraz klas sprawności IE lub IES.

3.3.1 Straty mocy i wydajność

Elementy powodujące straty mocy w systemie zostały omówione w rozdziale [Ilustracja 3](#).



Ilustracja 3: Budowa układu napędowego

Starty w systemie mogą być powodowane przez następujące podzespoły:

- Kabel zasilający.
- Zewnętrzny filtr wejściowy (jeśli jest zainstalowany).
- Przetwornicę częstotliwości z wbudowanymi filtrami.
- Zewnętrzny filtr wyjściowy (jeśli jest zainstalowany).
- Kabel silnika.
- Silnik.

Sama przetwornica częstotliwości powoduje jedynie część całkowitych strat w systemie.

Kabel zasilający

Straty powodowane przez kabel zasilający wynikają głównie z jego rezystancji omowej. W celu zminimalizowania strat, długość kabla powinna być możliwie krótka i odpowiednio dobrana pod kątem prądu znamionowego.

Zewnętrzny filtr wejściowy

Do powstawania strat w systemie przyczyniają się również zewnętrzne filtry wejściowe. Dławiki wejściowe wykorzystywane w celu równoważenia obciążenia pomiędzy wieloma przetwornicami częstotliwości w konfiguracji z podziałem obciążenia, charakteryzują się zwykle spadkiem napięcia wynoszącym około 1%, co w przypadku pełnego obciążenia powoduje do 1% strat.

Dedykowane filtry wyższych harmonicznych zazwyczaj generują straty wynoszące 2-5%.

Przetwornica częstotliwości

Straty dotyczące przetwornicy częstotliwości uzależnione są od obciążenia. Konkretnie klasyfikacje i dane dotyczące strat mocy znajdują się na etykiecie produktu, natomiast szczegółowe informacje na ten temat można znaleźć w [MyDrive® ecoSmart™](#).

Zewnętrzny filtr wyjściowy

Starty w systemie zwiększają również podłączane zewnętrznie filtry wyjściowe:

- Filtry sinusoidalne tłumią falę PWM częstotliwości wyjściowej, w wyniku czego na wyjściu otrzymujemy sinusoidę. Powstające w ten sposób straty zależne są od obciążenia i mogą wynosić do 1-1,5% mocy maksymalnej. Zastosowanie filtra sinusoidalnego w instalacjach wykorzystujących długie kable silnika może skutkować poprawą ogólnej sprawności.
- Filtry dU/dt ograniczają czas narastania napięcia PWM. W rezultacie filtry wprowadzają do systemu straty — Straty uzależnione są od obciążenia i mogą wynosić do 0,5-1% mocy maksymalnej.
- Rdzenie składowej zerowej łagodzą szumy o wysokiej częstotliwości w kablu silnika. W rezultacie pozwala to zapewnić ograniczony zakres dodawania strat do systemu.

Kabel silnika

Straty w kablu silnika powodowane są głównie stratami omowymi, lecz ze względu na częstotliwość przełączania przetwornicy częstotliwości, straty powodowane są również sprzężeniem pojemnościowym z ziemią. Straty spowodowane sprzężeniem pojemnościowym mogą zostać zredukowane poprzez staranny dobór kabla silnika oraz zadbanie o to, aby był on możliwie jak najkrótszy. Jeśli na wyjściu przetwornicy częstotliwości stosowany jest filtr sinusoidalny, straty powodowane przez obciążenie pojemnościowe będą mniejsze.

Silnik

Straty silnika uzależnione są od typu silnika oraz wybranej kategorii sprawności. Norma IEC60034-30-1 definiuje różne klasy sprawności od IE1 do IE4.

3.4 Wykonanie sprzętowe

iC2-Micro Frequency Converters zostały zaprojektowane z myślą o zróżnicowanych miejscach montażu. Urządzenia te oferują różne klasy ochrony, dzięki czemu nadają się do montażu w szafach sterujących, bezpośrednio na maszynach, w specjalnych sterownikach, a także do montażu niezależnego.

Zalecenia projektowe

- IP20/Open Type przeznaczone są do montażu w zamkniętych szafach sterujących oraz w podobnych konfiguracjach.
- IP21/UL typ 1 (wraz z opcjonalnym zestawem do konwersji IP21/Typ 1) przeznaczony jest do instalacji wewnątrz pomieszczeń.

iC2-Micro Frequency Converters nadają się do stosowania w szerokim zakresie temperatur. Standardowy zakres temperatur roboczych wynosi od -10 do +50°C (14 do +122°F). Z obniżeniem wartości znamionowych, zakres temperatur roboczych wynosi od -20 do +55°C (-4 do +131°F).

iC2-Micro Frequency Converters zostały zaprojektowane do pracy na wysokości do 2000 m n.p.m. (6562 stóp). Obniżanie wartości znamionowych należy uwzględnić w przypadku wysokości przekraczających 1000 m (3280 stóp).

Wyjście silnikowe z iC2-Micro Frequency Converters zostało zabezpieczone pod kątem zwarć, doziemienia oraz przeciążeń. W celu ochrony silnika zapewniono również monitorowanie termiczne. Nieograniczone przełączanie na wyjściu umożliwia stosowanie stycznika lub rozłączenie pomiędzy przetwornicą a silnikiem.

Wbudowane filtry optymalizują poziom emisji EMC, redukują harmoniczne w sieci zasilającej, a także są zgodne z wymaganiami dotyczącymi parametrów wyjściowych. Wbudowane filtry EMC można skonfigurować w taki sposób, aby spełniały wymogi instalacyjne związane z EMC. Oferta obejmuje:

- Przetwornice bez filtra (wersje zgodne z C4).
- Przetwornice z filtrami do zastosowań w sieciach przemysłowych (wersje zgodne z C2) oraz w instalacjach domowych (wersje zgodne z C1).

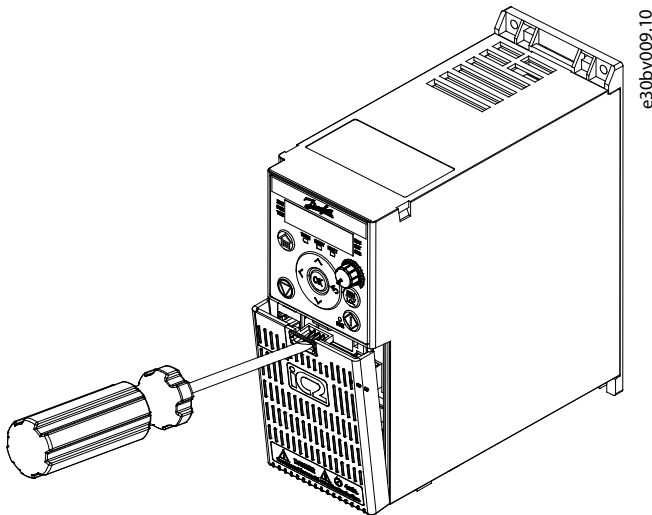
3.5 Sterowanie i interfejsy

3.5.1 Zaciski sterowania

- Wszystkie zaciski przewodów sterowniczych znajdują się pod osłoną zacisków z przodu przetwornicy.
- Po wewnętrznej stronie osłony zacisków znajdują się schematy zacisków sterowania oraz przełączników.

U W A G A

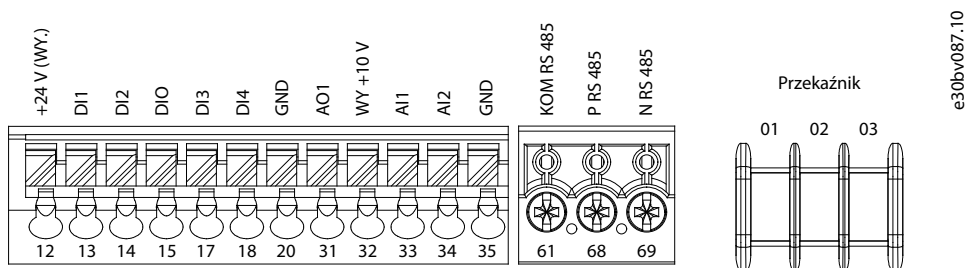
Używając śrubokręta zdejmij osłonę zacisków, patrz rozdział [Ilustracja 4](#).



Ilustracja 4: Zdejmowanie osłony zacisków

Wszystkie zaciski sterowania iC2-Micro Frequency Converters zostały pokazane w rozdziale [Ilustracja 5](#).

Zalecenia projektowe

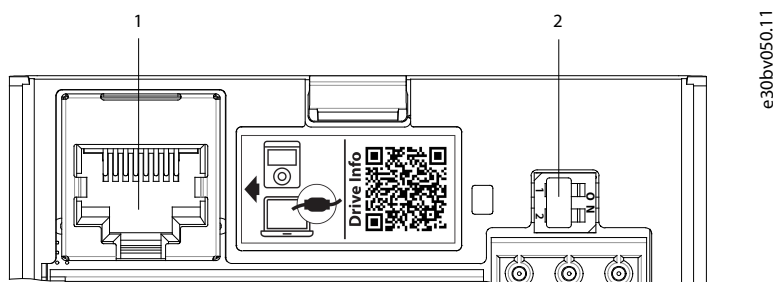


Ilustracja 5: Omówienie zacisków sterowania

3.5.2 Złącze RJ45 i przełącznik terminacji RS485

Przetwornica została wyposażona w złącze RJ45 zgodne z protokołem Modbus RS485. Złącze RJ45 służy do podłączania:

- Zewnętrznego panelu sterującego (aktualnie niedostępny).
- Narzędzia komputerowego (MyDrive® Insight) za pomocą opcjonalnego adaptera (obecnie niedostępna).
- Narzędzia do konfiguracji offline przeznaczonego do konfigurowania parametrów, gdy przetwornica nie jest włączona (aktualnie niedostępne).



Ilustracja 6: Złącze RJ45 i przełącznik terminacji RS485

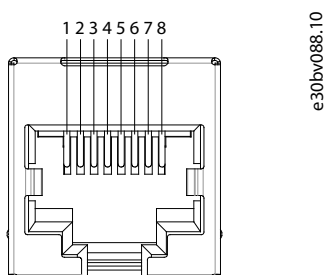
- | | |
|---|--|
| 1 | Złącze RJ45 |
| 2 | Przełącznik terminacji obwodu RS485 (ON (WŁ.) = RS485 zamknięty, OFF (WYŁ.) = otwarty) |

U W A G A

Port RJ45 obsługuje kabel ekranowany CAT5e do 3 m (9,8 stopy) długości, który **NIE** jest używany do bezpośredniego podłączenia przetwornicy do komputera. Zignorowanie tej uwagi spowoduje uszkodzenie komputera.

U W A G A

- Jeżeli przetwornica znajduje się na końcu magistrali komunikacyjnej, przełącznik terminujący obwód RS485 powinien znajdować się w pozycji ON (WŁ.).
- Nie używać przełącznika terminującego obwód RS485, gdy przetwornica jest włączona.



Ilustracja 7: Objasnienie pinów RJ45

Zalecenia projektowe

1	Zasilanie 5 V	5	RS485_N
2	Zasilanie 5 V	6	GND
3	GND	7	Zarezerwowane
4	RS485_P	8	Zarezerwowane

3.5.3 Panel sterowania i panel sterowania 2.0 OP2

Przetwornica częstotliwości ma dwa typy paneli sterowania:

- **Panel sterujący:** Jest on wbudowany i domyślnie dostarczany z przetwornicą częstotliwości. Przyciski panelu sterowania i wskaźniki opisano w [3.5.4 Przyciski i wskaźniki panelu sterowania](#).
- **Panel sterujący 2.0 OP2:** Opcjonalny (akcesoria) panel sterowania, który zapewnia lepszą obsługę. Ten typ panelu sterowania umożliwia łatwą konfigurację przetwornicy częstotliwości za pomocą parametrów, monitorowanie statusu przetwornicy częstotliwości i wizualizację powiadomień o zdarzeniach.

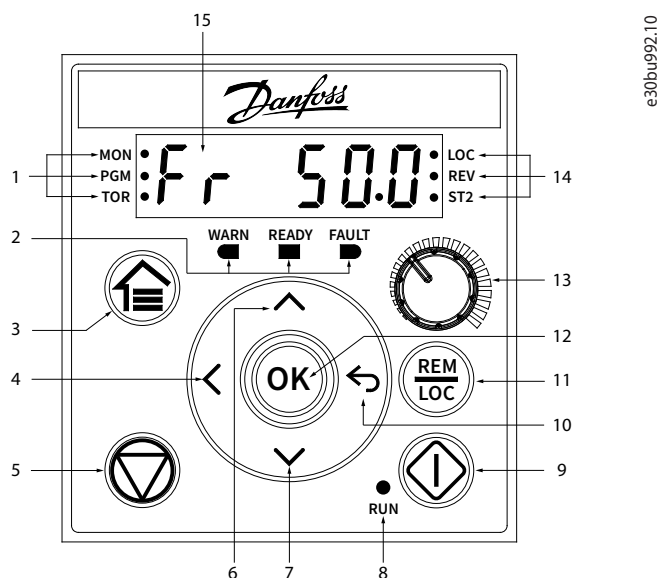
Bardziej szczegółowy przegląd panelu sterowania 2,0 OP2 jest następujący:

- monochromatyczny interfejs użytkownika 2,03".
- Wizualne diody LED do identyfikacji stanu napędu.
- Steruje przetwornicą częstotliwości i łatwo przełącza się między pracą lokalną i zdalną.
- Wielojęzyczny wyświetlacz, który wyraźniej pokazuje parametry, wybory i status.
- Wyświetlacz parametrów obsługuje znaki alfanumeryczne, znaki specjalne, liczby całkowite, liczby zmiennoprzecinkowe, listy wyboru i polecenia do konfiguracji danych aplikacji.
- Ustawienia parametrów przetwornicy częstotliwości można skopiować do innych przetwornic w celu łatwego uruchomienia.
- Montaż na drzwiach szafki przy użyciu opcji zestawu montażowego.

U W A G A

Panel sterowania 2.0 OP2 jest obecnie niedostępny.

3.5.4 Przyciski i wskaźniki panelu sterowania



Ilustracja 8: Panel sterujący

Zalecenia projektowe

1	Wskaźniki statusu	9	Start
2	Wskaźniki pracy	10	Wstecz
3	Główny/Menu	11	Zdalne/lokalne
4	Lewo	12	OK
5	Stop/Reset	13	Potencjometr
6	W górę	14	Wskaźniki statusu
7	W dół	15	Wyświetlacz główny
8	Wskaźnik pracy		

Tabela 6: Przyciski funkcyjne i potencjometr

Nazwa	Funkcja
Główny/Menu	Przełącza między widokiem menu głównego a widokiem statusu. Długie naciśnięcie powoduje przejście do menu skrótów w celu szybkiego odczytu i edycji parametrów. ⁽¹⁾
Góra/dół	Przełącza numery statusu/grupy parametrów/parametrów i dostraja wartości parametrów.
Lewo	Przesuwa kursor 1 bit w lewo.
Wstecz	Przejdzie do poprzedniego kroku w strukturze menu lub anulowanie ustawienia podczas dostrajania wartości parametrów.
OK	Potwierdza operację.
Zdalne/lokalne	Przełącza pomiędzy trybem zdalnym i lokalnym.
Start	Powoduje rozruch przetwornicy częstotliwości w trybie lokalnym.
Stop/Reset	Zatrzymuje przetwornicę częstotliwości w trybie lokalnym.
	Resetuje przetwornicę częstotliwości w celu skasowania usterki.
Potencjometr	Zmienia wartość zadaną, kiedy wartość zadana jest wybrana jako potencjometr.

¹ Menu skrótów nie jest obecnie dostępne.

Tabela 7: Lampki wskaźników statusu

Nazwa	Funkcja
MON	Wł.: Wyświetlacz główny pokazuje stan przetwornicy.
PGM	Wł.: Przetwornica jest w stanie programowania.
TOR	Wł.: Przetwornica jest w trybie momentu obrotowego.
	Wył.: Przetwornica jest w trybie prędkości.
LOC	Wł.: Przetwornica jest w trybie lokalnym.
	Wył.: Przetwornica jest w trybie zdalnym.
REV	Wł.: Przetwornica działa w kierunku wstecznym.
	Wył.: Przetwornica działa w kierunku do przodu.
ST2	Patrz Tabela 10 .

Zalecenia projektowe

Tabela 8: Lampki sygnalizacyjne pracy

Nazwa	Funkcja
WARN	Ciągłe świecenie w przypadku ostrzeżenia.
READY	Świeci się światłem ciągłym, gdy przetwornica jest gotowa.
FAULT	Miga w przypadku usterki.

Tabela 9: Czerwona lampka sygnalizacyjna

Nazwa	Funkcja
RUN	Wł.: Przetwornica pracuje normalnie.
	Wył.: Przetwornica została zatrzymana.
	Pulsuje: W procesie zatrzymania silnika; lub przetwornica otrzymała polecenie <i>RUN</i> (Praca), ale nie otrzymała sygnału częstotliwości.

Tabela 10: Lampka kontrolna trybu wielu zestawów parametrów

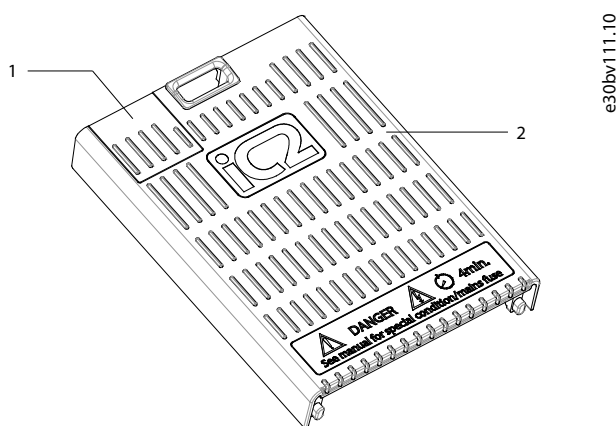
ST2	Wył.	Świeci	Pulsuje	Szybkie miganie
Aktywny zestaw parametrów ⁽¹⁾	Zestaw par. 1	Zestaw par. 2	Zestaw par. 1	Zestaw par. 2
Konfiguracja programowania ⁽²⁾	Zestaw par. 1	Zestaw par. 2	Zestaw par. 2	Zestaw par. 1

¹ Wybrać aktywny zestaw parametrów w parametrze P6.6.1 *Active Setup*.

² Wybrać konfigurację programowania w parametrze P6.6.2 *Programming Setup*.

3.5.5 Zaślepka przesuwna na osłonie zacisków

Na osłonie zacisków przetwornicy częstotliwości umieszczono zaślepkę przesuwną, zabezpieczającą port RJ45. Gdy przetwornica częstotliwości jest podłączona do opcji panelu sterującego 2.0 OP2, którą można zainstalować na drzwiach szafy, w takim przypadku wystarczy zdjąć zaślepkę przesuwną w celu upewnienia się, czy osłona zacisków pozostaje zamontowana na przetwornicy częstotliwości, co zapewnia bezpieczną pracę.



Ilustracja 9: Zaślepka przesuwna na osłonie zacisków

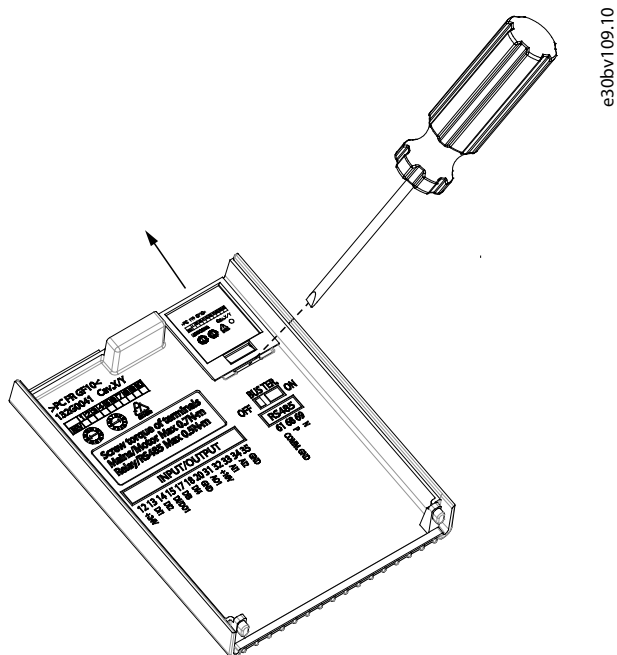
1	Zaślepka przesuwna
2	Osłona zacisków

Demontaż

1. Zdejmij osłonę zacisków używając wkrętaka, patrz [3.5.1 Zaciski sterowania](#).

Zalecenia projektowe

- Po wewnętrznej stronie osłony zacisków, za pomocą wkrętaka, wciśnij odpowiednie gniazdo w celu zwolnienia zaślepki przesuwnej i zapewnienia możliwości ich wysunięcia.

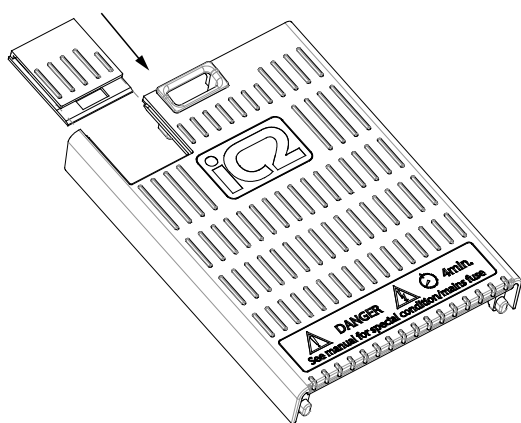


e30bv109.10

Ilustracja 10: Demontaż zaślepki przesuwnej

Ponowny montaż

- Wsuń zaślepkę przesuwną do osłony zacisków.



e30bv110.10

Ilustracja 11: Montaż zaślepki przesuwnej

3.6 Oprogramowanie aplikacyjne

3.6.1 Przegląd

Oprogramowanie aplikacyjne jest domyślnym i standardowym oprogramowaniem dostarczonym wraz z iC2-Micro Frequency Converters. Jego funkcje zostały w skrócie opisane w następujących rozdziałach:

- Funkcje podstawowe.
- Sterowniki.
- Funkcje ochronne.
- Oprogramowanie narzędziowe.

3.6.2 Funkcje podstawowe

Oprogramowanie aplikacyjne zawiera szeroką gamę podstawowych funkcji, które umożliwiają przetwornicy częstotliwości sterowanie dowolną aplikacją przy użyciu przetwornicy iC2-Micro.

3.6.2.1 Obsługa wartości zadanych

Można dowolnie definiować wartości referencyjne z wielu źródeł, odpowiadające potrzebom w zakresie sterowania aplikacją.

Źródła wartości zadanej to:

- Wejścia analogowe
- Wejścia cyfrowe jako wejścia impulsowe.
- Wartość zadana z magistrali komunikacyjnej
- Ustawienia wewnętrzne
- Lokalna wartość zadana z panelu sterowania
- Wbudowany potencjometr w panelu sterowania

Sygnały wartości zadanej mogą być sumowane generując wypadkową wartość zadaną dla przetwornicy częstotliwości. Ostateczna wartość zadana jest skalowana od -100 do 100%.

3.6.2.2 Dwa zestawy parametrów

Przetwornica częstotliwości oferuje 2 zestawy parametrów. Każdą konfigurację można sparametryzować niezależnie, aby dopasować ją do różnych potrzeb aplikacji. Przełączanie między zestawami parametrów jest możliwe podczas pracy, co umożliwia szybką zmianę.

3.6.2.3 Czasy rozp./zatrzym.

W przetwornicy częstotliwości obsługiwane są rampy liniowe, sinusoidalne i rampy sinusoidalne 2. Liniowe rampy zapewniają stałe przyspieszenie. Rampy sinusoidalne zapewniają nieliniowe przyspieszenie z łagodnym przejściem na początku i końcu procesu przyspieszania.

3.6.2.4 Szybkie zatrzymanie

W niektórych sytuacjach może być konieczne szybkie zatrzymanie aplikacji. W tym celu przetwornica częstotliwości obsługuje specjalny czas zatrzymania od prędkości synchronicznej silnika do 0 obr./min.

3.6.2.5 Ograniczenie kierunku obrotów

Kierunek obrotów silnika można ustawić tak, aby pracował tylko w jednym kierunku (zgodnie z ruchem wskazówek zegara lub przeciwnie do ruchu wskazówek zegara), unikając niezamierzonego kierunku obrotów.

3.6.2.6 Przełącznik zmiany faz silnika

Jeśli kable silnika zostały podłączone w nieprawidłowej kolejności podczas montażu, kierunek obrotów silnika można zmienić. Eliminuje to potrzebę zmiany kolejności faz silnika.

3.6.2.7 Tryby impulsowania

Przetwornica częstotliwości posiada wstępnie zdefiniowane ustawienia prędkości do wykorzystania podczas uruchomienia, konserwacji lub serwisowania. Praca w trybie ręcznym jest ustawiona na prędkość stałą.

3.6.2.8 Częstotliwości zabronione

Podczas pracy można ominąć określone częstotliwości silnika. Funkcja ta pomaga zminimalizować i uniknąć wystąpienia rezonansu mechanicznego w maszynie, ograniczając wibracje i hałas systemu.

3.6.2.9 Automatyczny restart

W przypadku drobnej usterki i wyłączenia awaryjnego przetwornica częstotliwości może wykonać automatyczny restart, eliminując konieczność ręcznego resetu przetwornicy. Poprawi to automatyzację pracy w zdalnie sterowanych systemach. Należy upewnić się, że podczas korzystania z automatycznego restartu nie wystąpią niebezpieczne sytuacje.

Zalecenia projektowe

3.6.2.10 Start w locie

Start w locie umożliwia przetwornicy częstotliwości synchronizację ze swobodnie obracającym się silnikiem przed rozpoczęciem jego sterowania. Przejęcie kontroli nad silnikiem przy rzeczywistej prędkości minimalizuje obciążenia mechaniczne systemu. Na przykład funkcja ta jest istotna w aplikacjach wentylatorów i wirówek.

3.6.2.11 Zanik zasilania

W przypadku zaniku zasilania, gdy przetwornica częstotliwości nie może kontynuować pracy, można wybrać wstępnie zdefiniowane działania, na przykład wyłączenie awaryjne, wybieg silnika lub wykonanie kontrolowanego zatrzymania wg czasu ramp down.

3.6.2.12 Kinetyczne podtrzymanie

Tryb kinetycznego podtrzymania umożliwia zachowanie kontroli nad przetwornicą częstotliwości w przypadku, gdy w systemie jest wystarczająca ilość energii, na przykład w postaci bezwładności lub podczas opuszczania ładunku. Umożliwia to kontrolowane zatrzymanie maszyny.

3.6.2.13 Tłumienie rezonansu

Hałas w silniku związany z rezonansem wysokiej częstotliwości można wyeliminować poprzez zastosowanie funkcji tłumienia rezonansu. Dostępne jest zarówno automatyczne, jak i ręczne tłumienie częstotliwości rezonansowych.

3.6.2.14 Sterowanie hamulcem mechanicznym

W zastosowaniach takich jak proste podnośniki, paletyzatory, magazyny stereoskopowe lub przenośniki zjazdowe, hamulec mechaniczny jest używany do utrzymania ładunku w stanie zatrzymania, gdy silnik nie jest sterowany przez przetwornicę lub gdy zasilanie jest wyłączone.

Funkcja sterowania hamulcem mechanicznym zapewnia płynne przejście między hamulcem mechanicznym a silnikiem podtrzymującym obciążenie poprzez sterowanie włączaniem i wyłączaniem hamulca mechanicznego.

3.6.2.15 Regulatory

Przetwornica posiada 3 różne regulatory zapewniające zoptymalizowane sterowanie aktualną aplikacją. Zakres regulacji obejmuje:

- Regulacja procesu
- Regulacja prędkości, otwarta pętla
- Regulacja momentu, otwarta pętla

3.6.2.15.1 Regulator procesu

Regulator procesu może sterować procesem, na przykład w systemie, w którym wymagane jest stałe ciśnienie, przepływ lub temperatura. Sprzężenie zwrotne z aplikacji jest podłączone do przetwornicy częstotliwości, dostarczając rzeczywistą wartość z systemu. Regulator zapewnia dopasowanie wyjścia, aby osiągnąć wymaganą wartość zadaną, dzięki odpowiedniej kontroli prędkości obrotowej silnika. Źródło wartości zadanej i sygnały sprzężenia zwrotnego są konwertowane i skalowane do sterowanych wartości rzeczywistych.

3.6.2.15.2 Regulator prędkości

Regulacja prędkością w otwartej pętli zapewnia dokładne sterowanie prędkością obrotową silników.

W trybie otwartej pętli (bez zewnętrznego sygnału sprzężenia zwrotnego prędkości) nie ma potrzeby stosowania czujników zewnętrznych, co bardzo ułatwia instalację i uruchomienie oraz eliminuje ryzyko uszkodzenia czujników.

3.6.2.15.3 Regulator momentu

Wbudowany regulator momentu obrotowego zapewnia optymalne sterowanie momentem obrotowym i umożliwia sterowanie w pętli otwartej.

3.6.3 Regulacja IO i odczyty

W zależności od konfiguracji sprzętowej przetwornicy częstotliwości dostępne są wejścia cyfrowe i analogowe, wyjścia cyfrowe i analogowe oraz wyjścia przekaźnikowe. We/wy można skonfigurować i używać do sterowania aplikacją z przetwornicy częstotliwości.

Wszystkie we/wy mogą być używane jako zdalne węzły we/wy, ponieważ są one adresowane przez magistralę przetwornicy częstotliwości.

3.6.4 Funkcje sterowania silnikiem

Sterowanie silnikiem obejmuje szeroki zakres zastosowań, od najprostszych aplikacji do aplikacji wymagających wysokowydajnego sterowania silnikiem.

3.6.4.1 Typy silników

Przetwornica obsługuje standardowo dostępne silniki, takie jak:

- Silniki asynchroniczne
- Silniki z magnesami trwałymi

3.6.4.2 Charakterystyka obciążeń

Obsługiwane są różne charakterystyki obciążenia w celu dostosowania do rzeczywistych potrzeb aplikacji:

- **Zmienny moment:** Typowa charakterystyka obciążenia wentylatorów i pomp odśrodkowych, gdzie obciążenie jest proporcjonalne do kwadratu prędkości.
- **Stały moment:** Charakterystyka obciążenia stosowana w maszynach, w których wymagany jest stały moment obrotowy niezależny od prędkości obrotowej. Typowe zastosowania to przenośniki, wyciągarki, dekantery, sprężarki i wciągarki.

3.6.4.3 Algorytm sterowania silnikiem

Do sterowania silnikiem można wybrać różne zasady sterowania odpowiadające potrzebom aplikacji:

- Sterowanie U/f dla sterowania specjalnego
- Sterowanie VVC+ dla zastosowań ogólnych

3.6.4.4 Tabliczka znamionowa silnika i katalog

Podstawowe dane silnika dla danej przetwornicy częstotliwości są wstępnie ustawione fabrycznie, co pozwala na sterowanie większą liczbą silników. Podczas uruchamiania przetwornicy częstotliwości należy ustawić rzeczywiste dane silnika, optymalizując jego sterowanie.

3.6.4.5 Autom. dopasowanie do silnika (AMA)

Automatyczne dopasowanie do silnika (AMA) zapewnia optymalizację parametrów silnika w celu poprawy wydajności silnika. Na podstawie danych z tabliczki znamionowej silnika i pomiarów silnika w stanie zatrzymania, kluczowe parametry silnika są przeliczane i wykorzystywane do dostrojenia algorytmu sterowania silnikiem.

3.6.4.6 Funkcja Automatycznej Optymalizacji Energii (AEO)

Funkcja automatycznej optymalizacji energii (AEO) optymalizuje sterowanie, koncentrując się na obniżeniu zużycia energii w zależności od aktualnych warunków obciążenia.

3.6.5 Hamowanie obciążenia

Podczas hamowania silnika sterowanego przez przetwornicę częstotliwości można korzystać z różnych funkcji. Odpowiednia funkcja jest wybierana w zależności od aplikacji i wymagań odnośnie długości czasu zatrzymania.

3.6.5.1 Hamowanie rezystorem

W zastosowaniach, w których wymagane jest szybkie lub ciągłe hamowanie, zwykle stosuje się przetwornicę częstotliwości wyposażoną w czopper hamulca. Nadmiar energii wytworzonej przez silnik podczas hamowania aplikacji zostanie rozproszony w podłączonym rezystorze hamowania. Skuteczność hamowania zależy od określonej wartości znamionowej przetwornicy częstotliwości i wybranego rezystora hamowania.

3.6.5.2 Kontrola przepięciowa (OVC)

Jeśli czas zatrzymania nie jest krytyczny lub obciążenie zmienia się, funkcja kontroli przepięciowej (OVC) jest używana do sterowania zatrzymaniem aplikacji. Przetwornica częstotliwości wydłuża czas zatrzymania, kiedy nie jest możliwe zatrzymanie w zadanym czasie zatrzymania. Funkcji tej nie należy używać w aplikacjach dźwigowych, systemach o dużej bezwładności ani w sytuacjach, gdy wymagane jest ciągłe hamowanie.

3.6.5.3 Hamowanie DC

Podczas hamowania z niską prędkością hamowanie silnika można usprawnić za pomocą funkcji hamowania DC. Dodaje mały prąd DC do prądu AC, nieco zwiększając zdolność hamowania.

3.6.5.4 Hamulec AC

W zastosowaniach z niecykliczną pracą silnika hamowanie AC może być używane do skrócenia czasu zatrzymania i jest obsługiwane tylko w przypadku silników asynchronicznych. Nadmiar energii jest rozpraszany przez coraz większe straty w silniku podczas hamowania.

3.6.5.5 Trzymanie DC

Trzymanie stałoprądowe DC zapewnia ograniczony moment trzymania wirnika podczas postoju silnika.

3.6.5.6 Podział obciążenia

W niektórych aplikacjach, 2 lub więcej przetwornic steruje aplikacją jednocześnie. Jeśli jedna z przetwornic częstotliwości hamuje silnik, nadmiar energii może być przesyłany do obwodu pośredniego DC innej przetwornicy częstotliwości, która napędza silnik, przy jednoczesnym zmniejszeniu całkowitego zużycia energii. Funkcja ta jest przydatna na przykład w dekanterach i maszynach włókienniczych, gdzie przetwornica o mniejszej mocy pracuje w trybie generatorowym.

3.6.6 Funkcje ochronne

3.6.6.1 Ochrona sieci

Przetwornica częstotliwości chroni przed warunkami w sieci zasilającej, które mogą mieć wpływ na jej prawidłowe działanie.

Sieć jest monitorowana pod kątem nierównoważenia faz i utraty fazy. Jeśli asymetria przekracza wewnętrzne wartości graniczne, wyświetlane jest ostrzeżenie i użytkownik może zainicjować odpowiednie działania.

W przypadku zbyt niskiego lub zbyt wysokiego napięcia w sieci przetwornica częstotliwości zasygnalizuje ostrzeżenie i zatrzyma pracę, jeśli sytuacja utrzyma się lub przekroczy krytyczne limity.

3.6.6.2 Funkcje ochrony przetwornicy

Przetwornica jest monitorowana i chroniona podczas pracy.

Wbudowane czujniki temperatury mierzą rzeczywistą temperaturę i dostarczają istotnych informacji służących ochronie przetwornicy częstotliwości. Jeśli temperatura przekroczy wartość znamionową, zostanie zastosowane obniżenie wartości znamionowych. Jeśli temperatura znajduje się poza dopuszczalnym zakresem roboczym, przetwornica częstotliwości przerwie pracę.

Prąd silnika jest stale monitorowany we wszystkich 3 fazach. W przypadku zwarcia między dwiema fazami lub błędu doziemienia przetwornica częstotliwości wykryje taki stan i natychmiast się wyłączy. Jeśli prąd wyjściowy przekracza wartości nominalne podczas pracy przez okres dłuższy niż dozwolony, przetwornica częstotliwości zatrzyma się i zgłosi alarm przeciążenia.

Napięcie obwodu pośredniego DC przetwornicy jest monitorowane. W przypadku przekroczenia poziomu krytycznego generowane jest ostrzeżenie i przetwornica zostaje zatrzymana. Jeśli problem nie zostanie rozwiązany, przetwornica częstotliwości wygeneruje alarm.

3.6.6.3 Funkcje zabezpieczenia silnika

Przetwornica posiada różne funkcje chroniące silnik i aplikację.

Pomiar prądu wyjściowego dostarcza informacji służących ochronie silnika. Można wykryć przetężenie, zwarcie, zwarcia doziemne i utratę faz silnika oraz zainicjować odpowiednie zabezpieczenia.

Monitorowanie ograniczeń prędkości, prądu i momentu obrotowego zapewnia dodatkową ochronę silnika i aplikacji.

Zabezpieczenie zablokowanego wirnika zapobiega uruchomieniu przetwornicy przy zablokowanym wirniku silnika.

Zabezpieczenie termiczne silnika jest realizowane albo jako obliczanie temperatury silnika na podstawie rzeczywistego obciążenia, albo za pomocą zewnętrznych czujników temperatury, na przykład PTC.

3.6.6.4 Ochrona zewnętrznych urządzeń podłączonych do przetwornicy

Możliwość monitorowania podłączonych zewnętrznie urządzeń, takich jak rezystory hamowania.

Rezystory hamowania są monitorowane pod kątem przeciążenia termicznego, zwarcia i braku połączenia.

3.6.6.5 Automatyczne obniżanie wartości znamionowych

Automatyczne obniżanie wartości znamionowych przetwornicy częstotliwości umożliwia ciągłą pracę nawet w przypadku przekroczenia nominalnych warunków pracy. Typowe czynniki mające na to wpływ to temperatura, wysokie napięcie obwodu pośredniego DC, duże obciążenie silnika lub praca w pobliżu 0 Hz. Obniżanie wartości znamionowych jest zwykle stosowane w celu zmniejszenia częstotliwości kluczkowania lub zmiany sposobu kluczkowania, co skutkuje mniejszymi stratami termicznymi.

3.6.7 Funkcje monitorowania

Przetwornica oferuje szeroką gamę funkcji monitorowania dostarczających informacji o warunkach pracy, warunkach sieci zasilającej i danych historycznych przetwornicy częstotliwości. Dostęp do tych informacji pomaga w analizie warunków pracy i identyfikacji usterek.

3.6.7.1 Monitorowanie prędkości

Prędkość silnika może być monitorowana podczas pracy. Jeśli prędkość przekracza minimalne i maksymalne wartości graniczne, użytkownik jest informowany i może wykonać odpowiednie działania.

3.6.7.2 Dziennik zdarzeń i liczniki operacyjne

Dziennik zdarzeń zapewnia dostęp do najnowszych zarejestrowanych błędów, dostarczając istotnych informacji do analizy tego, co się wydarzyło w przetwornicy częstotliwości.

Liczniki operacyjne dostarczają informacji o wykorzystaniu przetwornicy częstotliwości. Dostępne są na przykład takie wartości, jak godziny zał. przetwornicy, godziny pracy, zużycie kWh, liczba załączeń zasilania, przepięcia i przegrzania.

3.6.8 Oprogramowanie narzędziowe

MyDrive® Insight to oprogramowanie narzędziowe do uruchamiania, projektowania i monitorowania przetwornic częstotliwości. MyDrive® Insight może służyć do konfiguracji parametrów, aktualizacji oprogramowania i konfiguracji funkcji.

3.7 Funkcje hamowania

3.7.1 Mechaniczny hamulec przytrzymujący

Mechaniczny hamulec przytrzymujący zamontowany bezpośrednio na wale silnika wykonuje zazwyczaj hamowanie statyczne.

U W A G A

Jeśli w skład łańcucha bezpieczeństwa wchodzi hamulec przytrzymujący, przetwornica nie będzie w stanie zapewnić bezpiecznego sterowania hamulcem mechanicznym.

- Uwzględnia obwód rezerwowi dla sterowania hamulcem w całej instalacji.

3.7.2 Hamowanie dynamiczne

Hamowanie dynamiczne uzyskuje się poprzez:

- Rezystor hamujący: Hamulec IGBT utrzymuje przepięcia poniżej określonej wartości progowej poprzez skierowanie energii hamowania z silnika do podłączonego rezystora hamowania (*parametr P3.2.1 Aktywacja czoppera hamulca = [1] Aktywuj*). Wspomnianą wyżej wartość progową dla 3 × 380-480 V zakresie 70 V można ustawić w *parametrze P3.2.2 Redukcja napięcia czoppera hamulca*.
- Hamowanie AC: Energia hamowania rozdzielana jest w silniku poprzez zmianę warunków strat w silniku. Funkcja hamowania AC nie może być stosowana w aplikacjach o wysokiej częstotliwości cyklicznej, ponieważ będzie to powodowało przegrzewania się silnika (*parametr P3.2.1 Aktywacja czoppera hamulca = [1] Aktywuj*).
- Hamowanie DC: Nadmodulowany prąd stały dodany do prądu zmiennego działa jak hamulec wiroprądowy (*parametr P5.7.3 Czas hamowania DC ≠ 0 s*).

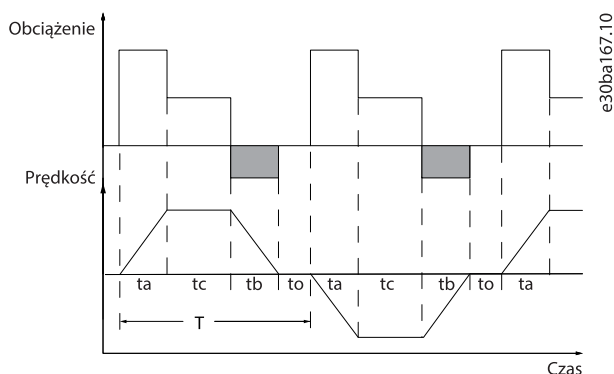
3.7.3 Wybór rezystora hamowania

3.7.3.1 Wprowadzenie

Aby hamowanie generujące mogło obsłużyć większe zapotrzebowanie, niezbędny jest rezystor hamowania. Zastosowanie rezystora hamowania zapewnia absorbowanie ciepła przez rezystor hamowania, nie zaś przez przetwornicę.

Jeśli ilość energii kinetycznej przenoszona do rezystora podczas każdego hamowania jest nieznana, istnieje możliwość obliczenia średniej wartości mocy na podstawie czasu cyklu i czasu hamowania. Przerwany cykl pracy rezystora jest wskaźnikiem cyklu pracy, w którym rezystor jest aktywny. Typowy cykl hamowania przedstawia [Ilustracja 12](#).

Zalecenia projektowe



Ilustracja 12: Typowy cykl hamowania

Przerywany cykl pracy rezystora jest obliczany w następujący sposób:

$$\text{Obciążenie cykl} = t_b / T$$

t_b oznacza czas hamowania w sekundach.

T = czas cyklu w sekundach.

Tabela 11: Hamowanie przy wysokim poziomie momentu przeciążenia

Zakres mocy: 0,37-22 kW (0,5-30 KM) 3 × 380-480 V	
Czas cyklu (s)	120
Cykl hamowania przy 100% momencie obrotowym	Ciągły
Cykl hamowania przy nadmiernym momencie obrotowym (150/160%)	40%

Danfoss oferuje rezystory hamowania oferujące cykl pracy wynoszący 10 i 40%. W przypadku zastosowania 10% cyklu pracy, rezystory hamulca mogą zaabsorbować moc hamowania dla 10% każdego czasu cyklu. Pozostałe 90% czasu trwania cyklu pracy wykorzystywane jest do rozpraszania nadmiaru ciepła.

U W A G A

Prosimy upewnić się, czy rezystor został zaprojektowany do obsługi wymaganego czasu hamowania.

3.7.3.2 Obliczanie rezystancji hamowania

Maksymalnie dopuszczalne obciążenie rezystora hamowania zostało przedstawione jako moc szczytowa w danym przerywanym cyklu pracy i może zostać obliczona jako:

$$R_{\text{ham}} [\Omega] = \frac{U_{\text{dc,ham}}^2 \times 0.83}{P_{\text{szczyt.}}}$$

gdzie

$$P_{\text{szczyt.}} = P_{\text{silnik}} \times M_{\text{ham}} [\%] \times \eta_{\text{silnik}} \times \eta_{\text{VLT}} [W]$$

Jak widzimy, rezystancja hamowania zależy napięcia obwodu pośredniego DC (U_{dc}).

Tabela 12: Próg rezystancji hamowania

Rozmiar	Hamulec aktywny $U_{\text{dc,ham}}$	Ostrzeżenie przed odcięciem	Odcięcie (wyłączenie awaryjne)
3 × 380-480 V	770 V	800 V	800 V

Wartość progową można ustawić w parametrze P3.2.2 Redukcja napięcia czoppera hamulca, w zakresie 70 V.

U W A G A

Im większa wartość redukcji, tym szybsza będzie reakcja na przeciążenie generatora. Należy ją stosować wyłącznie w przypadku występowania problemów z przepięciami w napięciu obwodu pośredniego DC.

U W A G A

Prosimy upewnić się, czy rezystor hamowania jest w stanie wytrzymać napięcie 800 V.

3.7.3.3 Zalecany przez firmę Danfoss sposób obliczania rezystancji hamowania

Danfoss zaleca obliczanie rezystancji hamowania R_{rec} zgodnie z poniższym wzorem. Zalecana rezystancja hamowania gwarantuje, iż przetwornica częstotliwości będzie w stanie hamować przy najwyższym momencie hamowania ($M_{ham(%)}$) wynoszącym 150%.

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100 \times 0,83}{P_{silnik} \times M_{ham(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{silnik}}$$

η_{silnik} wynosi zazwyczaj 0,80 ($\leq 7,5$ kW/10 KM); 0,85 (11-22 kW/15-30 KM).

η_{VLT} wynosi zazwyczaj 0,97.

W przypadku iC2-Micro Frequency Converters, wzór R_{rec} przy 150% momentu hamowania zapisywany jest w następujący sposób:

$$480V : R_{rec} = \frac{396\,349}{P_{silnik}} [\Omega]$$

dla przetwornic $\leq 7,5$ kW (10 KM) mocy na wale.

$$480V : R_{rec} = \frac{397\,903}{P_{silnik}} [\Omega]$$

dla przetwornic 11-22 kW (15-30 KM) jako moc na wale.

U W A G A

Rezystancja rezystora hamowania nie powinna przekraczać wartości zalecanej przez firmę Danfoss. W przypadku rezystorów hamowania o wyższej wartości omowej, moment hamowania wynoszący 150% może nie zostać osiągnięty, ponieważ ze względów bezpieczeństwa przetwornica może zostać wyłączona. Rezystancja powinna przekraczać wartość R_{min} .

U W A G A

Jeśli dojdzie do zwarcia na tranzystorze czoppera hamulca, należy zapobiec rozproszeniu mocy w rezystorze hamowania, używając wyłącznika sieci zasilającej lub stycznika w celu odłączenia zasilania sieciowego od przetwornicy. Przetwornica częstotliwości może sterować działaniem stycznika.

U W A G A

Nie dotykać rezystora hamowania, ponieważ podczas hamowania może się nagrzewać. Aby uniknąć ryzyka pożaru, rezystor hamowania należy umieścić w bezpiecznym miejscu.

3.7.4 Sterowanie za pomocą funkcji hamowania

Hamulec jest zabezpieczony przed zwarciem rezystora hamowania, a tranzystor czoppera hamulca jest monitorowany w celu wykrycia jego ewentualnego zwarcia. Wyjście przekaźnikowe/cyfrowe może chronić rezystor hamowania przed przeciążeniem spowodowanym usterką przetwornicy częstotliwości.

Ponadto hamulec umożliwia odczyt mocy chwilowej i mocy średniej z ostatnich 120 sekund. Hamulec może również monitorować zasilanie i upewnić się, czy nie przekracza ono wartości granicznych określonych w *parametrze P3.3.3 Ograniczenie mocy rezystora hamowania*.

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

Monitorowanie mocy hamowania nie jest funkcją bezpieczeństwa. Aby zapobiec przekroczeniu wartości granicznych w odniesieniu do mocy hamowania, wymagany jest wyłącznik termiczny. Obwód rezystora hamowania nie jest zabezpieczony przed upływem.

Kontrola przepięcia (OVC) (wyłączny rezystor hamowania) może zostać wybrana jako alternatywna funkcja hamulca w parametrze *P2.3.1 Aktywacja regulatora przepięć*. Funkcja ta jest aktywna dla wszystkich urządzeń. Funkcja ta umożliwia uniknięcie wyłączenia awaryjnego w przypadku, gdy napięcie obwodu pośredniego DC wzrośnie. Proces ten można przeprowadzić poprzez podniesienie poziomu częstotliwości wyjściowej do poziomu ograniczenia napięcia z obwodu DC. Jest to przydatna funkcja, na przykład, jeśli czas zwalniania będzie zbyt krótki, aby możliwe było uniknięcie wyłączenia awaryjnego przetwornicy częstotliwości. W tej sytuacji czas zwalniania jest wydłużony.

U W A G A

OVC może zostać aktywowana podczas pracy silnika PM (gdy parametr *P4.2.1.1 Typ silnika* będzie ustawiony na [1] PM, *Silnik PM z magnesami na powierzchni wirnika*).

4 Wymagania techniczne

4.1 Dane elektryczne

4.1.1 Zasilanie 1 × 200-240 V AC

Tabela 13: Zasilanie 1 × 200-240 V AC

Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę				
Przetwornica częstotliwości	02A2	04A2	06A8	09A6
Typowa moc na wale [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2
Typowa moc na wale [KM]	0,5	1,0	2,0	3,0
Klasa ochrony obudowy IP20	MA01c	MA01c	MA02c	MA02a
Prąd wyjściowy				
Ciągły (3 × 200-240 V AC) [A]	2,2	4,2	6,8	9,6
Przerywany (3 × 200-240 V AC) [A]	3,3	6,3	10,2	14,4
Maksymalny rozmiar kabla				
(Zasilanie, silnik) [mm ² /AWG]	4/10			
Maksymalny prąd wejściowy				
Ciągły (1 × 200-240 V) [A]	6,1	11,6	18,7	26,4
Przerywany (1 × 200-240 V) [A]	8,3	15,6	26,4	37
Środowisko				
Straty mocy [W] ⁽¹⁾	16	31	46	61
Sprawność [%] ⁽¹⁾	97,5	97,6	97,6	97,9

¹ Wartość mierzona przy 100% znamionowym prądzie wytwarzającym moment obrotowy i 90% znamionowej częstotliwości stojana silnika, zgodnie z normami IEC 61800-9-2 i EN 50598-2.

4.1.2 Zasilanie 3 × 380-480 V AC

Tabela 14: Zasilanie 3 × 380-480 V AC, MA01a-MA02a

Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę						
Przetwornica częstotliwości	01A2	02A2	03A7	05A3	07A2	09A0
Typowa moc na wale [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0
Typowa moc na wale [KM]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5
Klasa ochrony obudowy IP20	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a
Prąd wyjściowy						
Ciągły (3 × 380-440 V) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0
Przerywany (3 × 380-440 V) [A]	1,8	3,3	5,6	8,0	10,8	13,7
Ciągły (3 × 440-480 V) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2

Przerywany (3 × 440-480 V) [A]	1,7	3,2	5,1	7,2	9,5	12,3
Maksymalny rozmiar kabla						
(Zasilanie, silnik) [mm ² /AWG]	4/10					
Maksymalny prąd wejściowy						
Ciągły (3 × 380-440 V) [A]	1,9	3,5	5,9	8,5	11,5	14,4
Przerywany (3 × 380-440 V) [A]	2,6	4,7	8,7	12,6	16,8	20,2
Ciągły (3 × 440-480 V) [A]	1,7	3,0	5,1	7,3	9,9	12,4
Przerywany (3 × 440-480 V) [A]	2,3	4,0	7,5	10,8	14,4	17,5
Środowisko						
Straty mocy [W] ⁽¹⁾	17	25	34	48	58	74
Sprawność [%] ⁽¹⁾	97,3	97,8	98,0	98,3	98,5	98,3

¹ Wartość mierzona przy 100% znamionowym prądzie wytwarzającym moment obrotowy i 90% znamionowej częstotliwości stojana silnika, zgodnie z normami IEC 61800-9-2 i EN 50598-2.

4.2 Ogólne dane techniczne

4.2.1 Zabezpieczenia i funkcje

- Elektroniczne zabezpieczenie termiczne silnika przed przeciążeniem.
- Monitorowanie temperatury radiatora zapewnia wyłączenie awaryjne przetwornicy częstotliwości w przypadku wykrycia przekroczenia temperatury.
- Przetwornica częstotliwości jest zabezpieczona przed zwarciami pomiędzy zaciskami silnika U, V, W.
- W przypadku braku fazy silnika, przetwornica wyłączy się w trybie awaryjnym i wygeneruje powiadomienie o usterce.
- W razie zaniku fazy zasilającej przetwornica częstotliwości wyłącza się awaryjnie lub generuje ostrzeżenie (w zależności od obciążenia).
- Monitorowanie napięcia obwodu pośredniego DC gwarantuje, że przetwornica częstotliwości wyłączy się awaryjnie, jeśli to napięcie będzie zbyt niskie lub zbyt wysokie.
- Przetwornica częstotliwości jest zabezpieczona przed błędami doziemienia na zaciskach silnika U, V, W.

4.2.2 Sieć zasilająca

Tabela 15: Zasilanie

Funkcja	Dane
Napięcie zasilania	1 × 200-240 V AC ±10%, -15% przy obniżonym momencie obrotowym, w zależności od typu silnika. 3 × 380-480 V AC ±10%, -15% przy obniżonym momencie obrotowym, w zależności od typu silnika.
Typy sieci zasilających	TN, TT, IT, sieci z uziemionym trójkątem. Aby uzyskać więcej informacji, patrz 7.3.1 Typy sieci zasilających . Szczegółowe informacje na temat parametrów związanych z typami sieci można znaleźć w przewodniku programowania aplikacji.
Częstotliwość zasilania	50/60 Hz ±5%
Maksymalne tymczasowe niezrównoważenie pomiędzy fazami zasilającymi	3% napięcia znamionowego, w zależności od impedancji sieci.

Funkcja	Dane
Rzeczywisty współczynnik mocy (λ)	$\geq 0,9$ wartości znamionowej przy obciążeniu znamionowym
Współczynnik przesunięcia fazowego	bliski jedności ($> 0,98$)
Przełączanie na wejściu zasilania z rozładowanej przetwornicy	MA01a-MA03a: Maks. 2 razy/min.
	MA04a-MA05a: Maks. 1 raz/min.
Środowisko	Kategoria przepięć III/stopień zanieczyszczenia 2

4.2.3 Wyjście silnikowe z przetwornicy i dane silnika

Tabela 16: Wyjście silnikowe z przetwornicy (U, V, W)

Funkcja	Dane
Napięcie wyjściowe	0-100% napięcia zasilania
Częstotliwość wyjściowa ⁽¹⁾	Silnik indukcyjny <ul style="list-style-type: none"> • 0-200 Hz (tryb VVC+) • 0-500 Hz (tryb U/f) Silnik PM <ul style="list-style-type: none"> • 0-400 Hz (tryb VVC+)
Rozdzielczość częstotliwości	0,001 Hz
Przełączanie na wyjściu	$\pm 0,003$ Hz

¹ Uzależniona jest od napięcia, prądu i trybu sterowania.

4.2.4 Charakterystyka momentu

Tabela 17: Charakterystyka momentu

Funkcja	Dane
Moment przeciążenia	150% przez 60 s co 10 min.
Moment przeciążenia przy rozruchu	200% przez 1 s
Czas narastania momentu obrotowego (VVC+)	50 ms

4.2.5 We/wy sterowania

Rozdział ten zawiera również ogólne dane techniczne dotyczące we/wy sterowania.

Standardowa konfiguracja dla iC2-Micro Frequency Converters wygląda następująco:

- 4 wejścia cyfrowe.
- 1 we/wy cyfrowe (wejście lub wyjście cyfrowe wybierane przez użytkownika).
- 2 wejścia analogowe (napięcie lub prąd).
- 1 wyjście analogowe (prąd).
- 1 wyjście przekaźnikowe (NC/NO).
- Napięcie pomocnicze 24V i 10 V dla wejść/wyjść cyfrowych i analogowych.

O ile nie określono inaczej, wszystkie wejścia i wyjścia sterujące zostały galwanicznie odizolowane (PELV) od napięcia zasilania oraz pozostałych zacisków wysokiego napięcia.

4.2.5.1 Wejście cyfrowe i impulsowe

O ile nie określono inaczej, wejścia i wyjścia sterujące zostały galwanicznie odizolowane (PELV) od napięcia zasilania oraz pozostałych zacisków wysokiego napięcia.

Tabela 18: Wejście cyfrowe i impulsowe

Funkcja		Dane
Numer zacisku		T13, T14, T15 ⁽¹⁾ , T17 i T18 ⁽²⁾ .
Wejście cyfrowe	Logika	Wybieralne PNP lub NPN
	Poziomy napięcia	0/24 V
	PNP	<ul style="list-style-type: none"> „0”: < 5 V DC „1”: > 11 V DC
	NPN	<ul style="list-style-type: none"> „0”: > 19 V DC „1”: < 13 V DC
	Maksymalne dopuszczalne napięcie	28 V DC
	Rezystancja wejściowa	Okolo 4 kΩ
Wejście termistora	PTC ⁽³⁾	Zgodnie z normą DIN 44081/DIN 44082
Wejście impulsowe	Zakres częstotliwości impulsowej	4 Hz – 32 kHz
	Minimalny cykl pracy	40%
	Dokładność	1% pełnego zakresu

¹ T15 może zostać wybrany zarówno jako wejście cyfrowe, wyjście cyfrowe lub jako wyjście impulsowe. Domyślnie ustawione jest wejście cyfrowe.

² T18 również może zostać wykorzystany jako wejście impulsowe

³ W celu spełnienia wymogów PELV czujnik musi posiadać izolację zewnętrzną.

4.2.5.2 Wyjście cyfrowe i impulsowe

O ile nie określono inaczej, wejścia i wyjścia sterujące zostały galwanicznie odizolowane (PELV) od napięcia zasilania oraz pozostałych zacisków wysokiego napięcia.

Tabela 19: Wyjście cyfrowe i impulsowe

Funkcja		Dane
Numer zacisku		T15 ⁽¹⁾
Wyjście cyfrowe (24 V)	Poziom napięcia	0/24 V
	Maksymalne obciążenie wyjściowe (sink/source)	40 mA
	Zakres częstotliwości — Wyjście impulsowe	4 Hz – 32 kHz
	Maksymalne obciążenie	1 kΩ
	Maksymalne obciążenie pojemnościowe przy maksymalnej częstotliwości	10 nF
	Dokładność wyjścia impulsowego	0,1% pełnej skali
	Rozdzielczość wyjścia impulsowego	10 bitów

¹ T15 może zostać wybrany zarówno jako wejście cyfrowe, wyjście cyfrowe lub jako wyjście impulsowe. Nastawa domyślna to wejście cyfrowe.

4.2.5.3 Wejście analogowe

O ile nie określono inaczej, wejścia i wyjścia sterujące zostały galwanicznie odizolowane (PELV) od napięcia zasilania oraz pozostałych zacisków wysokiego napięcia.

Tabela 20: Wejście analogowe

Funkcja	Dane
Numer zacisku	T33 i T34
Tryb wejścia	Prąd lub napięcie ⁽¹⁾
Tryb napięciowy	<ul style="list-style-type: none"> Zakres napięcia: 0-10 V (skalowalne) Impedancja wejścia: 10 kΩ Napięcie maksymalne: +20 V/-12 V
Tryb prądowy	<ul style="list-style-type: none"> Zakres prądowy: 0/4-20 mA (skalowalny) Impedancja wejścia: 200 Ω Prąd maksymalny: 30 mA
Rozdzielczość	0,1% pełnej skali
Dokładność	1% pełnego zakresu
Szerokość pasma	100 Hz

¹ Wybór dokonywany jest na poziomie oprogramowania. W celu uzyskania dalszych informacji, zachęcamy do zapoznania się z przewodnikiem programowania aplikacji.

4.2.5.4 Wyjście analogowe

O ile nie określono inaczej, wejścia i wyjścia sterujące zostały galwanicznie odizolowane (PELV) od napięcia zasilania oraz pozostałych zacisków wysokiego napięcia.

Tabela 21: Wyjście analogowe

Funkcja	Dane
Numer zacisku	T31
Zakres wyjściowy: Prąd	0/4-20 mA
Maks. rezystor obciążeniowy do GND	500 Ω
Rozdzielczość	0,1% pełnej skali
Dokładność	1% pełnego zakresu

4.2.5.5 Wyjście przekaźnikowe

Przekaźniki zapewniają izolację PELV napięcia zasilania, innych zacisków wysokiego napięcia oraz sterowania niskiego napięcia.

Tabela 22: Wyjście przekaźnikowe

Funkcja	Dane
Numer zacisku	01, 02, i 03
Konfiguracja przekaźnika	SPDT (NO/NC)
Maksymalne obciążenie zacisku (AC-1): Obciążenie rezystancyjne	250 V AC, 2 A
Maksymalne obciążenie zacisku (AC-15): Obciążenie indukcyjne przy $\cos\phi = 0,4$	250 V AC, 0,2 A

Funkcja	Dane
Maksymalne obciążenie zacisku (DC-1): Obciążenie rezystancyjne	30 V DC, 2 A
Maksymalne obciążenie zacisku (DC-13): Obciążenie indukcyjne	24 V DC, 0,1 A
Obciążenie minimalne	<ul style="list-style-type: none"> • 24 V DC, 10 mA • 24 V AC, 20 mA

4.2.5.6 Napięcia pomocnicze

Wyjścia napięcia pomocniczego wykorzystywane są jako punkt odniesienia dla wejść analogowych i cyfrowych.

Tabela 23: Napięcia pomocnicze

Funkcja	Dane	
Wyjście 10 V	Napięcie wyjściowe	+10,5 V \pm 0,5 V
	Maksymalne obciążenie	25 mA
Wyjście 24 V	Napięcie wyjściowe	+24 V \pm 20%
	Maksymalne obciążenie	100 mA

4.2.6 Komunikacja szeregową RS485

Tabela 24: Komunikacja szeregową RS485

Funkcja	Dane
Numer zacisku	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Numer zacisku	61 masa dla zacisków 68 i 69

Więcej informacji na temat komunikacji i konfiguracji RS485 można znaleźć w Przewodniku programowania aplikacji iC2-Micro Frequency Converters.

4.2.7 Warunki otoczenia

iC2-Micro Frequency Converters przeznaczone są do instalowania i użytkowania w środowiskach chronionych przed wpływem warunków atmosferycznych. Dostępne klasy obejmują:

- IP20/Typ otwarty.
- IP21/UL Typ 1 (opcjonalny zestaw do konwersji IP21/Typ 1).

O ile nie określono inaczej, środowiska wykorzystane jako referencyjne w odniesieniu do kryteriów projektowych zostały opisane w normach IEC 60721-3-1:2019, IEC 60721-3-2:2018 i, IEC 60721-3-3:2019.

Warunki te dotyczą:

- Przechowywania (patrz [4.2.7.1 Warunki otoczenia podczas przechowywania](#))
- Transportowania (patrz [4.2.7.2 Warunki otoczenia podczas transportowania](#))
- Obsługi (patrz [4.2.7.3 Warunki otoczenia podczas pracy](#))

4.2.7.1 Warunki otoczenia podczas przechowywania

Tabela 25: Warunki otoczenia podczas przechowywania

Funkcja	Dane
Temperatura otoczenia	Od -25 do +65°C (od -13 do +149°F)
Warunki klimatyczne	1K21, maks. 95% bez kondensacji

Funkcja	Dane
Substancje aktywne chemicznie	1C2
Cząstki stałe (wyłącznie cząstki/pył o charakterze nieprzewodzącym)	1S11
Drgania	1M11
Udary	1M11
Otoczenie biologiczne	1B1

4.2.7.2 Warunki otoczenia podczas transportowania

Tabela 26: Warunki otoczenia podczas transportowania

Funkcja	Dane
Temperatura otoczenia	Od -25 do +70°C (od -13 do +158°F)
Warunki klimatyczne	2K11, maks. 95% bez kondensacji
Substancje aktywne chemicznie	2C2
Cząstki stałe (wyłącznie cząstki lub pył o charakterze nieprzewodzącym)	2S5
Drgania	2M5
Udary	2M4
Otoczenie biologiczne	2B1

4.2.7.3 Warunki otoczenia podczas pracy

Tabela 27: Warunki otoczenia podczas pracy

Funkcja	Dane
Temperatura otoczenia	Od -10 do +50°C (od 14 do +122°F)
	Z obniżaniem wartości znamionowych: Od -20 do +55°C (od -4 do +131°F)
Warunki klimatyczne	3K22, maks. 95% bez kondensacji ⁽¹⁾
Substancje aktywne chemicznie	C3
Cząstki stałe (cząstki/pył o charakterze nieprzewodzącym)	3S6
Drgania	3M11
Udary	3M11
Otoczenie biologiczne	3B1

Funkcja	Dane
Maksymalna wysokość nad poziomem morza	Bez obniżania wartości znamionowych: 1000 m (3280 ft)
	Z obniżaniem wartości znamionowych: 1000-3000 m (3280-9243 stóp) z obniżaniem wartości znamionowych o 1%/100 m (328 stóp).
	W przypadku instalacji na wysokościach powyżej 2000 m (6562 stóp), należy skontaktować się z firmą Danfoss w celu skonsultowania kwestii dotyczących PELV.

¹ Aby uniknąć kondensacji, należy zapewnić maksymalną szybkość zmiany temperatury 0,1°C/min (0,18°F/min).

4.3 Bezpieczniki i wyłączniki

Aby zapewnić prawidłowe zabezpieczenie kabla zasilającego i przetwornicy, należy stosować bezpieczniki i/lub wyłączniki. W przypadku wystąpienia zwarcia bezpieczniki i wyłączniki chronią przewody silnoprądowe oraz ograniczają uszkodzenia przetwornicy oraz podłączonych do niej podzespołów.

W przypadku stosowania wyłączników, należy pamiętać o ograniczeniu zdolności zwarciowej zasilania i postępować zgodnie z instrukcjami instalacji dostarczonymi przez producenta. Wartość znamionowa zwarcia musi odpowiadać wartościom podanym w [Tabela 28](#).

W celu zachowania zgodności z odpowiednimi przepisami, należy przestrzegać zaleceń dotyczących bezpieczników i wyłączników. Nieprzestrzeganie zaleceń i wystąpienie problemów może mieć wpływ na zachowanie warunków gwarancyjnych. Zachęcamy do skontaktowania się z Danfoss w celu uzyskania dalszych informacji.

Tabela 28: Bezpieczniki i wyłączniki

iC2-Micro	Wariant bez szafy sterującej					Wariant wraz z szafą sterującą			
	Bezpieczniki zgodne z UL				Bezpieczniki CE	Wyłącznik UL	Wyłącznik CE	Rozmiar testowej szafy sterującej. [wysokość × szerokość × głębokość] [mm (cale)]	Minimalna pojemność szafy sterującej [L]
kW (KM)	RK1	T	J	CC	gG	Maksymalny poziom wyłączenia awaryjnego ABB MS165	Maksymalny poziom wyłączenia awaryjnego Eaton PKZM4		
Standardowy prąd zwarciowy SCCR	5 kA	5 kA			5 kA	5 kA	5 kA		
Maksymalny prąd zwarciowy SCCR	–	100 kA			–	65 kA	–		
1 × 200-240 V									
0,37 (0,5)	25 A				25 A	25 A	25 A	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
0,75 (1,0)									
1,5 (2,0)	35 A				35 A	32 A	32 A		
2,2 (3,0)	40 A				50 A	42 A	50 A		
3 × 380-480 V									
0,37 (0,5)	15 A				16 A	16 A	16 A	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
0,75 (1,0)									

1,5 (2,0)					
2,2 (3,0)	30 A	40 A	32 A	32 A	
3,0 (4,0)					
4,0 (5,5)					

4.4 Złącza zasilania

W celu zapewnienia prawidłowego działania, należy zwrócić uwagę na wymiary przekroju, długość ściągniętej izolacji oraz na momenty dokręcania.

Wymiary dotyczą zarówno drutów, jak i linek. Przetwornice przeznaczone są do użytku wraz z kablami miedzianymi o temperaturze znamionowej wynoszącej 70°C (158°F). O ile nie określono inaczej, temperatura otoczenia przetwornicy częstotliwości będzie odpowiadała wartości znamionowej kabla. Przewody aluminiowe można stosować od 35 mm². Prawidłowe połączenia muszą posiadać zabezpieczenie w postaci usuniętej warstwy tlenku i nałożenie środka wiążącego.

U W A G A

Stosowanie kabla posiadającego maksymalny dozwolony przekrój będzie wiązało się z większym wysiłkiem podczas instalacji.

Tabela 29: Rozmiary przewodów silnoprądowych

Rozmiar obudowy	Zacisk	Przekrój poprzeczny [mm ² (AWG)]	Moment obrotowy [Nm (ib-in)]	Długość ściągniętej izolacji [mm (cale)]	Typ łącznika	Typ śruby/uchwyty
MA01c	Złącze zasilania, silnika i DC	0,5-4,0 (24-10)	0,7 (6,2)	7-9 (0,28-0,35)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Przełącznik	0,5-2,5 (24-12)	0,5 (4,4)	6-7 (0,24-0,28)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
MA02c	Złącze zasilania, silnika i DC	0,5-4,0 (24-10)	0,7 (6,2)	7-9 (0,28-0,35)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Przełącznik	0,5-2,5 (24-12)	0,5 (4,4)	6-7 (0,24-0,28)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
MA01a	Zasilanie i silnik	0,5-4,0 (24-10)	0,7 (6,2)	7-9 (0,28-0,35)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Złącze DC	2,1-5,3 (14-10)	–	6-7 (0,24-0,28)	Gniazda proste	–
	Przełącznik	0,5-2,5 (24-12)	0,5 (4,4)	6-7 (0,24-0,28)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
MA02a	Zasilanie i silnik	0,5-4,0 (24-10)	0,7 (6,2)	7-9 (0,28-0,35)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Hamulec ⁽¹⁾ złącze DC	2,1-5,3 (14-10)	–	6-7 (0,24-0,28)	Gniazda proste	–
	Przełącznik	0,5-2,5 (24-12)	0,5 (4,4)	6-7 (0,24-0,28)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
MA03a	Zasilanie i silnik	0,5-4,0 (24-10)	0,7 (6,2)	7-9 (0,28-0,35)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Złącze rezystora hamowania i DC	2,1-5,3 (14-10)	–	6-7 (0,24-0,28)	Gniazda proste	–
	Przełącznik	0,5-2,5 (24-12)	0,5 (4,4)	6-7 (0,24-0,28)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
MA04a	Zasilanie	0,5-16 (22-6)	1,2 (10,6)	12-13 (0,47-0,51)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Złącze silnika, rezystora hamowania i DC	0,5-16 (20-6)	1,2 (10,6)	12-15 (0,47-0,59)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Przełącznik	0,5-2,5 (24-12)	0,5 (4,4)	6-7 (0,24-0,28)	Kostka zaciskowa	Gniazdo

Rozmiar obudowy	Zacisk	Przekrój poprzeczny [mm ² (AWG)]	Moment obrotowy [Nm (ib-in)]	Długość ściągniętej izolacji [mm (cale)]	Typ łącznika	Typ śruby/uchwyty
MA05a	Zasilanie	0,5-16 (22-6)	1,2 (10,6)	12-13 (0,47-0,51)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Złącze silnika, rezystora hamowania i DC	0,5-16 (20-6)	1,2 (10,6)	12-15 (0,47-0,59)	Kostka zaciskowa	Gniazdo
	Przełącznik	0,5-2,5 (24-12)	0,5 (4,4)	6-7 (0,24-0,28)	Kostka zaciskowa	Gniazdo

¹ Dla MA02a, jedynie przetwornice częstotliwości 3 × 380-480 V posiadają funkcję hamowania oraz

4.5 Hałas akustyczny

Hałas akustyczny generowany przez przetwornicę może pochodzić z 3 źródeł:

- Cewki obwodu pośredniego DC.
- Wbudowany wentylator.
- Dławik filtra RFI.

Typowe wartości zmierzone w odległości 1 m (3,3 stopy) od urządzenia:

Tabela 30: Typowe wartości pomiaru

Rozmiar obudowy	Pełna prędkość wentylatora [dBA]	Hałas w tle [dBA]
MA01c	–	–
MA02c	50,3	31,2
MA01a	42,5	31,2
MA02a	57,6	31,2

Wyniki badań pochodzą z testu przeprowadzonego zgodnie z normą ISO 3744, dotyczącego nasilenia hałasu akustycznego w środowisku kontrolowanym. Ton szumowy został określony ilościowo dla zapisu danych inżynierskich dotyczących wydajności sprzętu zgodnie z normą ISO 1996-2, załącznik D.

4.6 Poziomy zgodności EMC

Przetwornice zostały zaprojektowane i przetestowane pod kątem zgodności z odpowiednimi normami EMC. Poziomą wydajność uzależniony jest od rzeczywistego poziomu zgodności przetwornicy częstotliwości oraz wybranego poziomu zgodności EMC.

Poziomy zgodności EMC testowane są w następujących warunkach:

- Przetwornica (z wyposażeniem opcjonalnym, jeśli dotyczy).
- Ekranowane przewody sterownicze i komunikacyjne.
- Sterowanie zewnętrzne z cyfrowym we/wy i sterowaniem analogowym.
- Pojedynczy silnik podłączony za pomocą kabla ekranowanego w celu przeprowadzania testów emisji i kabla nieekranowanego przeznaczonego do testowania odporności na zakłócenia.
- Kable podziału obciążenia i kabel rezystora hamowania.
- Standardowe ustawienia przetwornicy.

U W A G A

Zgodnie z dyrektywą EMC system definiuje się jako połączenie kilku rodzajów urządzeń, produktów gotowych i/lub komponentów połączonych, zaprojektowanych i/lub zestawionych przez tę samą osobę (producenta systemu), przeznaczonych do wprowadzenia na rynek w celu dystrybucji jako pojedyncza jednostka funkcjonalna dla użytkownika końcowego oraz przeznaczonych do zainstalowania i użytkowania razem w celu wykonywania określonego zadania.

Dyrektywa EMC dotyczy produktów/systemów i instalacji, niemniej jednak, jeśli instalacja składa się z produktów/systemów ze znakiem CE, instalację można również uznać za zgodną z dyrektywą EMC. Instalacje nie posiadają oznaczenia CE.

Zgodnie z dyrektywą EMC, firma Danfoss jako producent produktów/systemów jest odpowiedzialna za spełnienie zasadniczych wymagań dyrektywy EMC oraz za dołączenie znaku CE. W przypadku systemów obejmujących podział obciążenia oraz inne zaciski DC, firma Danfoss będzie mogła zapewnić zgodność z dyrektywą EMC wyłącznie w sytuacji, w której kombinacje produktów firmy Danfoss będą połączone zgodnie z opisem zawartym w dokumentacji technicznej.

W przypadku dokonywania instalacji w środowisku mieszkalnym i niezgodnie z klasą C1, w takich miejscach przetwornica może nie zapewniać wystarczającej ochrony przed odbiorem radiowym.

- W tego typu przypadkach konieczne może okazać się zastosowanie dodatkowych środków zaradczych, na przykład w postaci ekranowania lub zwiększenia odległości pomiędzy produktami, których ta kwestia dotyczy.

4.6.1 Wymagania dotyczące emisji

Zgodnie z normą dla produktów objętych wymaganiami dot. kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) EN/IEC 61800-3 dla przetwornic częstotliwości, wymagania te uzależnione są od przeznaczenia przetwornicy. W normie dla produktów EMC określono cztery kategorie. Objaśnienia 4 kategorii oraz wymagania dla emisji przewodzonych w napięciu zasilania przedstawiono w [Tabela 31](#).

Tabela 31: Wymagania dotyczące emisji

Klasa zgodności	Przeznaczenie przetwornicy
C1	Przetwornice instalowane w 1 środowisku (domy i biura) o napięciu zasilania nieprzekraczającym 1000 V.
C2	Przetwornice instalowane w 1 środowisku (domy i biura) o napięciu zasilania nieprzekraczającym 1000 V, które nie są urządzeniami wtykowymi lub mobilnymi, lecz przeznaczonymi do instalowania i uruchamiania przez specjalistów.
C3	Przetwornice instalowane w 2 środowisku (przemysłowym) o napięciu zasilania nieprzekraczającym 1000 V.
C4	Przetwornice instalowane w 2 środowisku (przemysłowym) o napięciu zasilania przekraczającym 1000 V bądź prądzie znamionowym równym lub przekraczającym 400 A lub przeznaczone do użytkowania w systemach złożonych.

Napędy są zaprojektowane tak, aby spełniały 1 z 4 poniższych kategorii, określonych w normie produktowej EMC, EN/IEC 61800-3.

4.6.2 Wymagania dotyczące odporności EMC

Wymagania dotyczące odporności przetwornic częstotliwości uzależnione są od środowiska, w którym są one instalowane. Wymagania dla środowiska przemysłowego są surowsze od wymagań dla środowiska domowego i biurowego. Wszystkie przetwornice firmy Danfoss spełniają wymagania środowiska przemysłowego. W związku z tym spełniają one również niższe wymagania dotyczące środowisk domowych i biurowych z dużym marginesem bezpieczeństwa.

W celu udokumentowania odporności na przebiecia impulsowe wywoływane zjawiskami elektrycznymi przeprowadzono następujące testy odporności dotyczące systemu składającego się z:

- Przetwornicy (z wyposażeniem opcjonalnym, jeśli dotyczy).
- Ekranowanego przewodu sterowniczego.
- Skrzynki sterowania z potencjometrem, kablem silnika i silnikiem.

Testy zostały przeprowadzone zgodnie z następującymi podstawowymi normami:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2) Wyładowania elektrostatyczne (ESD):** Symulacja wyładowań elektrostatycznych pochodzących od ludzi.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3) Odporność na promieniowanie:** Symulacja modulacji amplitudy oddziaływania radarowego i radiowego sprzętu komunikacyjnego oraz komunikacji komórkowej.

- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4) Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych:** Symulacja zakłóceń powodowanych przez przełączanie stycznika, przekaźnika lub podobnych urządzeń.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5) Stany nieustalone:** Symulacja stanów nieustalonych spowodowanych np. przez piorun, który uderzył w pobliżu instalacji.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6) Odporność przewodzona:** Symulacja oddziaływania urządzeń radiowych połączonych kablami połączeniowymi.

Wymagania dotyczące odporności powinny zapewniać zgodność z normą produktu IEC 61800-3. Aby dowiedzieć się więcej, patrz [Tabela 32](#).

Tabela 32: Odporność EMC

Norma produktowa	61800-3				
Test	ESD	Odporność na promieniowanie	Szybkie zakłócenia impulsowe	Impulsowe zakłócenia udarowe	Odporność przewodzona
Kryterium przyjęcia	B	A	B	B	A
Przewód zasilania	–	–	2 kV CN	1 kV/2 Ω DM 2 kV/12 Ω CM	10 V _{RMS}
Kabel silnika	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Kabel hamulca	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Kabel podziału obciążenia	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Przewód przekaźnika	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Przewód sterowniczy	–	–	Długość > 2 m (6,6 stopy) 1 kV CCC	Nieekranowany: 1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
Kabel standardowy/magistralny	–	–	Długość > 2 m (6,6 stopy) 1 kV CCC	Nieekranowany: 1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
Kabel panelu sterującego	–	–	Długość > 2 m (6,6 stopy) 1 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Obudowa	4 kV CD 8 kV AD	10 V/m	–	–	–
Definicje					
CD: Wyładowanie stykowe AD: Wydatek powietrza		DM: Tryb różnicowy CM: Składowej zerowej		CN: Bezpośrednie wprowadzenie przez sieć o sprzężeniu bezpośrednim CCC: Wprowadzanie poprzez odsprzęgającą obejmę pojemnościową	

4.7 Kompatybilność EMC i długość kabla silnika

W oparciu o różne typy filtrów EMC przetwornica częstotliwości obejmuje 2 warianty:

- Przetwornica częstotliwości z wbudowanym filtrem EMC.
- Przetwornica częstotliwości bez wbudowanego filtra EMC.

Tabela 33: Długość kabla silnika zgodna z wymogami kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)

Przetwornica częstotliwości z wbudowanym filtrem EMC	Maksymalna długość kabla silnika (ekranowanego), przy 4kHz	
	C1 (przewodzący)	C2 (przewodzący)
1 × 200-240 V	5 m (16,4 stopy)	–
3 × 400-480 V	–	15 m (49,2 stopy)

Tabela 34: Maksymalna długość kabli silnika

Maksymalna długość kabli silnika (ekranowanych)	Maksymalna długość kabli silnika (nieekranowanych)
50 m (164 stopy)	75 m (246 stóp)

- Przetwornica częstotliwości z wbudowanym filtrem EMC spełnia limity emisji promieniowania C2.
- Przetwornica częstotliwości bez wbudowanego filtra EMC spełnia wymogi emisji przewodzonej/promieniowanej C4.
- Przetwornica częstotliwości została zaprojektowana do pracy z optymalną wydajnością przy maksymalnej długości kabla silnika określonej w [Tabela 34](#).

4.8 Warunki dU/dt

Gdy następuje przełączenie tranzystora na mostku przetwornicy, napięcie w silniku wzrasta o współczynnik dU/dt uzależniony od:

- Typu kabla silnika.
- Przekroju poprzecznego kabla silnika.
- Długości kabla silnika.
- Tego, czy kabel silnika jest ekranowany czy nie.
- Indukcyjności.

Indukcyjność własna powoduje pojawianie się przeregulowań U_{SZCZYT} w napięciu silnika, zanim same się ustabilizują na poziomie zależnym od napięcia w obwodzie pośrednim DC. Czas narastania i napięcie szczytowe U_{SZCZYT} wpływają na żywotność silnika.

Zbyt wysokie napięcie szczytowe wpływa szczególnie na silniki pozbawione odpowiedniej izolacji elektrycznej uzwojenia. Im dłuższy będzie kabel silnika, tym dłuższy czas narastania i wyższe napięcie szczytowe.

Przełączenie układów IGBT będzie powodowało powstawanie napięcia szczytowego na zaciskach silnika. iC2-Micro Frequency Converters spełniają wymagania normy IEC 60034-25 dotyczącej silników sterowanych za pośrednictwem przetwornic częstotliwości. iC2-Micro Frequency Converters spełniają również wymagania normy IEC 60034-17 dotyczącej silników sterowanych za pośrednictwem przetwornic częstotliwości.

Po stronie zacisków silnika, przy momencie obrotowym wynoszącym 50% IEC dokonywany jest pomiar następujących danych dU/dt:

Tabela 35: Dane dU/dt dla iC2-Micro Frequency Converters

Rozmiar obudowy	Moc [kW (KM)]	Długość kabla [m (stopy)]	Napięcie zasilania [V]	Czas narastania [μ sek.]	U_{SZCZYT} [kV]	dU/dt [kV/ μ sek.]
MA01c	0,75 (1,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,75 (1,0)	50 (164)	1 × 240	0,286	0,618	1,73
MA02c	1,5 (2,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,5 (2,0)	50 (164)	1 × 240	0,31	0,622	1,62
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 400	0,132	0,732	4,46
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 400	0,389	1,056	2,18
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 480	0,143	0,848	4,76
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 480	0,417	1,232	2,36

Rozmiar obudowy	Moc [kW (KM)]	Długość kabla [m (stopy)]	Napięcie zasilania [V]	Czas narastania [μ sek.]	U_{SZCZYT} [kV]	dU/dt [kV/ μ sek.]
MA02a	2,2 (3,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,078	0,562	5,71
MA02a	2,2 (3,0)	50 (164)	1 × 240	0,214	0,614	2,29
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 400	0,136	0,752	4,47
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 400	0,254	1,048	3,30
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 480	0,149	0,896	4,85
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 480	0,305	1,232	3,23

4.9 Obniżanie wartości znamionowych

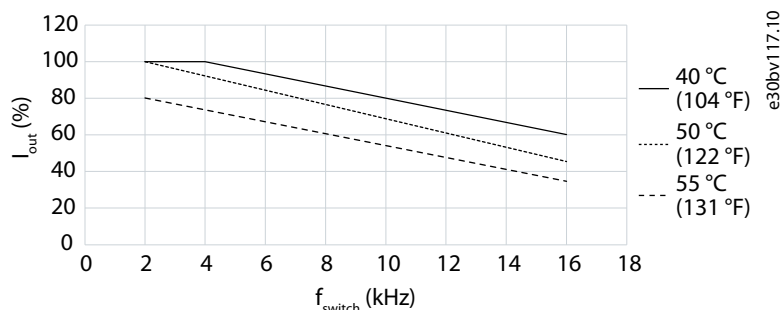
W przypadku gdy przetwornica narażona jest na występowanie szczególnych warunków, w takiej sytuacji należy rozważyć obniżenie wartości znamionowych. Obniżanie wartości znamionowych przetwornicy obejmuje:

- Ręczne obniżanie wartości znamionowych.
- Automatyczne obniżanie wartości znamionowych.

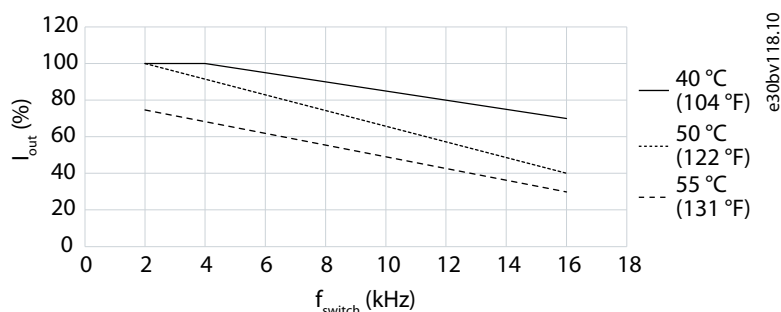
4.9.1 Ręczne obniżanie wartości znamionowych

Ręczne obniżenie wartości znamionowych należy rozważyć w przypadku:

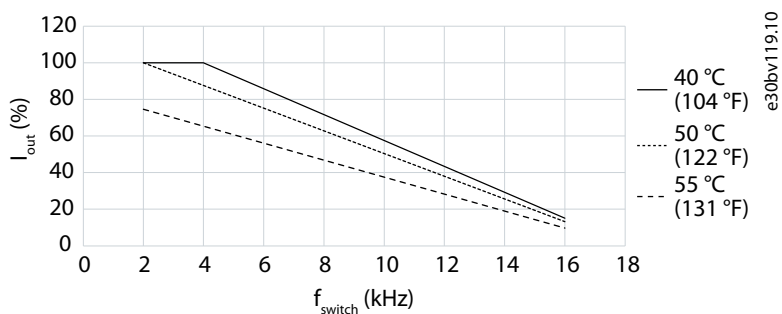
- Ciśnienie atmosferyczne — w przypadku instalacji znajdujących się wysokościach powyżej 1000 m (3281 stóp) n.p.m.
- Prędkość obrotowa silnika — przy pracy ciągłej z niską prędkością obrotową w zastosowaniach o stałym momencie obrotowym.
- Temperatura otoczenia — powyżej 40°C (104°F), aby zapoznać się ze szczegółami, patrz poniższe ilustracje.



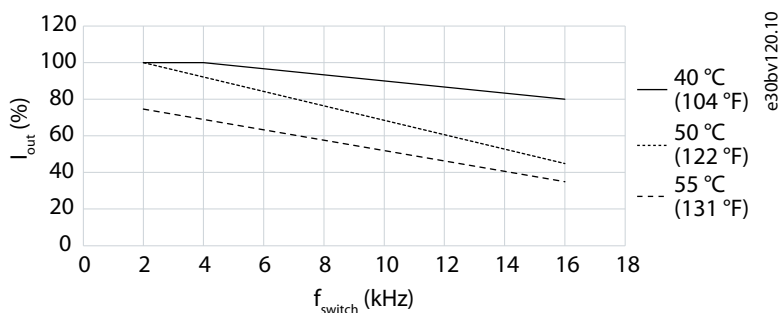
Ilustracja 13: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA01c 1 × 200-240 V AC)



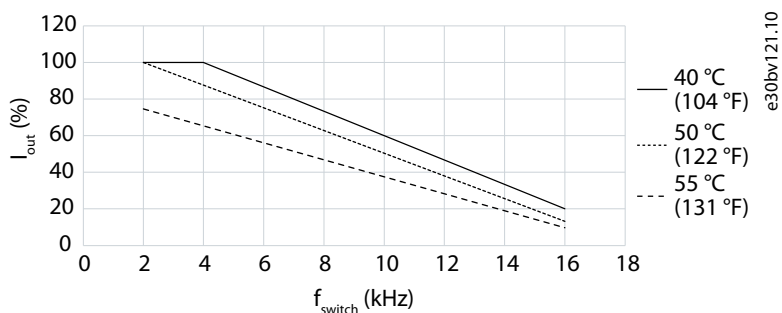
Ilustracja 14: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczowania (MA02c 1 × 200-240 V AC)



Ilustracja 15: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczkowania (MA01a 3 × 380-480 V AC)



Ilustracja 16: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczkowania (MA02a 1 × 200-240 V AC)



Ilustracja 17: Obniżanie wartości znamionowych prądu wyjściowego w stosunku do częstotliwości kluczkowania (MA02a 3 × 380-480 V AC)

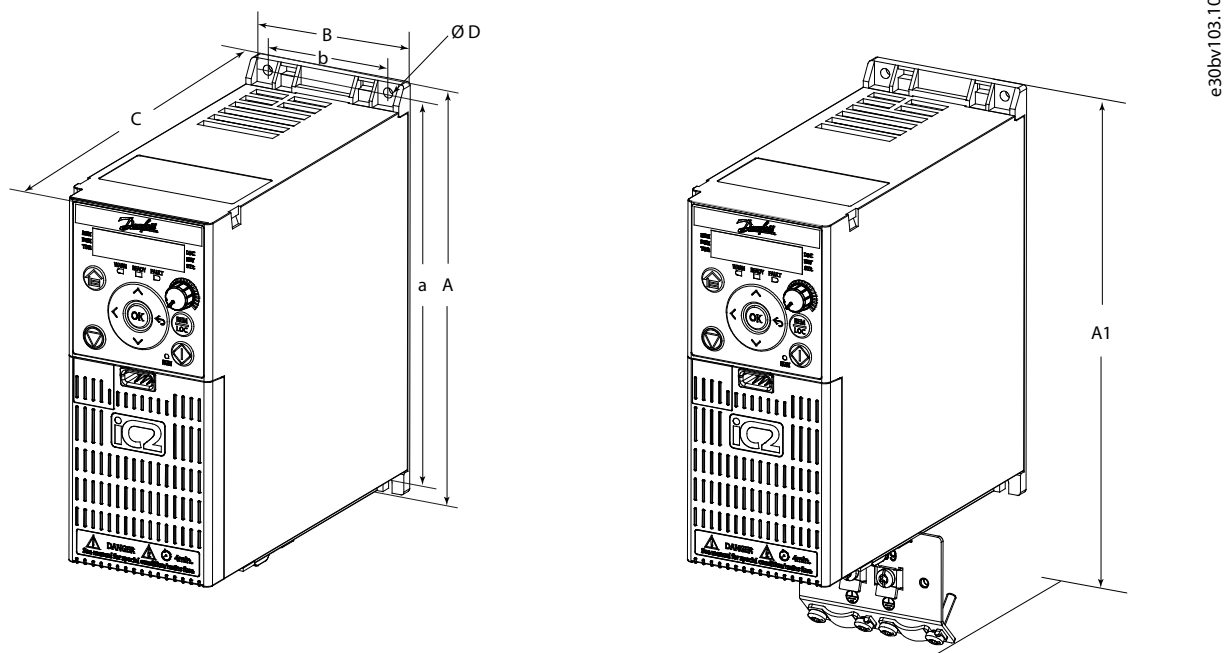
4.9.2 Automatyczne obniżanie wartości znamionowych

W celu zapewnienia wydajności na etapach krytycznych, przetwornica częstotliwości nieustannie sprawdza następujące poziomy krytyczne i automatycznie dostosowuje częstotliwość kluczkowania.

- Krytycznie wysoka temperatura radiatora.
- Wysokie obciążenie silnika.
- Niska prędkość obrotowa silnika.
- Wyzwolenie sygnałów zabezpieczających (przebiecie/napięcie poniżej dolnego limitu, przetężenie, błąd doziemienia i zwarcie).

5 Wymiary zewnętrzne

5.1 Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type



Ilustracja 18: Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type

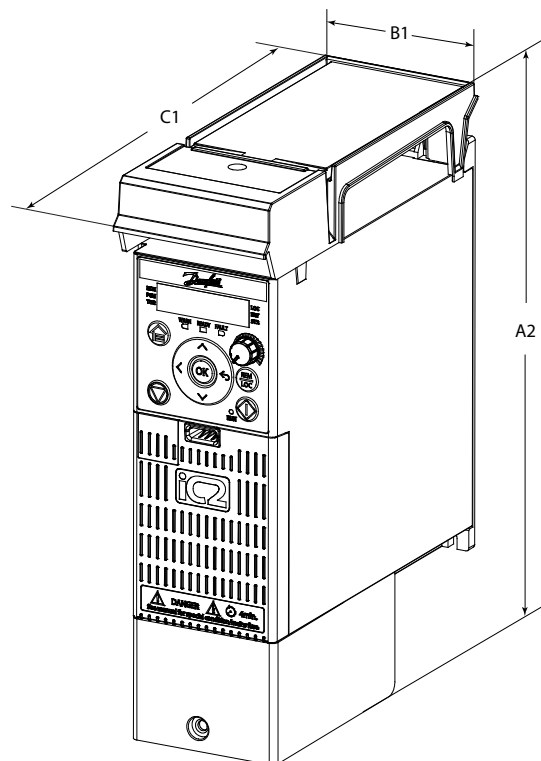
Tabela 36: Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type

Obudowa	Moc [kW (KM)]		Wysokość [mm (cale)]			Szerokość [mm (cale)]		Głębokość [mm (cale)] ⁽¹⁾	Otwory montażowe [mm (cale)]
	1 × 200-240 V	3 × 380-480 V	A	A1 ⁽²⁾	a	B	b		
MA01c	0,37-0,75 (0,5-1,0)	–	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)
MA02c	1,5 (2,0)	–	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)
MA01a	–	0,37-1,5 (0,5-2,0)	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,5)	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)

¹ Potencjometr umieszczony na lokalnym panelu sterowania wystaje poza obręb przetwornicy na długości 6,5 mm (0,26 cala).

² Wraz z płytką odsprężającą.

5.2 Rozmiary i wymiary obudowy IP21/UL typ 1



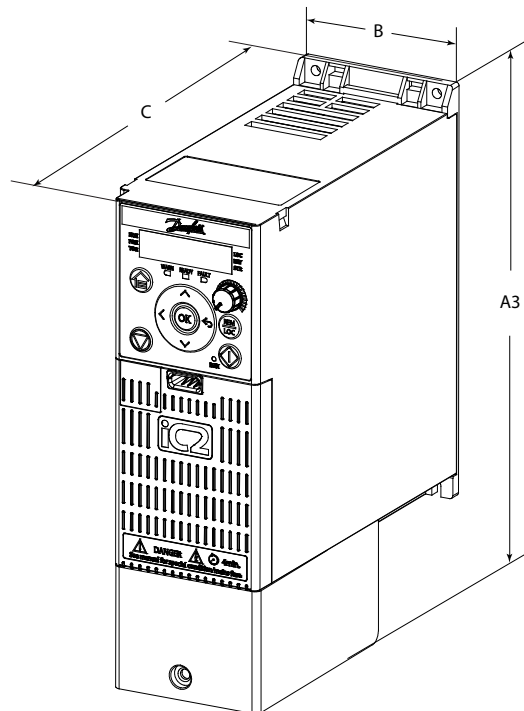
e30bv104.10

Ilustracja 19: Rozmiary i wymiary obudowy IP21/UL typ 1

Tabela 37: Rozmiary i wymiary obudowy IP21/UL typ 1

Obudowa	Moc [kW (KM)]		Wysokość [mm (cale)]	Szerokość osłony górnej [mm (cale)]	Głębokość [mm (cale)]
	1 × 200-240 V	3 × 380-480 V			
MA01c	0,37-0,75 (0,5-1,0)	–	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)
MA02c	1,5 (2,0)	–	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)
MA01a	–	0,37-1,5 (0,5-2,0)	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,5)	255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)

5.3 Rozmiary i wymiary obudowy NEMA 1



e30bv105.10

Ilustracja 20: Rozmiary i wymiary obudowy NEMA 1

Tabela 38: Rozmiary i wymiary obudowy NEMA 1

Obudowa	Moc [kW (KM)]		Wysokość [mm (cale)]	Szerokość [mm (cale)]	Głębokość [mm (cale)] ⁽¹⁾
	1 × 200-240 V	3 × 380-480 V			
MA01c	0,37-0,75 (0,5-1,0)	–	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	1,5 (2,0)	–	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	–	0,37-1,5 (0,5-2,0)	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,5)	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)

¹ Potencjometr umieszczony na lokalnym panelu sterowania wystaje poza obręb przetwornicy na długości 6,5 mm (0,26 cala).

6 Informacje dotyczące montażu mechanicznego

6.1 Zakres dostawy

Zakres dostawy obejmuje:

- Przetwornica częstotliwości.
- Osłona zacisków.
- Instrukcja obsługi obejmuje informacje na temat instalacji, uruchomienia przy przekazywaniu do eksploatacji i konserwacji omawianej przetwornicy.

6.2 Etykiety produktu

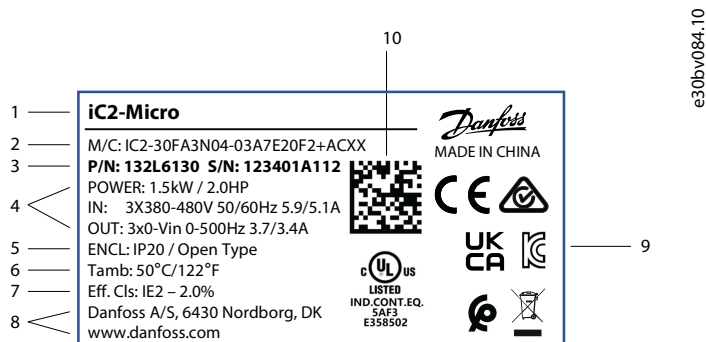
Przetwornica wraz z całym zestawem posiada tabliczki znamionowe zawierające informacje wymagane ze względów prawnych lub regulacyjnych, a także unikalne dane identyfikujące każdy z podzespołów oraz pozostałe istotne informacje.

6.2.1 Etykiety produktu na przetwornicach częstotliwości

Etykieta produktu znajdująca się na przetwornicy zawiera informacje umożliwiające identyfikację produktu oraz informacje prawne i regulacyjne. Aby zapoznać się z rozmieszczeniem etykiet na przetwornicy, patrz [Tabela 39](#).

Tabela 39: Rozmieszczenie etykiet

Rozmiar obudowy	Umieszczenie etykiety
MA01c	Z boku przetwornicy.
MA02c	
MA01a	Na górze przetwornicy.
MA02a	



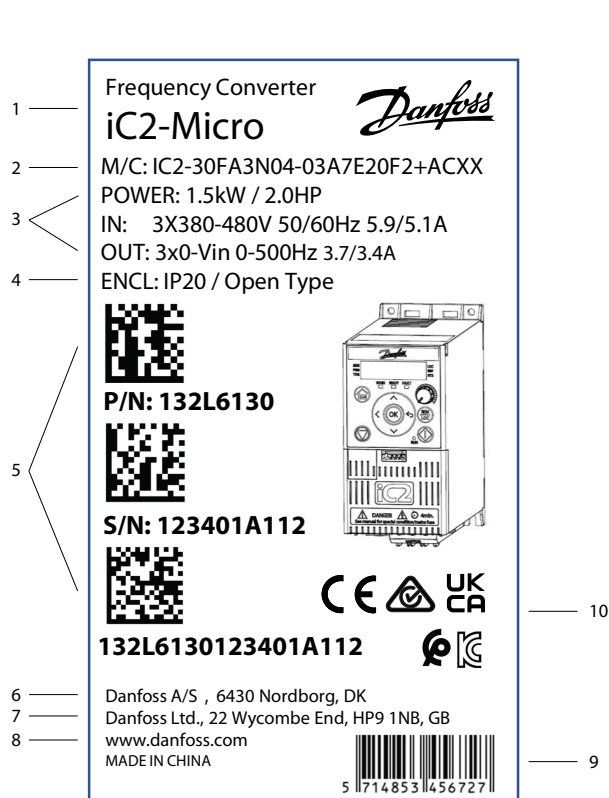
Ilustracja 21: Przykładowa etykieta produktu

Zalecenia projektowe

1	Nazwa produktu	6	Temperatura otoczenia: Określa zakres temperatur otoczenia bez konieczności obniżania wartości znamionowych.
2	Kod modelu: M/C zawiera 27 znaków składających się na kodu modelu.	7	Klasa sprawności: Klasa sprawności zgodna z dyrektywą ErP. Wartość podana dla punktu 90% częstotliwości/100% prądu roboczego.
3	P/N i S/N <ul style="list-style-type: none"> P/N jest numerem kodu danego produktu. S/N zawiera numer seryjny. 	8	Nazwa firmy, adres i witryna internetowa.
4	Moc znamionowa: <ul style="list-style-type: none"> W 1 wierszu wyszczególniona została typowa moc znamionowa silnika dla określonego napięcia. W 2 wierszu wyszczególniono wejściowe wartości znamionowe (zakres napięć, częstotliwość i prąd wejściowy przy danym napięciu wejściowym). W 3 wierszu wyszczególniono wyjściowe wartości znamionowe (zakres napięć, częstotliwość i znamionowe prądy wyjściowe przy danym napięciu wejściowym). 	9	Ostrzeżenia i informacje dotyczące zgodności.
5	Obudowa: Określa klasę ochrony przetwornicy częstotliwości zarówno jako klasę ochrony IP, jak i klasę zgodności z UL.	10	Kod 2D: Kod 2D zawiera informacje dotyczące przetwornicy i można go odczytać za pomocą narzędzi MyDrive®. Kod ten obejmuje: <ul style="list-style-type: none"> P/N: Numer kodu. S/N: Numer seryjny.

6.2.2 Etykiety opakowania

Etykieta opakowania znajduje się na opakowaniu przetwornicy i zawiera informacje dotyczące danej przetwornicy częstotliwości.



e30bv085.10

Ilustracja 22: Przykład etykiety opakowania

Zalecenia projektowe

1	Nazwa produktu	6	Nazwa firmy, adres.
2	Kod modelu: M/C zawiera 27 znaków składających się na kodu modelu.	7	Adres UKAC.
3	Moc znamionowa: <ul style="list-style-type: none"> W 1 wierszu wyszczególniona została typowa moc znamionowa silnika dla określonego napięcia. W 2 wierszu wyszczególniono wejściowe wartości znamionowe (zakres napięć, częstotliwość i prąd wejściowy przy danym napięciu wejściowym). W 3 wierszu wyszczególniono wyjściowe wartości znamionowe (zakres napięć, częstotliwość i znamionowe prądy wyjściowe przy danym napięciu wejściowym). 	8	Witryna internetowa firmy.
4	Obudowa: Określa klasę ochrony przetwornicy częstotliwości zarówno jako klasę ochrony IP, jak i klasę zgodności z UL.	9	Kod kreskowy dla europejskiego kodu towarowego (EAN).
5	Kod 2D zawierający informacje dotyczące zamówienia.	10	Wymagane oznakowanie homologacyjne umieszczone na opakowaniu (więcej oznaczeń homologacyjnych znajduje się na przetwornicy).


6.3 Zalecana utylizacja

Gdy okres eksploatacji przetwornicy dobiegnie końca, jej główne podzespoły będą mogły zostać poddane recyklingowi.

Przed usunięciem materiałów najpierw należy zdemontować przetwornicę. Części i materiały produktu można demontować oraz oddzielać. Zasadniczo, recyklingowi można poddawać wszystkie metale, takie jak stal, aluminium, miedź i jej stopy oraz metale szlachetne. Tworzywa sztuczne, guma i kartony mogą być wykorzystywane w celu odzyskania energii. Płytki obwodów drukowanych i duże kondensatory elektrolityczne o średnicy nieprzekraczającej 25 mm (1 cala) wymagają dalszego przetwarzania, zgodnie z wytycznymi normy IEC 62635. Aby ułatwić recykling, części wykonane z tworzyw sztucznych zostały oznaczone odpowiednim kodem identyfikacyjnym.

W celu uzyskania dalszych informacji na temat aspektów środowiskowych oraz instrukcji dotyczących recyklingu dla profesjonalnych zakładów zajmujących się recyklingiem, zachęcamy do skontaktowania się z lokalnym biurem Danfoss. Czynności poeksploatacyjne należy wykonywać zgodnie z przepisami międzynarodowymi i lokalnymi.

Wszystkie przetwornice są projektowane i produkowane zgodnie z wytycznymi firmy Danfoss dotyczącymi substancji zabronionych i objętych ograniczeniami. W celu zapoznania się z listą tych substancji, zachęcamy do odwiedzenia witryny www.danfoss.com.

	<p>Ten symbol znajdujący się na produkcie oznacza zakaz wyrzucania go wraz z odpadami komunalnymi. Sprzętu zawierającego podzespoły elektryczne nie można usuwać wraz z odpadami domowymi.</p> <p>Należy go przekazać do odpowiedniego punktu odbioru sprzętu elektrycznego i elektronicznego w celu dokonania recyklingu.</p> <ul style="list-style-type: none"> Produkt należy utylizować za pomocą przewidzianych do tego celu kanałów. Prosimy przestrzegać wszystkich lokalnych i aktualnie obowiązujących przepisów oraz regulacji.
---	---

6.4 Przechowywanie do momentu instalacji

6.4.1 Ponowne formowanie kondensatorów

W przypadku przetwornic, które są przechowywane i nie znajdują się pod napięciem, konieczne może okazać się wykonywanie konserwacji kondensatorów znajdujących się w przetwornicy.

Ponowne formowanie będzie wymagane, jeśli przetwornica częstotliwości była przechowywana bez napięcia przez okres przekraczający 3 lata. Ponowne formowanie będzie możliwe do wykonania jedynie w przypadku przetwornic częstotliwości wyposażonych w zaciski DC. W celu przeprowadzania konserwacji i ponownego formowania kondensatora obwodu pośredniego DC, patrz [Tabela 40](#).

W przypadku ponownego formowania kondensatorów:

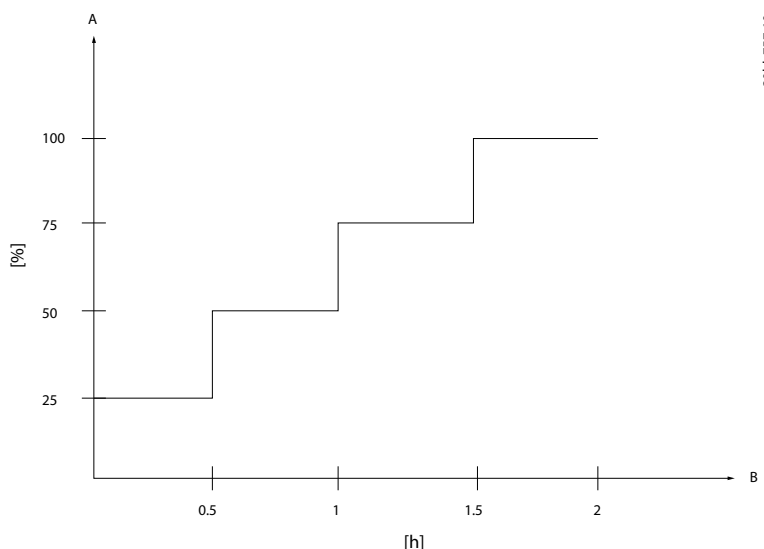
Zalecenia projektowe

- Napięcie formowania musi być 1,35-1,45 razy większe niż znamionowe napięcie zasilania. Jeśli napięcie obwodu pośredniego DC utrzymuje się na niskim poziomie i nie osiąga ok. $1,41 \times U_{\text{sieci}}$, w takim przypadku należy skontaktować się z miejscowym serwisantem.
- Pobór prądu zasilania nie może przekraczać 500 mA.

Podczas pracy przetwornicy częstotliwości, kondensatory obwodu pośredniego DC, które nie zostały poddane ponownemu formowaniu, mogą ulec uszkodzeniu.

Tabela 40: Czas przechowywania przetwornicy i zalecenia dotyczące ponownego formowania

Czas przechowywania	Wskazówki dotyczące formowania
Poniżej 2 lat	Ponowne formowanie nie jest wymagane. Podłączyć do napięcia zasilania.
2-3 lata	Podłącz zasilanie sieciowe i odczekać co najmniej 30 minut przed obciążeniem przetwornicy częstotliwości.
Powyżej 3 lat	Wykorzystując zasilanie DC podłączone bezpośrednio do zacisków obwodu pośredniego DC przetwornicy, należy zwiększyć napięcie 0-100% napięcia magistrali DC w krokach co 25%, 50%, 75% i 100% napięcia znamionowego przy braku obciążenia przez 30 minut podczas każdej operacji zwiększania. Patrz Ilustracja 23 .



Ilustracja 23: Procedura ponownego formowania kondensatorów DC

A	Napięcie ponownego formowania (procent napięcia znamionowego)
B	Godziny

Tabela 41: Wartość narastania napięcia magistrali DC

Napięcie wejściowe AC	Napięcie w obwodzie pośrednim DC
3 × 380-480 V AC	650 V DC
1 × 200-240 V AC	320 V DC

6.4.2 Bezpieczny transport i przechowywanie

Należy postępować zgodnie ze wszystkimi informacjami dotyczącymi transportowania, przechowywania i prawidłowej obsługi, które zostały zawarte w dokumentacji produktu. Dotyczą one:

- W przypadku przechowywania przetwornicy przed dokonaniem instalacji, należy upewnić się, czy warunki otoczenia są zgodne ze specyfikacjami wyszczególnionymi w [4.2.7.1 Warunki otoczenia podczas przechowywania](#).
- Jeśli zestaw będzie przechowywany powyżej 4 miesięcy, w takim przypadku należy zapewnić kontrolowane warunki przechowywania:

Zalecenia projektowe

- Należy zadbać o jak najmniejsze wahania temperatury.
- Należy upewnić się, że wilgotność nie przekracza 50%.
- Przetwornicę należy przechowywać w opakowaniu aż do momentu instalacji. Po rozpakowaniu przetwornicę należy chronić przed kurzem, zanieczyszczeniami i wilgocią.

6.5 Wymagania wstępne dotyczące instalacji

Aby zapewnić jak najlepsze warunki oraz działanie przetwornicy częstotliwości w obrębie jej zastosowania, przed dokonaniem wyboru przetwornicy zaleca się sprawdzenie następujących kwestii:

- Sprawdzić środowisko pracy pod kątem warunków otoczenia. Patrz [4.2.7.3 Warunki otoczenia podczas pracy](#).
- Należy uwzględnić umiejscowienie przetwornicy oraz jej obsługę podczas dokonywania montażu. W celu uzyskania informacji dotyczących ciężarów i wymiarów mechanicznych przetwornic częstotliwości, patrz [5.1 Rozmiary i wymiary obudowy IP20/Open Type](#).
- Pod uwagę należy także wziąć możliwą potrzebę uzyskiwania dostępu do przetwornicy podczas jej pracy. Patrz [6.7 Instalacja mechaniczna](#).
- Uwzględnij potrzeby związane z dostępem w celu przeprowadzania czynności konserwacyjnych. Patrz [6.7.8 Zalecana przestrzeń dla dostępu serwisowego](#).

6.5.1 Środowisko pracy

Aby zapewnić prawidłowe działanie i oczekiwany czas użytkowania produktu, prosimy upewnić się, czy przetwornica częstotliwości jest instalowana zgodnie z określonymi warunkami instalacji.

Tabela 42: Specyfika środowiska pracy

Środowisko	Wymagania techniczne
Temperatura	Przetwornicę częstotliwości należy instalować w miejscu, w którym zakres temperatur roboczych jest zgodny ze specyfikacją danej przetwornicy. Należy uwzględnić zarówno temperaturę podczas pracy, jak i temperaturę podczas przechowywania (przetwornica z odłączonym zasilaniem). W przypadku przekroczenia temperatury znamionowej, konieczne będzie obniżenie wartości znamionowych. Aby uzyskać więcej informacji, patrz 4.2.7 Warunki otoczenia i 4.9 Obniżanie wartości znamionowych .
Wysokość n.p.m.	Prosimy upewnić się, czy przetwornica częstotliwości została zainstalowana na odpowiedniej wysokości nad poziomem morza, co pozwoli zapewnić prawidłowe chłodzenie oraz zgodność z odstępami izolacyjnymi. Na wysokościach powyżej 1000 m (3300 stóp) n.p.m. wymagane jest obniżanie wartości znamionowych przetwornic częstotliwości. Obniżanie wartości znamionowych należy stosować przy maksymalnym prądzie wyjściowym lub maksymalnej temperaturze roboczej. Prosimy również upewnić się, czy dana przetwornica częstotliwości posiada odpowiednie parametry znamionowe w kontekście danej aplikacji. Maksymalna dopuszczalna wysokość n.p.m. będzie uzależniona od konfiguracji sieci zasilającej i napięcia sieci. Ograniczenia zostały wyszczególnione w 4.2 Ogólne dane techniczne . Aby uzyskać więcej informacji, patrz 4.2.7 Warunki otoczenia i 4.9 Obniżanie wartości znamionowych .
Drgania i wstrząsy	Prosimy upewnić się, czy przetwornica częstotliwości została zainstalowana w miejscu, w którym nie jest narażona na wibracje ani wstrząsy wykraczające poza jej specyfikacje. W przypadku narażenia na silniejsze drgania i wstrząsy zaleca się zastosowanie podczas instalacji amortyzatorów. Posiadanie zatwierdzenia dla przemysłu morskiego będzie równoznaczne ze spełnieniem wymagań specjalnych. Aby uzyskać więcej informacji, zachęcamy do zapoznania się z 4.2.7 Warunki otoczenia .
Wilgotność	Przetwornicę częstotliwości należy instalować w miejscu, w którym poziom wilgotności jest zgodny ze specyfikacją danej przetwornicy. Jeśli miejsce instalacji nie spełnia wymaganych warunków, w takim przypadku można zastosować alternatywne środki w postaci innych szaf sterujących, w których dokonana zostanie instalacja przetwornicy, wbudowanych elementów grzewczych lub osuszaczy. Aby uzyskać więcej informacji, zachęcamy do zapoznania się z 4.2.7 Warunki otoczenia .
Pył, włókna i cząstki unoszące	Obudowy IP20/typu otwartego i IP21/UL Typ 1 (opcjonalny zestaw do konwersji IP21/Typ 1) nie zapewniają ochrony przed pyłem, włóknami ani innymi cząstkami unoszącymi się w powietrzu, w związku z czym nie powinny być instalowane w miejscach, w których tego rodzaju zanieczyszczenia występują lub powinny być instalowane w specjalnej obudowie.

Zalecenia projektowe

Środowisko	Wymagania techniczne
się w powietrzu	<p>Prosimy upewnić się, że unoszące się w powietrzu cząsteczki nie zapychają radiatora i wentylatora, ponieważ zapchanie tych podzespołów ograniczy możliwość chłodzenia przetwornicy. Przetwornica będzie wykrywała tego rodzaju niedrożność, obniżając przy tym wydajność lub zatrzymując pracę. Przetwornicy częstotliwości nie należy instalować w miejscu narażonym na działanie cząstek przewodzących prąd elektryczny.</p> <p>Aby uzyskać więcej informacji, zachęcamy do zapoznania się z 4.2.7 Warunki otoczenia.</p> <p>Aby dowiedzieć się więcej na temat konserwacji radiatora i wentylatora, patrz 6.6.4 Konserwacja i serwisowanie radiatora i wentylatora.</p>
Gazy	<p>Podczas instalacji przetwornicy częstotliwości należy zachowywać czujność dotyczącą narażenia na działanie gazów. Omawiana przetwornica częstotliwości nie jest przeznaczona do montażu w miejscach, w których będzie wystawiona na działanie gazów wybuchowych. W przypadku narażenia na działanie gazów korozyjnych, konieczne jest podjęcie odpowiednich środków ostrożności. Środki te obejmują wybór przetwornicy częstotliwości o wyższym stopniu ochrony, dodanie opcjonalnej powłoki ochronnej lub zainstalowanie przetwornicy w ochronnej szafie sterującej.</p> <p>Aby uzyskać więcej informacji, zachęcamy do zapoznania się z 4.2.7 Warunki otoczenia.</p>

6.6 Informacje dotyczące konserwacji

W czasie użytkowania przetwornicy może zająć konieczność przeprowadzania regularnych czynności konserwacyjnych lub serwisowych oraz zapewniania dostępu do odpowiednich części przetwornicy.

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

GORĄCE POWIERZCHNIE

Niektóre z przetwornic częstotliwości posiadają elementy metalowe, które nadal będą pozostawały gorące nawet po wyłączeniu przetwornicy. Niezachowanie ostrożności nakazywanej przez symbol wysokiej temperatury (żółty trójkąt) na przetwornicy częstotliwości może skutkować poważnymi oparzeniami.

- Należy pamiętać, że podzespoły wewnętrzne mogą pozostawać gorące nawet po wyłączeniu przetwornicy częstotliwości.
- Nie dotykać powierzchni zewnętrznych oznaczonych symbolem wysokiej temperatury (żółty trójkąt). Obszary oznaczone tym symbolem będą pozostawały gorące podczas pracy przetwornicy, a także tuż po jej wyłączeniu.

6.6.1 Regularna konserwacja

Typowe czynności konserwacyjne obejmują:

- Sprawdzanie sygnałów we/wy na przetwornicy.
- Regularne sprawdzanie połączenia zasilania i uziemienia.
- Odczyt danych lub parametryzację poprzez podłączenie do przetwornicy komputera.

6.6.2 Harmonogram konserwacji

Harmonogram konserwacji przetwornicy częstotliwości będzie uzależniony od jej eksploatacji i środowiska pracy.

Tabela 43: Harmonogram konserwacji

Częstotliwość konserwacji	Zadanie konserwacyjne
6-24 miesięcy (w zależności od środowiska)	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić momenty dokręcania zacisków silnopiędowych. • Sprawdzić prawidłowe działanie wentylatora chłodzącego. • Sprawdzić zaciski oraz pozostałe powierzchnie pod kątem korozji. • Wyczyścić radiator i kanał chłodzący.

Plan konserwacji każdej przetwornicy częstotliwości pozwala zapewnić jej optymalną wydajność i czas użytkowania. Danfoss oferuje kilka produktów serwisowych, na przykład usługę konserwacji zapobiegawczej DrivePro[®], ułatwiającą określenie prawidłowej konfiguracji. Aby uzyskać więcej informacji na temat usług DrivePro[®], zachęcamy do odwiedzenia witryny www.danfoss.com. W celu uzyskania dalszych informacji zapraszamy do skontaktowania się z firmą Danfoss.

Zalecenia projektowe

6.6.3 Dostęp serwisowy

W celu zapewnienia zarówno planowanego, jak i dłuższego czasu użytkowania żywotności przetwornicy, firma Danfoss zaleca regularne przeprowadzanie przeglądów oraz wykonywanie czynności serwisowych dotyczących przetwornicy, silnika, systemu oraz szafy sterującej/obudowy. Aby zapobiec usterkom, zagrożeniom i uszkodzeniom, należy regularnie sprawdzać, w zależności od warunków pracy, np. momenty dokręcenia połączeń zaciskowych oraz gromadzenie się pyłu w przetwornicy częstotliwości.

Jeśli przetwornica Danfoss będzie eksploatowana w środowisku bliskim lub przekraczającym graniczne wartości projektowe, w takim przypadku przetwornica będzie wymagała przeprowadzania czynności konserwacyjnych.

Części zużyte bądź uszkodzone należy wymieniać na oryginalne części zamienne. Aby uzyskać dostęp do serwisu i pomocy technicznej, należy skontaktować się z lokalnym dostawcą Danfoss. Usługi serwisowe DrivePro® wydłużają czas użytkowania oraz zwiększają wydajność iC2-Micro Frequency Converters dzięki usługom z zakresu uruchamiania i planowanym, terminowym konserwacjom. Usługi serwisowe DrivePro® są dostosowane zarówno do konkretnej aplikacji, jak i warunków pracy.

Planując instalację, należy uwzględnić odpowiednie odległości zapewniające dostęp podczas wykonywania czynności serwisowych i konserwacyjnych. Ogólnie rzecz biorąc zaleca się zapewnienie:

- Dostępu do okablowania zasilającego i złączy.
- Dostępu do okablowania sterowania.
- Dostępu umożliwiającego czyszczenie układu chłodzenia (kanał chłodzący i filtry wentylatorów).
- Dostępu do złącza w celu podłączenia przetwornicy do komputera.

6.6.4 Konserwacja i serwisowanie radiatora i wentylatora

Na ożebrowaniu radiatora gromadzi się pył przenoszony przez powietrze chłodzące. Jeśli radiator nie będzie utrzymywany w czystości, w takim przypadku przetwornica zacznie generować ostrzeżenia związane z przekroczeniem temperatury oraz zacząć występować związane z tym błędy. Prosimy czyścić radiator, gdy znajdzie taka potrzeba.

Żywotność wentylatora chłodzącego znajdującego się w przetwornicy częstotliwości uzależniona jest od czasu pracy wentylatora, temperatury otoczenia oraz stężenia pyłu. Wybór trybu sterowania wentylatorem za pomocą *parametru P6.5.1 Tryb sterowania wentylatorem* i automatyczne sterowanie pracą wentylatora wydłuży okres jego eksploatacji. Usterki wentylatora można przewidzieć na podstawie nasilenia hałasu generowanego przez łożysko wentylatora. Jeśli przetwornica częstotliwości pracuje w obrębie krytycznego procesu, zaleca się, aby w przypadku wystąpienia takich symptomów, wymienić wentylator.

Wentylatory mogą zostać wymontowane z przetwornicy, w celu wyczyszczenia. Wymiana wentylatorów może również zostać zlecona firmie Danfoss.

- W celu zapoznania się z numerami zamówieniowymi wymiennych wentylatorów chłodzących, patrz [8.2 Zamawianie akcesoriów i części zamiennych](#).
- Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat wymiany wentylatorów, zachęcamy do zapoznania się z Instrukcjami instalacji i wymiany wentylatorów iC2-Micro Frequency Converters.

6.7 Instalacja mechaniczna

Omawianą przetwornicę częstotliwości z reguły montuje się na ścianie lub w zamkniętej szafie sterującej. Więcej informacji znajdziesz w rozdziale [6.7.2 Miejsca montażu](#).

6.7.1 Wskazówki dotyczące montażu

Określając i dokonując wyboru miejsca montażu, należy uwzględnić następujące kwestie:

- Powierzchnia montażowa musi zapewniać możliwość utrzymania ciężaru przetwornicy.
- Powierzchnia montażowa musi być niepalna.
- Przetwornica montowana jest pionowo, aczkolwiek w szczególnych przypadkach może być również montowana w innym kierunku. Montaż przetwornicy częstotliwości w innych kierunkach będzie wpływał na jej wydajność. Aby uzyskać więcej informacji, zachęcamy do zapoznania się z [6.7.3 Instrukcja montażu](#).
- Właściwe rozmieszczenie wlotów i wylotów zapewnia swobodny przepływ powietrza nad radiatorem, umożliwiając odpowiednie chłodzenie.
- Przetwornice można montować obok siebie, co pozwala zaoszczędzić miejsce w szafach sterujących lub na ścianach w sterowniach.
- Aby umożliwić obsługę panelu sterującego, wymagane jest również zapewnienie odpowiedniej ilości miejsca przed przetwornicą.
- Dodatkowo, należy zapewnić odpowiednią ilość miejsca umożliwiającą instalację i rozmieszczenie kabli wykorzystywanych do podłączenia przetwornicy.

Zalecenia projektowe

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

RYZIKO PORAŻENIA PRĄDEM

Dotknięcie odsłoniętej wtyczki lub zacisku silnika, zasilania lub szyny DC może skutkować śmiercią lub doznaniem poważnych obrażeń ciała.

- W celu zapewnienia klasy ochrony IP20, wszystkie wtyczki i osłony zacisków silnika, zasilania i DC muszą pozostawać zainstalowane wewnątrz obudowy IP20. Brak zainstalowanych wtyczek i osłon zacisków będzie równoznaczny z klasą ochrony IP00.

- Aby umożliwić zdjęcie pokryw lub otwarcie drzwi w celu uzyskania dostępu serwisowego, przed przetwornicą należy pozostawić odpowiednią ilość wolnego miejsca.

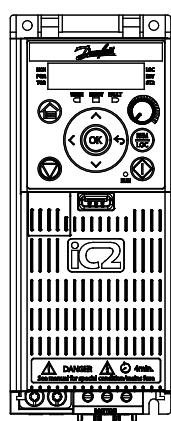
6.7.2 Miejsca montażu

Przetwornice przeznaczone są do instalowania w środowiskach chronionych przed wpływem warunków atmosferycznych. Aby uzyskać więcej informacji, zachęcamy do zapoznania się z [4.2.7 Warunki otoczenia](#).

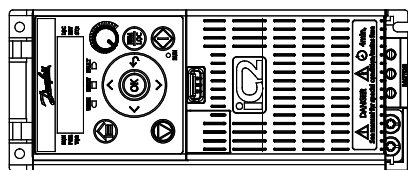
Podczas montażu przetwornicy na ścianie lub w szafie sterującej należy upewnić się, czy powierzchnia montażowa jest solidna, płaska oraz niepalna.

6.7.3 Instrukcja montażu

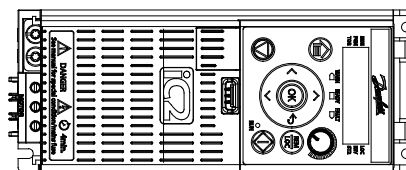
Omawianą przetwornicę częstotliwości można montować pionowo lub poziomo, w zależności od rozmiaru obudowy. Patrz [Tabela 44](#), uzyskać więcej informacji na temat wpływu sposobu montażu przetwornicy na jej wydajność.



A



B



C

e30bv092.10

Ilustracja 24: Wskazówki dotyczące sposobu montażu przetwornic

Tabela 44: Dopuszczalne sposoby montażu dla przetwornic częstotliwości IP20/Open Type oraz wpływ sposobu montażu na ich wydajność

Sposób montażu	Dopuszczalny rozmiar obudowy	Wpływ na wydajność
A: Montaż pionowy	MA01c/MA02c/MA01a/MA02a	Brak
B: Montaż poziomy ((lewą stroną w dół))	MA02c/MA01a/MA02a	<ul style="list-style-type: none"> • Ograniczona odporność na drgania i wstrząsy. • Brak możliwości montażu obok siebie.
C: Montaż poziomy (prawą stroną w dół)	–	Nie dla wszystkich rozmiarów obudów.

U W A G A

Przetwornice częstotliwości posiadające stopień ochrony IP21/UL Typ 1, montowane pionowo zostały zabezpieczone przed kapłą wodą.

Zalecenia projektowe

6.7.4 Zalecane śruby i wkręty

Zachęcamy sprawdzenie zalecanych rozmiarów śrub i wkrętów przeznaczonych do montażu przetwornicy, które znajdują się w tabeli [Tabela 45](#).

Tabela 45: Zalecane śruby i wkręty

Klasa ochrony	Rozmiar obudowy	Maksymalna masa [kg (lb)] ⁽¹⁾	Zalecane śruby/wkręty	Maksymalny moment dokręcania [Nm (in-lb)]
IP20/Open Type	MA01c	1 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	1,3 (2,9)	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	1,1 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	1,6 (3,5)	M4	1,5 (13,3)

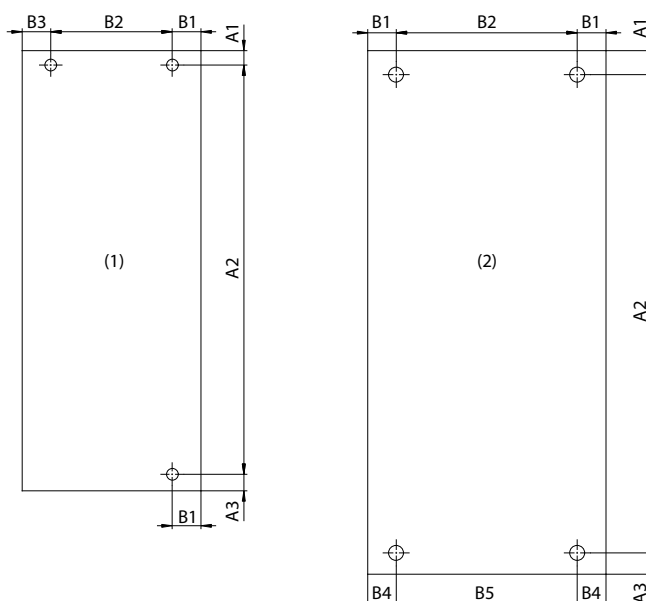
¹ Bez płyty odsprężającej.

6.7.5 Schematy otworów

W przypadku przygotowywania otworów montażowych należy posługiwać się schematami otworów. Schemat otworów odpowiada płycie montażowej przetwornicy.

Schematy otworów nie uwzględniają miejsca na chłodzenie, płyty EMC oraz pozostałe wyposażenie dodatkowe.

W celu uzyskania informacji na temat całkowitej wymaganej przestrzeni, zachęcamy do zapoznania się z rysunkami znajdującymi się w rozdziale *Wymiary zewnętrzne i zacisków*.



e30bv096.10

Ilustracja 25: Schematy otworów

Tabela 46: Wymiary schematów otworów dla przetwornic przeznaczonych do montażu ściennego

Rozmiar obudowy	Schemat otworów	A1 [mm (cale)]	A2 [mm (cale)]	A3 [mm (cale)]	B1 [mm (cale)]	B2 [mm (cale)]	B3 [mm (cale)]	B4 [mm (cale)]	B5 [mm (cale)]
MA01c	1	5,5 (0,22)	140,4 (5,53)	4,1 (0,16)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	–	–
MA02c	1	5,5 (0,22)	150,5 (5,93)	4 (0,16)	6,75 (0,27)	59 (2,32)	9,25 (0,36)	–	–
MA01a	1	4,8 (0,19)	140,4 (5,53)	4,8 (0,19)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	–	–

Zalecenia projektowe

Rozmiar obudowy	Schemat otworów	A1 [mm (cale)]	A2 [mm (cale)]	A3 [mm (cale)]	B1 [mm (cale)]	B2 [mm (cale)]	B3 [mm (cale)]	B4 [mm (cale)]	B5 [mm (cale)]
MA02a	1	4,8 (0,19)	176,4 (6,94)	4,8 (0,19)	8 (0,31)	59 (2,32)	8 (0,31)	–	–
MA03a	1	–	–	–	–	–	–	–	–
MA04a	2	–	–	–	–	–	–	–	–
MA05a	2	–	–	–	–	–	–	–	–

6.7.6 Ustawianie przetwornicy częstotliwości podczas instalacji

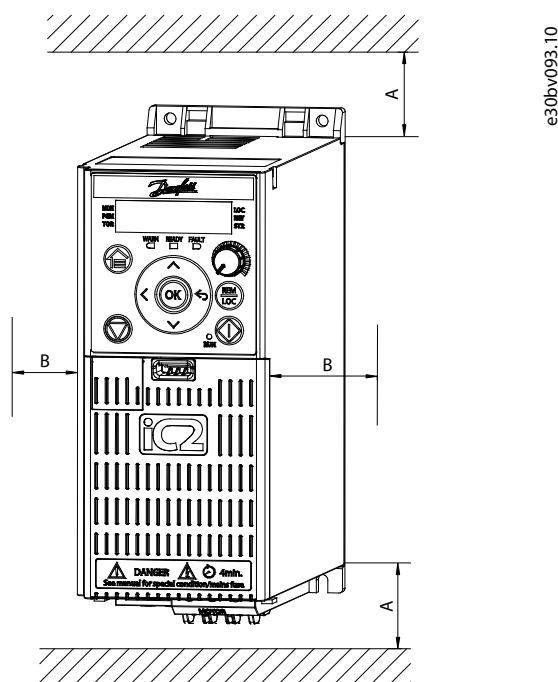
Przed zamontowaniem przetwornicy częstotliwości należy przygotować miejsce montażu, wykorzystując do tego celu odpowiednie mocowania, umożliwiające bezpieczne ustawienie przetwornicy. Prosimy upewnić się, czy zapewniona została odpowiednia ilość miejsca umożliwiająca bezpieczne obchodzenie się z przetwornicą podczas montażu.

Dolne śruby i wkręty można zainstalować przed przystąpieniem do montażu. Ustawić przetwornicę na śrubach dolnych, po czym zainstalować górne śruby lub wkręty. Moment zrywający dla otworów na śruby na powierzchni montażowej musi wynosić co najmniej 1,5 Nm (13.3 in-lb).

6.7.7 Chłodzenie

W celu zagwarantowania prawidłowego chłodzenia przetwornic, wymagane jest zapewnienie odpowiedniej ilości miejsca zarówno nad, jak i pod przetwornicą. Szczegółowe informacje na temat wymaganych przestrzeni umożliwiających prawidłowe chłodzenia, patrz [Tabela 47](#).

W przypadku wszystkich instalacji, wymagane jest utrzymywanie stałego zakresu temperatur roboczych w miejscu montażu, poprzez stosowanie wentylacji lub chłodzenia. Jakość powietrza chłodzącego musi odpowiadać warunkom środowiskowym określonym w danych technicznych (pyły, unoszące się w powietrzu cząsteczki, substancje chemiczne).



Ilustracja 26: Minimalna przestrzeń wymagana do skutecznego chłodzenia

Zalecenia projektowe

Tabela 47: Minimalna przestrzeń wymagana dla chłodzenia przetwornic IP20/typu otwartego

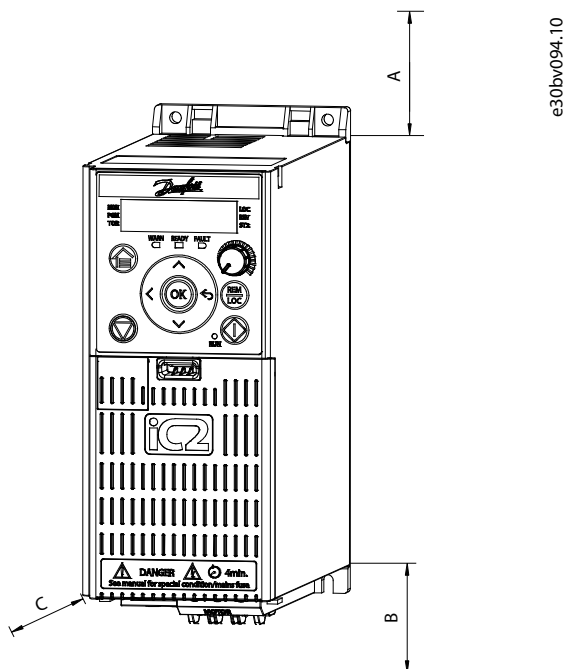
Rozmiar obudowy	A [mm (cale)]	B [mm (cale)]	Typ chłodzenia
MA01c	100 (3,9)	<ul style="list-style-type: none"> 0 (0) przy 40°C (104°F). 10 (0,39) i powyżej 50°C (122°F). 	Naturalne chłodzenie powietrzem
MA02c	100 (3,9)	0 (0)	Wymuszone chłodzenie powietrzem
MA01a	100 (3,9)	0 (0)	Wymuszone chłodzenie powietrzem
MA02a	100 (3,9)	0 (0)	Wymuszone chłodzenie powietrzem
MA03a	–	–	Wymuszone chłodzenie powietrzem
MA04a	–	–	Wymuszone chłodzenie powietrzem
MA05a	–	–	Wymuszone chłodzenie powietrzem

6.7.8 Zalecana przestrzeń dla dostępu serwisowego

Aby zapewnić odpowiedni dostęp umożliwiający wykonywanie zarówno czynności serwisowych, jak i konserwacyjnych, zaleca się pozostawienie wokół przetwornicy wystarczającej ilości miejsca.

Zalecenia ogólne:

- Dostateczna ilość miejsca z przodu przetwornicy, umożliwiająca zdejmowanie pokryw i uzyskiwanie dostępu do obwodu sterującego.
- Dostateczna ilość miejsca pod przetwornicą, umożliwiająca uzyskiwanie dostępu do wejścia kanału chłodzącego w celu wyczyszczenia lub wymiany wentylatorów.



Ilustracja 27: Zalecana wolna przestrzeń dla dostępu serwisowego

Zalecenia projektowe

Tabela 48: Zalecane wolne przestrzenie dla dostępu serwisowego

Rozmiar obudowy	Zalecana przestrzeń umożliwiająca dostęp		
	Nad (A) [mm (cale)]	Pod (B) [mm (cale)]	Z przodu (C) [mm (cale)]
MA01c	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)
MA02c	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)
MA01a	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)
MA02a	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)

¹ Dostateczna ilość miejsca na kanał chłodzący, wykraczająca poza potrzeby związane z chłodzeniem. Można również odłączyć przetwornicę i zdemontować ją z instalacji w celu przeprowadzenia czynności serwisowych.

7 Informacje dotyczące montażu elektrycznego

7.1 Instalacja elektryczna — środki ostrożności

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

NAPIĘCIE INDUKOWANE

Napięcie indukowane z wyjściowych kabli silnika prowadzonych razem może spowodować naładowanie kondensatorów w sprzęcie nawet wtedy, gdy jest on wyłączony i zabezpieczony przed włączeniem. Niepoprowadzenie wyjściowych kabli silnika osobno lub nieużycie kabli ekranowanych może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

- Wyjściowe kable silnika należy poprowadzić osobno lub użyć kabli ekranowanych.
- Zablokować/zabezpieczyć wszystkie przetwornice częstotliwości równocześnie.

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

IZOLACJA TERMISTORA

Istnieje ryzyko wystąpienia obrażeń ciała lub uszkodzeń sprzętu.

- Aby zapewnić zgodność z wymaganiami izolacji PELV, należy używać tylko termistorów ze wzmocnioną lub podwójną izolacją.

U W A G A

NADMIERNA TEMPERATURA I USZKODZENIE MIENIA

Nadmierne natężenie prądu (przetężenie) może generować nadmierne ciepło wewnątrz przetwornicy częstotliwości. Brak ochrony przed przetężeniem może spowodować ryzyko pożaru i uszkodzenia mienia.

- W przypadku aplikacji wykorzystujących wiele silników wymagane jest stosowanie dodatkowych urządzeń ochronnych, takich jak zabezpieczenie przeciwzwarciowe lub zabezpieczenie termiczne silnika, umieszczanych pomiędzy przetwornicą a silnikiem.
- Zabezpieczenie przed zwarciami i ochrona przed przetężeniem wymagają zabezpieczenia wejścia przy użyciu bezpieczników. W przypadku braku fabrycznych bezpieczników musi je zapewnić instalator. W celu uzyskania informacji dotyczących specyfikacji bezpieczników, zachęcamy do zapoznania się z dokumentacją danego produktu.

U W A G A

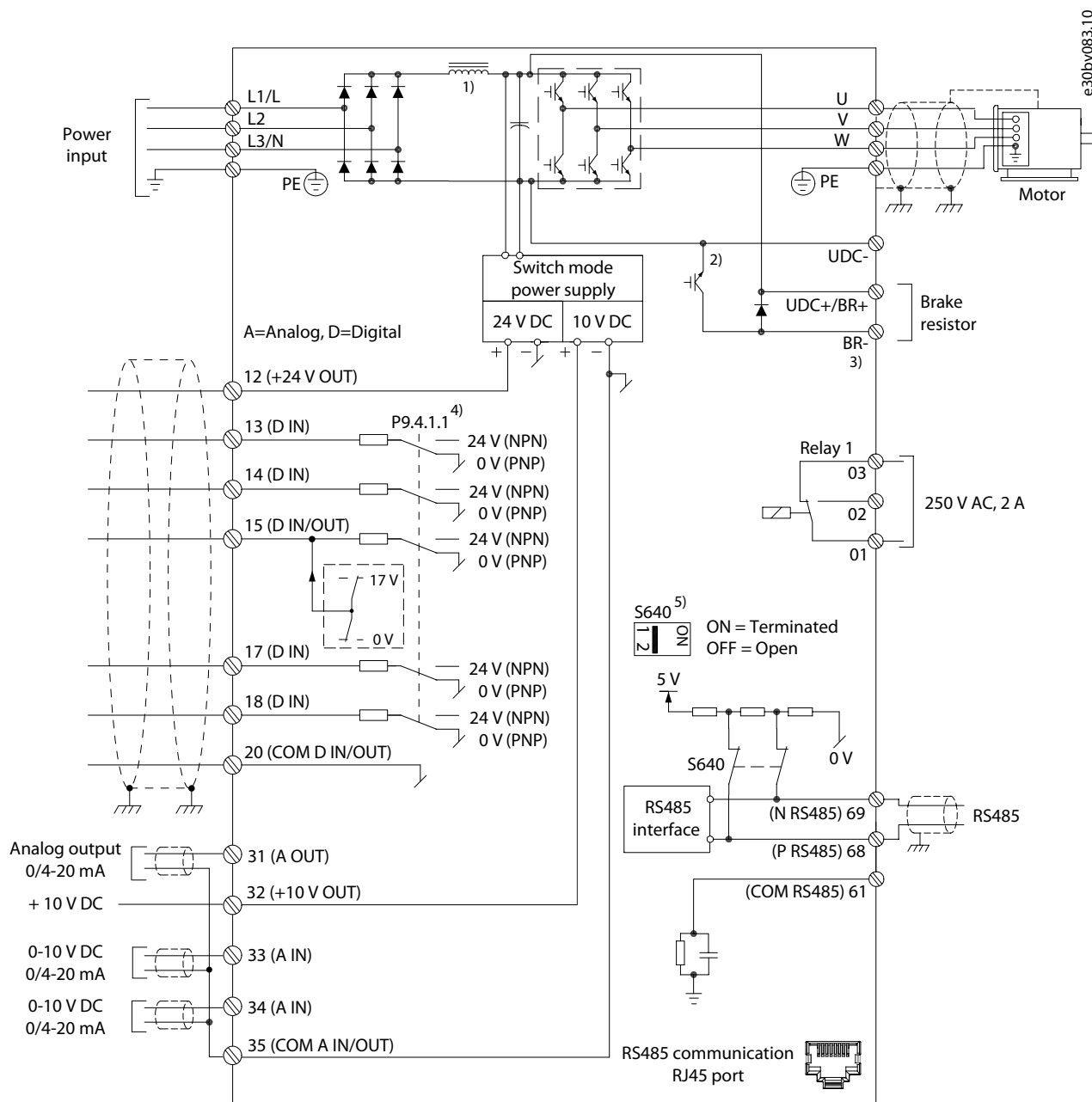
USZKODZENIA MIENIA

Zabezpieczenie silnika przed przeciążeniem nie zostało ujęte w nastawach domyślnych. Funkcja ETR zapewniają klasę 20 zabezpieczenia silnika przed przeciążeniem. Nieustawienie funkcji ETR oznacza, że zabezpieczenie silnika przed przeciążeniem nie jest zapewnione i w razie przegrzania silnika może dojść do uszkodzenia mienia.

- Włączyć funkcję ETR. Więcej informacji można znaleźć w przewodniku programowania aplikacji.

Zalecenia projektowe

7.2 Schemat montażowy połączeń



Ilustracja 28: Schemat montażowy połączeń

1	Pojedynczy dławik DC w MA05a.	4	Wybierz tryb PNP lub NPN za pomocą parametru P9.4.1.1 Tryb wejścia/wyjścia cyfrowego (PNP = Source, NPN = Sink).
2	Wbudowany czopper hamulca montowany jest wyłącznie w przetwornicach 3 × 380-480 V o mocy od 2,2 kW (3,0 KM).	5	Za pomocą przełącznika S640 (zacisk magistrali) włącz terminację na porcie RS485 (zaciski 68 i 69).
3	Brak zacisków BR dla przetwornic 1 × 200-240 V i 3 × 380-480 V 0,37-1,5 kW (0,5-2,0 KM).		

7.3 Typ sieci zasilającej i ochrona

7.3.1 Typy sieci zasilających

Przetwornica może pracować w różnych typach sieci o znamionowym napięciu zasilania sieciowego:

- TN-S
- TN-C
- TN-C-S
- TT
- IT (obsługiwana wyłącznie przez wersję C4)
- Sieci z uziemionym trójkątem (obsługiwane wyłącznie przez wersję C4)

Szczegółowe informacje na temat parametrów związanych z typami sieci można znaleźć w przewodniku programowania aplikacji.

7.3.2 Prądy uziemienia ochronnego i prądy wyrównywania potencjałów/upływowe

Prawidłowo zwymiarowana konfiguracja uziemienia ochronnego (PE) ma zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa układu napędowego, chroniąc przed porażeniem prądem elektrycznym. Połączenia PE instalacji przetwornicy częstotliwości zapewniają bezpieczeństwo układu napędowego, zapobiegając generowaniu niebezpiecznego napięcia na dostępnych częściach przewodzących, takich jak przewodzące elementy obudowy.

Przetwornicę należy instalować zgodnie z wymaganiami dotyczącymi połączenia PE oraz dodatkowego uziemienia ochronnego, określonymi w normie EN 60364-5-54:2011 cl. 543 i 544.

W przypadku automatycznego rozłączenia związanego z usterką po stronie silnika należy zapewnić, aby impedancja połączenia PE pomiędzy przetwornicą częstotliwości a silnikiem była wystarczająco niska, aby zapewnić zgodność z normą IEC/EN 60364-4-41:2017 cl. 411 lub 415.

Impedancja musi zostać zweryfikowana poprzez przeprowadzenie badania wstępnego, a następnie badań okresowych, zgodnie z normą IEC/EN 60364-4-41:2017.

Zastosowanie mogą mieć wymagania lokalne.

Projektowanie systemu zgodnie z normą IEC/EN 61800-5-1:2017 zapewnia przydatność do podłączenia PE i uziemienia ochronnego dostępnych części przewodzących, zgodnie z normą EN 60364-5-54:2011.

Jeśli przetwornica częstotliwości jest wykorzystywana jako jeden z komponentów znajdujących się w obrębie określonych aplikacji, zastosowanie mogą mieć specjalne wymagania dotyczące prawidłowego połączenia z PE, na przykład te określone w EN 60204-1:2018 i IEC/EN 61439-1:2021.

W sieciach niskonapięciowych mogą występować prądy na przewodzie ochronnym (PE) i przewodach wyrównywania potencjałów, a także na konstrukcjach połączonych z potencjałem ziemi i będą one uważane za efekt niepożądany. Ponieważ istnieją różne przyczyny powstawania tych prądów, warto jest je poznać, aby móc ich uniknąć.

Konfiguracja przetwornicy częstotliwości obejmuje zasilanie sieciowe, inwerter przetwornicy częstotliwości, jego okablowanie oraz silnik po stronie obciążenia. Z uwagi na zachowanie komponentów aktywnych i pasywnych oraz elektryczną konfigurację instalacji, może wystąpić kilka zjawisk mogących powodować powstawanie prądów w przewodzie PE.

- Sprężenie indukcyjne spowodowane asymetrią w kablach zasilania i/lub szynoprzewodach może powodować powstawanie prądu PE przy częstotliwości zasilania i jej harmonicznym
- Sprężenie indukcyjne spowodowane asymetrią kabli silnika może powodować powstawanie prądu PE przy podstawowej częstotliwości silnika
- W ramach pojemnościowego odsprężania obwodu pośredniego DC filtra EMI do PE może dochodzić do powstawania prądów PE o częstotliwości 150/180 Hz
- Odkształcenie napięcia/harmoniczne w sieci zasilającej mogą zazwyczaj powodować prądy PE w zakresie 150-2000 Hz.
- Prądy składowej zerowej, ze względu na pojemność kabla silnika od faz silnika do PE, zazwyczaj powodują powstawanie prądów PE przy częstotliwości przełączania i harmonicznym zwykle przekraczających 2 kHz.

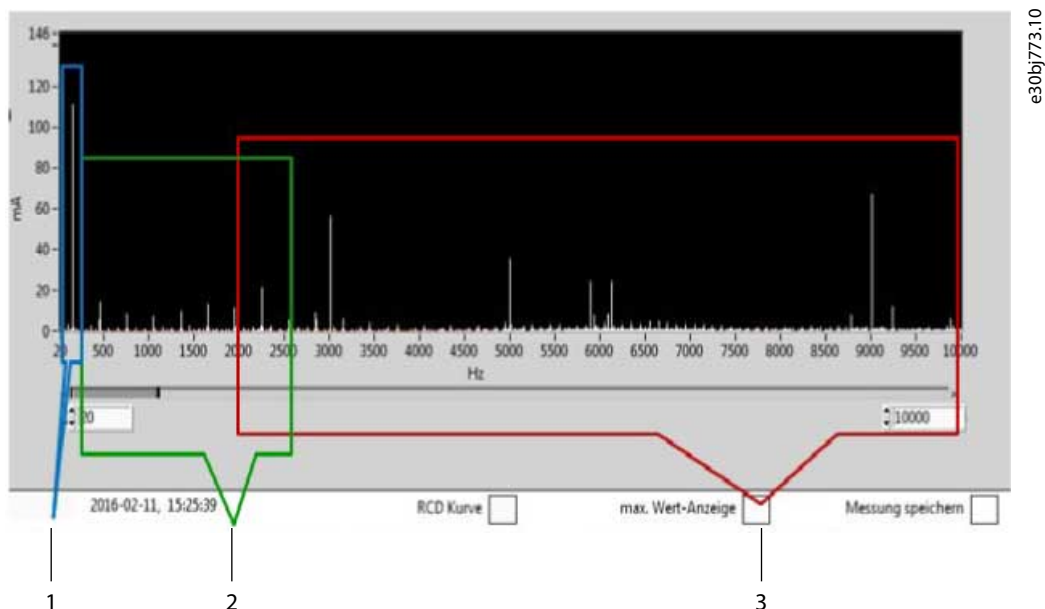
Jak wspomnieliśmy wyżej, prąd PE składa się z kilku składowych i uzależniony jest od różnych konfiguracji systemu:

- Filtrowania RFI
- Długość kabla silnika
- Ekranowania kabla silnika
- Mocy przetwornicy

Zalecenia projektowe

7.3.3 Pomiar prądu PE

Ponieważ prądy posiadają różne częstotliwości, pomiar samej wartości skutecznej nie miałby większego sensu. Zamiast tego należy dokonać pomiaru częstotliwości/FFT. Czynność tę można wykonać przy użyciu odpowiedniego oscyloskopu lub specjalnego sprzętu pomiarowego. Samo przeanalizowanie wartości skutecznej za pomocą zacisku prądowego na połączeniu PE napędu zapewni nie tylko niewystarczające, lecz również mylące wyniki.



Ilustracja 29: Przykład pomiaru FFT

<p>1 $f < 50$ Hz: Typowe dla sprzężenia indukcyjnego w przypadku niesymetrycznych kabli i przewodnika.</p> <p>2 $f = 150-2500$ Hz: Typowe składowe harmoniczne w sieci zasilającej. $f = 150$ Hz: Typowy prąd składowej zerowej powodowany przez prostownik z obwodem pośrednim DC.</p>	<p>3 $f > 2$ kHz: Typowy prąd składowej zerowej spowodowany sprzężeniem pojemnościowym pomiędzy kablem/silnikiem a uziemieniem.</p>
---	---

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠**ZAGROŻENIE PORAZENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM — ZAGROŻENIE ZWIĄZANE Z PRĄDEM UPŁYWOWYM**

Prądy upływowe przekraczają 3,5 mA. Nieprawidłowe podłączenie przetwornicy częstotliwości do uziemienia ochronnego (PE) może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

- Zapewnić wzmocniony ochronny przewód uziemiający zgodnie z IEC 60364-5-54 kl. 543.7 lub zgodnie z lokalnymi przepisami bezpieczeństwa dotyczącymi urządzeń z wysokim prądem dotykowym. Wzmocnione uziemienie ochronne można wykonać za pomocą:
 - miedzianego przewodu PE o przekroju co najmniej 10 mm² (8 AWG) lub przewodu aluminiowego 16 mm² (6 AWG).
 - dodatkowego przewodu PE o takim samym polu przekroju poprzecznego jak oryginalny przewód PE określony w IEC 60364-5-54 z minimalnym przekrojem poprzecznym wynoszącym 2,5 mm² (14 AWG) (zabezpieczonym mechanicznie) lub 4 mm² (12 AWG) (niezabezpieczonym mechanicznie).
 - przewodu PE całkowicie zamkniętego w obudowie lub w inny sposób zabezpieczony na całej jego długości przed uszkodzeniami mechanicznymi.
 - części przewodnika PE przewodu silnoprądowego zasilania wielożyłowego o minimalnym przekroju poprzecznym przewodu PE 2,5 mm² (14 AWG) (stałe połączenie lub możliwość podłączenia za pomocą złącza przemysłowego. Przewód zasilający wielożyłowy należy zamontować z odpowiednim zabezpieczeniem wtyku).
- UWAGA: W IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 oraz niektórych normach dotyczących aplikacji (na przykład IEC/EN 60204-1), ograniczenie dotyczące zapotrzebowania na wzmocniony przewód uziemienia ochronnego wynosi 10 mA prądu upływowego.

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠**ZAGROŻENIE ZWIĄZANE Z PRĄDEM UPŁYWOWYM**

Prądy upływowe mogą przekraczać 5%. Niewykonanie poprawnego uziemienia przetwornicy częstotliwości może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

- Należy upewnić się, że minimalny rozmiar przewodu uziemiającego jest zgodny z lokalnymi przepisami bezpieczeństwa dotyczącymi urządzeń o wysokim prądzie rażeniowym.

Uziemienie ochronne (PE) i połączenie ekwipotencjalne są zazwyczaj ze sobą połączone, dzięki czemu prądy ekwipotencjalne są również rozprowadzane w obrębie całego systemu PE.

Prądów PE oraz ich wpływu na system można uniknąć lub zmniejszyć go, używając krótkich kabli silnika, kabli symetrycznych (zwłaszcza dla wartości znamionowych prądu > 50 A) lub kabli ekranowanych o niskiej pojemności, znajdujących się pomiędzy przewodnikami a PE.

7.3.4 Ochrona z wykorzystaniem wyłącznika różnicowoprądowego RCD

Wyłączniki różnicowoprądowe (RCD) można stosować jako dodatkowe zabezpieczenie przed porażeniem prądem elektrycznym i zagrożeniem pożarowym w przypadku prądów zakłóceń spowodowanych usterką izolacji lub wysokim prądem upływowym. Jeśli RCD zastosowano przed przetwornicą częstotliwości, w takim przypadku będzie to wymagało dodatkowej uwagi. Wyłączniki RCD zawsze należy instalować zgodnie z lokalnymi przepisami.

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠**NIEBEZPIECZEŃSTWO PORAZENIA PRĄDEM ELEKTRYCZNYM I POŻARU — ZGODNOŚĆ WYŁĄCZNIKA RÓŻNICOWOPRĄDOWEGO RCD**

Przetwornica może generować prąd upływowy ze składową stałą w przewodzie PE. Nieużywanie wyłącznika różnicowoprądowego (RCD) typu B może spowodować, że wyłącznik różnicowoprądowy RCD nie zapewni zamierzonej ochrony, co może doprowadzić do śmierci, pożaru lub innego poważnego zagrożenia.

- Jeżeli wyłącznik różnicowoprądowy RCD jest używany jako zabezpieczenie przed porażeniem prądem elektrycznym lub ogniem, po stronie zasilania wolno używać tylko urządzenia typu B.

Urządzenia RCD/RCM nie potrafią odróżnić prądu roboczego od zakłóceń, w związku z czym może to zakłócać ich działanie. Wyłączniki różnicowoprądowe mogą zostać uruchomione nawet jeśli w instalacji nie wystąpiła usterka izolacji.

Prąd mierzony przez RCD/RCM na fazach zasilających może różnić się od zmierzonego prądu PE. Przyczyną tego jest braku prądu PE sprzężonego magnetycznie na fazach zasilających.

Zalecenia projektowe

Charakterystyki częstotliwości RCD typu B nie zostały w pełni znormalizowane, a różnic dotyczące konkretnych dostawców należy oczekiwać w górnych zakresach częstotliwości. Więcej informacji można znaleźć w dokumentacji RCD.

7.3.5 Urządzenia monitorujące izolację

Podczas pracy w sieci zasilającej IT, urządzenia monitorujące izolację mogą być wykorzystywane do obserwowania integralności izolacji w silniku, okablowaniu silnika i przetwornicy częstotliwości.

Do typowych aplikacji należą:

- Profilaktyczne wykrywanie degradacji systemu izolacji.
- Wykrywanie błędów uziemienia na zasilaniu IT.

Elementem kluczowym w instalacji zasilania IT jest przyrząd kontrolny służący do monitorowania izolacji. Zapewnia możliwość przeprowadzania konserwacji zapobiegawczej oraz ostrzega o występowaniu błędów doziemienia. Istnieje kilka typów przyrządów kontrolnych służących do monitorowania izolacji, opartych na różnych zasadach działania, na przykład: Wstrzykiwanie napięcia DC, napięcie DC z wstrzykiwaniem zmiennej polaryzacji i wstrzykiwanie prądu. Nie wszystkie przyrządy kontrolne do monitorowania izolacji zapewniają kompatybilność z systemami napędowymi, z uwagi na pojemność doziemną i napędy wytwarzające napięcie w obrębie składowej zerowej. Ważne, aby przyrząd kontrolny wykorzystywany do monitorowania izolacji, stosowany w instalacji układu napędowego, był zgodny z przetwornicami częstotliwości.

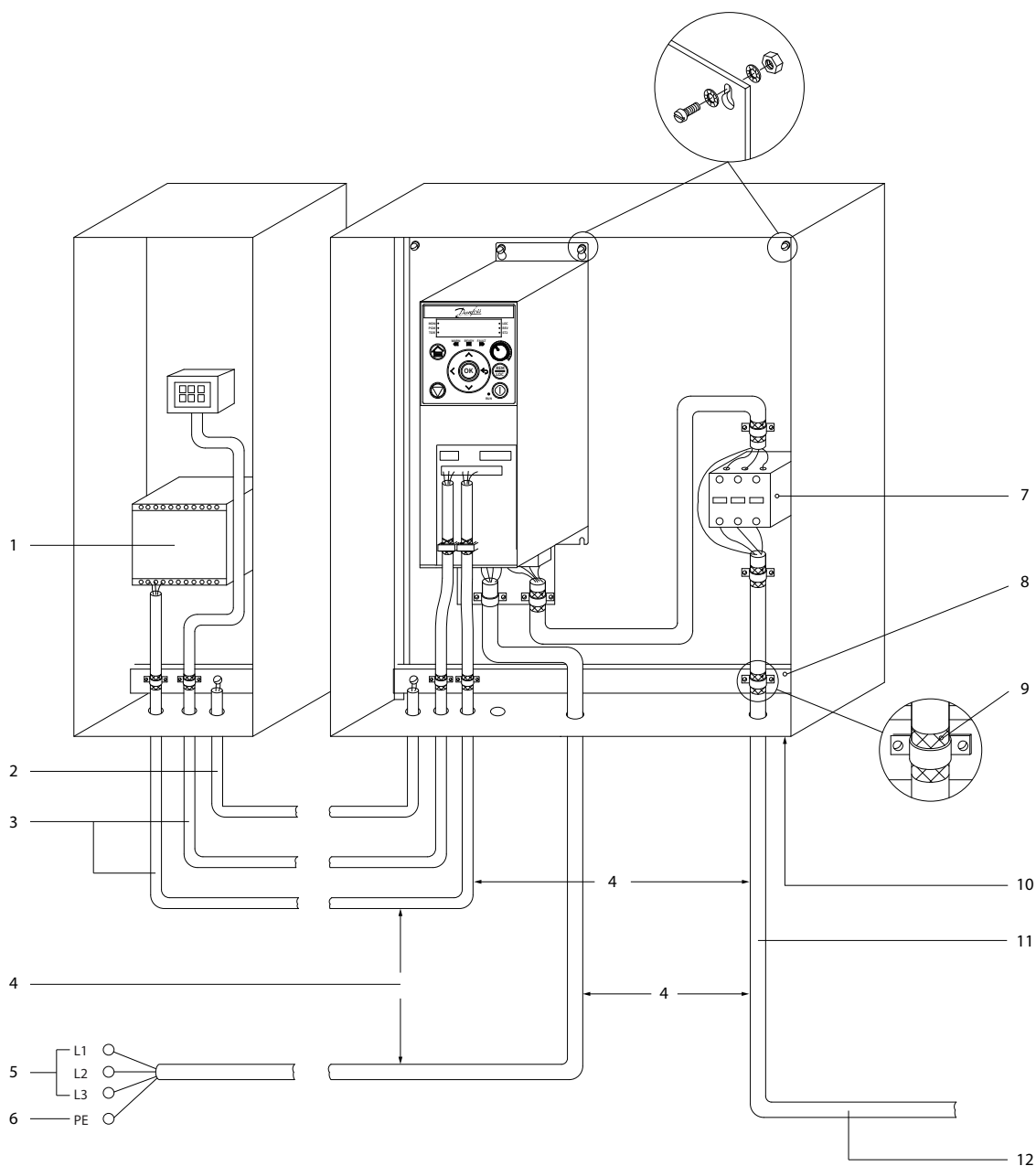
7.4 Wytyczne dotyczące instalacji zgodne z wymogami EMC

Niniejszy rozdział zawiera ogólne wprowadzenie do kwestii prawidłowych praktyk instalacyjnych, zgodnych z wymogami EMC.

Aby zapewnić instalację elektryczną zgodną z wymogami kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), należy postępować zgodnie z instrukcjami zawartymi w instrukcji obsługi, która jest dostarczana wraz z przetwornicą.

W celu zapoznania się z przykładami prawidłowego montażu, zgodnego z wymogami EMC, patrz [ilustracja 30](#).

Zalecenia projektowe



e30bv100.10

Ilustracja 30: Przykład właściwej instalacji zgodnej z wymogami kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)

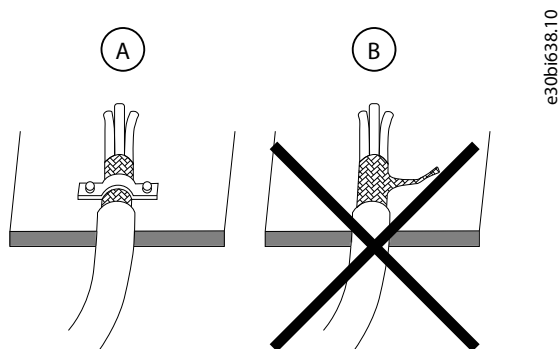
1	Sterownik programowalny (PLC)	7	Stycznik wyjściowy itd.
2	Co najmniej 16 mm ² (6 AWG) przewód wyrównawczy	8	Szyna uziemienia
3	Przewody sterownicze	9	Izolacja kabla zdjęta
4	Co najmniej 200 mm (7,9 cala) odstęp pomiędzy przewodami sterowniczymi, kablami silnika i przewodami zasilania	10	Wszystkie wejścia kablowe z jednej strony obudowy
5	Zasilanie	11	Kabel silnika
6	Wzmocnione uziemienie ochronne	12	Podłączenie do silnika (3 fazy i uziemienie ochronne)

Zalecenia projektowe

7.4.1 Przewody silnoprądowe i uziemienie

W zależności od instalacji i wymaganego poziomu zgodności EMC, w przypadku połączeń dla silnika, rezystora hamowania i DC wymagane jest stosowanie kabli ekranowanych. Alternatywnie można również użyć kabli nieekranowanych w metalowym kanale kablowym.

W przypadku stosowania kabla ekranowanego istotne jest podłączenie ekranu za pomocą połączenia 360°. Podłącz ekran przy użyciu dostarczonych zacisków oraz unikaj skręconych odcinków ekranu kabla, ponieważ ograniczają one skuteczność ekranowania.



Ilustracja 31: Instalacja ekranu kabla

U W A G A
KABLE EKRAKOWANE

Jeśli nie zostaną zastosowane kable ekranowane lub metalowe kanały kablowe, wówczas urządzenie ani instalacja nie będą spełniały wymogów prawnych.

Jeśli w celu podłączenia rezystora hamowania wykorzystywany jest przewód nieekranowany, zaleca się skręcenie przewodów w celu ograniczenia zakłóceń elektrycznych.

Kable powinny być możliwie jak najkrótsze, co pozwoli ograniczyć poziom zakłóceń pochodzących z całego systemu i zminimalizować straty.

⚠ O S T R Z E Ż E N I E ⚠
ZAGROŻENIE PORAZENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM — ZAGROŻENIE ZWIĄZANE Z PRĄDEM UPŁYWOWYM

Prądy upływowe przekraczają 3,5 mA. Nieprawidłowe podłączenie przetwornicy częstotliwości do uziemienia ochronnego (PE) może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

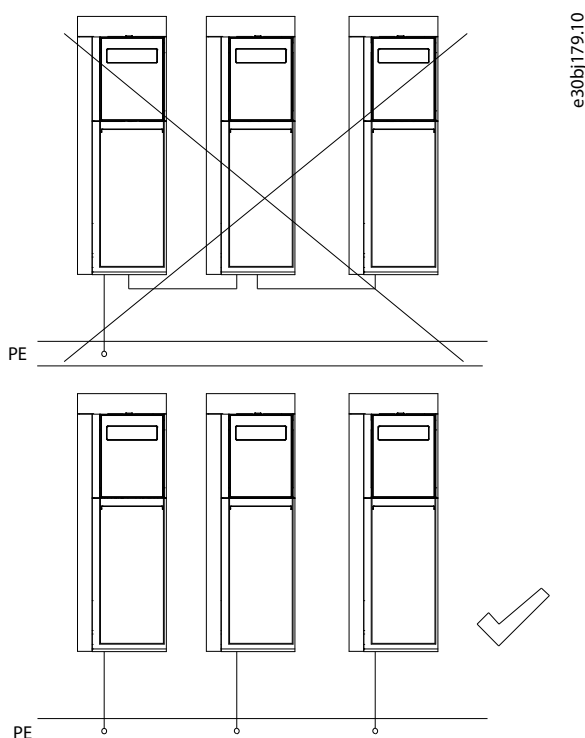
- Zapewnić wzmocniony ochronny przewód uziemiający zgodnie z IEC 60364-5-54 kl. 543.7 lub zgodnie z lokalnymi przepisami bezpieczeństwa dotyczącymi urządzeń z wysokim prądem dotykowym. Wzmocnione uziemienie ochronne można wykonać za pomocą:
 - miedzianego przewodu PE o przekroju co najmniej 10 mm² (8 AWG) lub przewodu aluminiowego 16 mm² (6 AWG).
 - dodatkowego przewodu PE o takim samym polu przekroju poprzecznego jak oryginalny przewód PE określony w IEC 60364-5-54 z minimalnym przekrojem poprzecznym wynoszącym 2,5 mm² (14 AWG) (zabezpieczonym mechanicznie) lub 4 mm² (12 AWG) (niezabezpieczonym mechanicznie).
 - przewodu PE całkowicie zamkniętego w obudowie lub w inny sposób zabezpieczony na całej jego długości przed uszkodzeniami mechanicznymi.
 - części przewodnika PE przewodu silnoprądowego zasilania wielożyłowego o minimalnym przekroju poprzecznym przewodu PE 2,5 mm² (14 AWG) (stałe połączenie lub możliwość podłączenia za pomocą złącza przemysłowego. Przewód zasilający wielożyłowy należy zamontować z odpowiednim zabezpieczeniem wtyku).
- UWAGA: W IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 oraz niektórych normach dotyczących aplikacji (na przykład IEC/EN 60204-1), ograniczenie dotyczące zapotrzebowania na wzmocniony przewód uziemienia ochronnego wynosi 10 mA prądu upływowego.

Przetwornicę częstotliwości należy uziemić zgodnie z odnośnymi normami i dyrektywami. Kabel zasilający, kabel silnikowy i okablowanie sterowania wymagają dedykowanych przewodów uziemienia. Zakończ oddzielnie przewody uziemienia, postępując zgodnie z wymaganiami dotyczącymi wymiarów.

Podczas podłączania do silników należy przestrzegać wymagań producenta dotyczących okablowania.

Zalecenia projektowe

Zadbaj o to, aby przewód uziemienia był możliwie jak najkrótszy. Minimalny przekrój poprzeczny przewodu uziemienia wynosi 10 mm² (7 AWG). Alternatywnie, możesz zastosować 2 zakończone oddzielnie przewody znamionowe uziemienia. Zabrania się uziemienia przetwornic w układzie łańcuchowym (patrz [Ilustracja 32](#)).



Ilustracja 32: Zasady uziemienia

7.4.2 Przewody sterownicze

W przypadku okablowania sterowania należy stosować kable ekranowane. Prosimy unikać umieszczania przewodów sterowania obok kabli zasilania. Najlepiej jest odizolować przewody sterownicze od przewodów zasilania (zasilania sieciowego, silnika, hamulca i prądu stałego), układając je oddzielnie lub zachowując minimalną odległość wynoszącą 200 mm (7,9 cala). W przypadku ekranowania opcjonalnego, ekranowanie należy zapewnić na obu końcach ekranowanych przewodów sterowniczych.

Kable sygnałowe 24 V należy utrzymywać z dala od sygnałów 110 V lub 230 V np. od przekaźników.

W przypadku gdy przetwornica częstotliwości podłączona jest do termistora, należy upewnić się czy okablowanie jest ekranowane i posiada wzmocnioną/podwójną izolację. Zaleca się stosowanie napięcia zasilania 24 V DC.

W przypadku linii przeznaczonych do komunikacji oraz linii poleceń/sterowania, należy postępować zgodnie ze standardem dotyczącym danego protokołu. Na przykład, kabel Ethernet może być kablem ekranowanym (STP).

7.5 Izolacja galwaniczna

PELV zapewni ochronę poprzez bardzo niskie napięcie. Zabezpieczenie przed porażeniem prądem jest zapewnione pod warunkiem zastosowania zasilania elektrycznego typu PELV oraz wykonania instalacji zgodnie z lokalnymi/krajowymi przepisami dotyczącymi elementów PELV.

Wszystkie zaciski sterowania i zaciski przekaźnikowe 01-03 zapewniają zgodność z PELV (napięcie ochronne PELV).

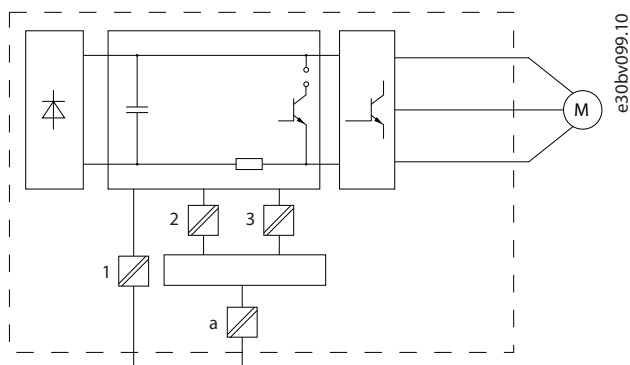
Zapewniona izolacja galwaniczna polega na spełnieniu wymogów dotyczących większej izolacji i zapewnieniu właściwych odległości/dróg upływu. Te wymogi zostały opisane w normie EN 61800-5-1.

Elementy składowe izolacji elektrycznej, jak przedstawiono na [Ilustracja 33](#), spełniają również wymagania dotyczące wyższej izolacji i odpowiedniego testu opisanego w normie EN 61800-5-1.

Izolacja galwaniczna PELV można znajdować się w 3 miejscach (patrz [Ilustracja 33](#)):

W celu zachowania PELV wszystkie połączenia podłączone do zacisków sterowania powinny być zgodne z PELV — np. wymagane jest wzmocnienie/podwójna izolacja termistora.

Zalecenia projektowe



Ilustracja 33: Izolacja galwaniczna

1	Przełącznik	3	Zasilanie (SMPS) karty sterującej
2	Komunikacja między kartą mocy a kartą sterującą	a	Funkcjonalna izolacja galwaniczna dla standardowego interfejsu magistrali RS485

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

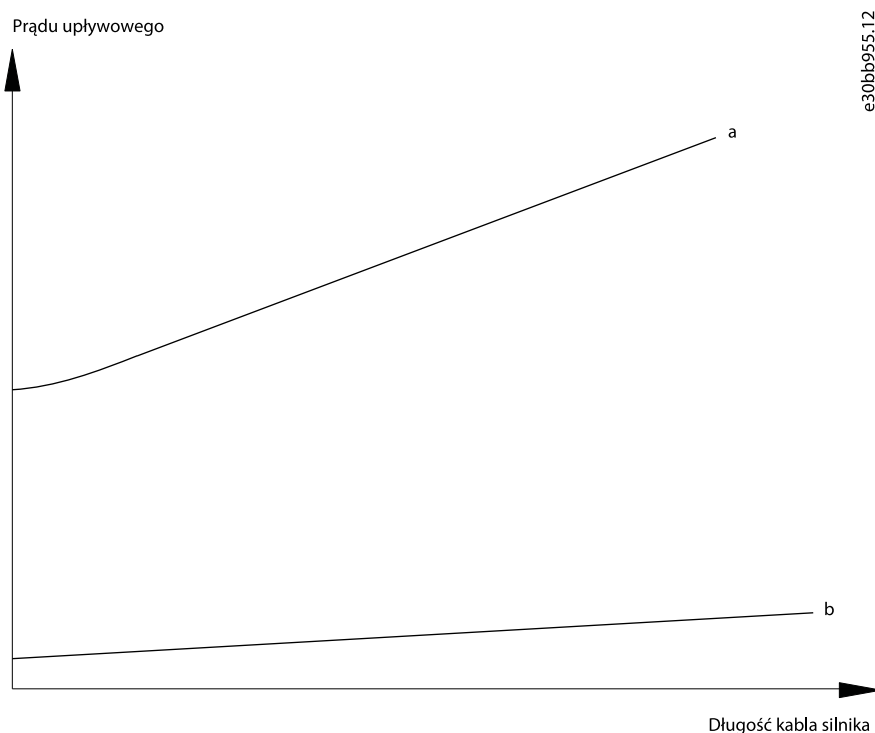
Przed dotknięciem jakichkolwiek części elektrycznych należy upewnić się, czy pozostałe wejścia napięcia zostały odłączone, takie jak podział obciążenia (połączenie obwodu pośredniego DC) i połączenie silnika w zakresie podtrzymania kinetycznym odzyskiem energii (kinetic back-up). Prosimy przestrzegać czasu rozładowania przedstawionego w instrukcji obsługi, w rozdziale *Bezpieczeństwo*. Nieprzestrzeganie powyższych zaleceń może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

7.6 Prąd upływu

Prosimy przestrzegać krajowych i lokalnych przepisów dotyczących uziemienia ochronnego urządzeń, których prąd upływowy przekracza 3,5 mA. Sposób działania przetwornicy opiera się na wysokiej częstotliwości przełączania przy dużej mocy. To przełączenie powoduje powstawanie prądu upływowego na połączeniu z uziemioną masą. Prąd zakłóceńowy na zaciskach wyjściowych przetwornicy może zawierać składową DC, która może ładować kondensatory filtra oraz generować przejściowy prąd doziemienia. Prąd upływu do ziemi składa się z kilku elementów i jest zależny od różnych konfiguracji systemu, w tym:

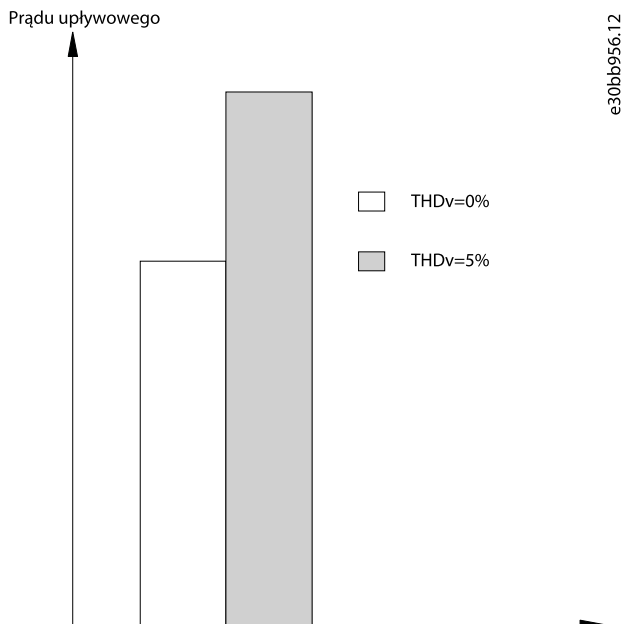
- Filtrowania RFI.
- Ekranowanych kabli silnika.
- Długości kabli silnika.
- Mocy przetwornicy.

Zalecenia projektowe



Ilustracja 34: Wpływ długości kabla i mocy na prąd upływu, $P_a > P_b$

Prąd upływu uzależniony jest również od zniekształceń linii.



Ilustracja 35: Wpływ zniekształceń linii na prąd upływu

Norma EN/IEC61800-5-1 (Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości) wymaga zachowania szczególnej ostrożności w przypadkach, w których prąd upływowy przekracza 3,5 mA. W związku z powyższym wymagane będzie wzmocnienie uziemienia zgodnie z następującymi wymaganiami dotyczącymi połączenia z uziemioną masą:

- Przewód uziemiający (zacisk 95) o przekroju co najmniej 10 mm² (8 AWG).
- 2 oddzielne przewody uziemienia zgodnie z wymaganiami dotyczącymi ich przekroju.

Więcej informacji można znaleźć w normie EN/IEC61800-5-1.

Zalecenia projektowe

7.7 Uwagi dotyczące instalacji silnika

Wybierając przetwornicę częstotliwości, należy wziąć pod uwagę następujące kwestie:

- **Ograniczenia momentów:** Gdy pracą silnika steruje przetwornica częstotliwości, istnieje możliwość ustawienia ograniczeń momentu obrotowego dla takiego silnika. Wybór przetwornicy częstotliwości o mocy pozornej odpowiadającej prądowi znamionowemu lub mocy silnika zapewnia niezawodne zapewnienie wymaganego obciążenia. Konieczne jest jednak zagwarantowanie dodatkowej rezerwy umożliwiającej płynne zwiększanie obciążenia, łącznie z uwzględnieniem pojawiających się okazjonalnie obciążeń szczytowych.
- **Wartości znamionowe prądu** przetwornicy i silnika. Moc znamionowa stanowi jedynie wartość orientacyjną.
- **Prawidłowe napięcie robocze.**
- Upewnij się, czy silnik wytrzyma **maksymalne napięcie szczytowe** na zaciskach silnika.
- **Wymagany zakres prędkości:** Praca powyżej znamionowej częstotliwości zasilania silnika (50 lub 60 Hz) możliwa jest wyłącznie przy zmniejszonej mocy. Praca przy niskiej częstotliwości i wysokim momencie obrotowym może spowodować przegrzanie silnika z powodu braku chłodzenia.
- **Obniżanie wartości znamionowych:** Silniki synchroniczne wymagają obniżenia wartości znamionowych, zwykle 2- lub 3-krotnego, ponieważ współczynnik mocy, a tym samym prąd, może być wysoki nawet przy niskiej częstotliwości.
- **Wydajność przeciążeniowa:** Przetwornica częstotliwości szybko ogranicza wartość prądu do 150% całkowitej jego wartości. Standardowy silnik o stałej prędkości obrotowej toleruje tego typu przeciążenia.
- **Zatrzymywanie silnika:** W przypadku konieczności szybkiego zatrzymania silnika, należy rozważyć zastosowanie rezystora hamowania (dla iC2-Micro Frequency Converters należy wybrać zaciski hamulca) w celu pochłonięcia energii.
- **Kierunek obrotu** po podłączeniu do zacisków wyjściowych U-V-W przetwornicy częstotliwości będzie zgodny ze specyfikacją NEMA MG1 i IEC 60034-8. Aby uniknąć sytuacji potencjalnie niebezpiecznych, w przypadku zastosowania końcowego wymagane jest zapewnienie prawidłowego kierunku obrotów. Jeżeli wymagany jest tylko 1 kierunek obrotów, zaleca się sparametryzowanie przetwornicy w taki sposób, aby pracowała wyłącznie w odpowiednim kierunku.

W celu uzyskania podstawowych informacji na temat ochrony izolacji silnika i łożysk w systemach przetwornic częstotliwości, zachęcamy do zapoznania się z rozdziałem [7.7.2 Izolacja silnika](#) i [7.7.3 Prądy łożyskowe](#).

7.7.1 Obsługiwane typy silników

iC2-Micro Frequency Converters są zgodne z:

- asynchronicznymi silnikami indukcyjnymi AC;
- silnikami synchronicznymi z magnesami trwałymi.

Ponieważ przetwornice są niezależne od silników, możliwe jest ich podłączanie do silników dowolnych marek. Instrukcje na temat konfiguracji silników znajdziesz w Przewodniku programowania aplikacji.

Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat obsługiwanych typów silników, prosimy o kontakt z firmą Danfoss.

7.7.2 Izolacja silnika

Z uwagi na szybkie przełączenia i odbicia występujące w kablach, silniki zasilane z wykorzystaniem przetwornic częstotliwości są narażone na większe obciążenia napięciowe na uzwojeniach, niż w przypadku sinusoidalnego napięcia zasilania.

Niezależnie od częstotliwości, wyjście przetwornicy częstotliwości składa się z impulsów o napięciu zbliżonym do napięcia magistrali DC przetwornicy z krótkim czasem narastania. Napięcie impulsowe może się niemal podwoić na zaciskach silnika, w zależności od właściwości tłumienia i odbicia kabla silnika oraz zacisków. Powoduje to obciążenia na izolacji uzwojenia silnika i może doprowadzić do jej uszkodzenia, a to z kolei do iskrzenia.

W zależności od napięcia i długości kabla wymagany będzie filtr lub lepsza izolacja silnika.

7.7.3 Prądy łożyskowe

Przetwornice częstotliwości mogą powodować napięcia składowej zerowej, które indukują napięcia na łożyskach silnika, co skutkuje przepływem prądu przez łożyska silnika. W celu zapewnienia ochrony przed prądami łożyskowymi należy stosować albo filtry sinusoidalne, albo filtry składowej zerowej.

Z uwagi na zasadę działania, przetwornice częstotliwości generują szereg niepożądanych skutków wtórnych:

- Obciążenia izolacji uzwojenia silnika
- Obciążenia łożysk
- Hałas kluczenia w silniku
- Zakłócenia elektromagnetyczne

Zalecenia projektowe

W większości zastosowań skutki te są akceptowalne, lecz niekiedy będą wymagały łagodzenia. W celu złagodzenia tych skutków, na wyjściach przetwornic instalowane są filtry. Najpopularniejszymi filtrami są filtry dU/dt, filtry filtr sinusoidalny i filtry składowej zerowej.

Duża szybkość przełączania napięcia wyjściowego przetwornicy częstotliwości w połączeniu z nieodłącznym napięciem składowej zerowej, wytwarzanym przez przetwornicę częstotliwości, powoduje powstawanie napięcia na wale. Asymetria silnika lub zastosowanie asymetrycznych kabli silnikowych, szczególnie w aplikacjach o dużej mocy, w których prąd silnika przekracza 100-200 A, również może prowadzić do powstawania napięcia na wale.

Tabela 49: Ograniczanie wpływu prądów łożyskowych za pomocą filtrów

Typ filtra	
Filtry dU/dt	Filtry dU/dt redukują szybkość narastania impulsów napięciowych na wyjściu przetwornicy do wartości zwykle nieprzekraczających 500 V/μs. Zmniejsza to obciążenie izolacji uzwojenia silnika. Kształt napięcia pozostaje modulowany szerokością impulsu. Opcjonalne filtry dU/dt chronią również system izolacji silnika oraz redukują prądy łożyskowe.
Filtry sinusoidalne	Filtr sinusoidalny redukuje prądy łożyskowe i odbicia napięcia, a także hałas silnika. W przypadku korzystania z transformatora wyjściowego, filtr sinusoidalny eliminuje składowe o wysokiej częstotliwości, które mogłyby obciążać transformator. Filtr sinusoidalny umożliwia również korzystanie ze znacznie dłuższych kabli silnika.
Filtry składowej zerowej	Filtry składowej zerowej redukują prądy składowej zerowej charakteryzujące się wysoką częstotliwością, występujące pomiędzy przetwornicą częstotliwości a silnikami. Filtry składowej zerowej dla wysokiej częstotliwości stanowią dobre rozwiązanie umożliwiające redukcję rzeczywistych obciążeń elektrycznych w łożyskach, niemniej jednak stosowanie takich filtrów nie eliminuje konieczności wykonania instalacji zgodnej z wymaganiami EMC.

7.7.4 Zabezpieczenie termiczne silnika

Aby uniknąć przegrzania silnika podłączonego do przetwornicy, zapewniona została możliwość monitorowania termicznego.

W zależności od tego, jak istotna jest kwestia zapobiegania przegrzewaniu, istnieje możliwość zastosowania różnych metod monitorowania:

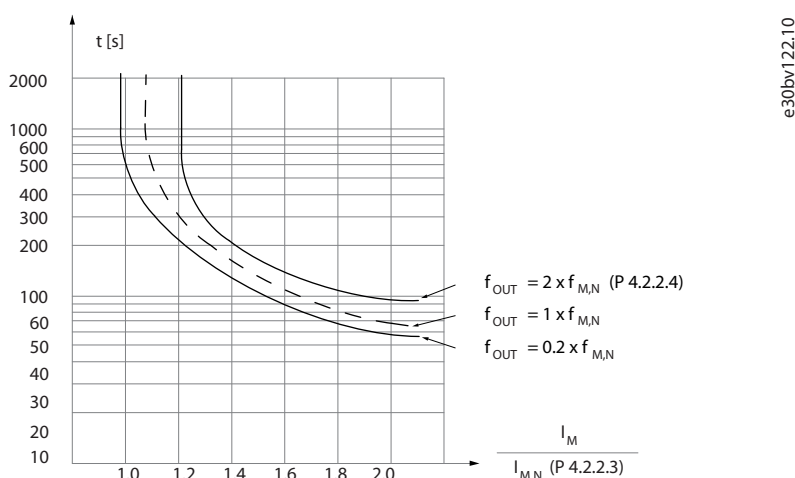
- Wbudowany elektroniczny układ monitorowania termicznego silnika
- Czujniki podłączone zewnętrznie (PTC wg DIN 44081)

Funkcja elektronicznego przełącznika termicznego

Funkcja elektronicznego przełącznika termicznego (ETR) chroni silnik przed przeciążeniem termicznym bez konieczności podłączenia urządzenia zewnętrznego, poprzez szacowanie temperatury silnika na podstawie bieżącego obciążenia oraz czasu.

Funkcja ETR spełnia odpowiednie wymagania normy UL 61800-5-1, w tym wymogi dotyczące utrzymywania pamięci termicznej i zapewnia poziom ochrony klasy 20.

ETR jest funkcją elektroniczną symulującą przełącznik bimetaliczny na podstawie pomiarów wewnętrznych. Odnośna charakterystyka została omówiona w rozdziale [Ilustracja 36](#).



Ilustracja 36: ETR

Oś X przedstawia stosunek pomiędzy I_{silnik} a $I_{\text{wartość znam. silnika}}$. Oś Y przedstawia czas w sekundach przed zadziałaniem ETR i wyłączeniem awaryjnym przetwornicy częstotliwości. Krzywe przedstawiają charakterystyczną prędkość nominalną przy dwukrotnej prę-

Zalecenia projektowe

dkości nominalnej oraz przy 0,2 prędkości nominalnej. W przypadku niższych prędkości, ETR będzie odłączać silnik przy niższych wartościach temperatury z powodu mniejszego chłodzenia silnika. W ten sposób silnik jest chroniony przed przegrzaniem nawet przy niskiej prędkości obrotowej. Funkcja ETR oblicza temperaturę silnika na podstawie rzeczywistej wartości prądu i prędkości. Obliczona temperatura jest widoczna w postaci parametru, który może zostać odczytany w parametrze *P4.1.5 Obciążenie termiczne silnika*.

Czujniki podłączone zewnętrznie

Monitorowanie można wykonywać przy użyciu wejścia analogowego lub cyfrowego na karcie we/wy lub za pomocą opcji rozszerzenia funkcji. Czujniki wymagają podwójnego izolowania lub wyposażenia w wzmocnioną izolację pomiędzy silnikiem a kartą sterującą przetwornicy.

Wejście analogowe umożliwia pomiar temperatury za pomocą czujników zewnętrznych.

Użycie wejścia cyfrowego umożliwia monitorowanie przy użyciu czujnika PTC. PTC należy podłączyć od 24 V DC do wejścia cyfrowego.

Więcej informacji na temat konfiguracji funkcji znajdziesz w przewodniku programowania aplikacji.

7.8 Skrajne warunki pracy

Zwarcie (faza silnika z fazą)

Przetwornica została zabezpieczona na wypadek zwarcia poprzez funkcję pomiaru prądu na każdej z 3 faz silnika lub w obwodzie pośrednim DC. Zwarcie pomiędzy 2 fazami wyjściowymi będzie powodowało przeciążenie w przetwornicy częstotliwości. Przetwornica wyłączana jest indywidualnie w przypadku, gdy prąd zwarcia przekracza dozwoloną wartość (błąd 16, zwarcie).

Przełączanie na wyjściu

Przełączanie na wyjściu pomiędzy silnikiem a przetwornicą częstotliwości jest całkowicie dozwolone i nie spowoduje uszkodzenia przetwornicy. Jednak mogą pojawić się komunikaty o błędach.

Przebiegi generowane przez silnik

Napięcie w obwodzie pośrednim będzie wzrastało, jeśli funkcję generatora będzie pełnił silnik. Dzieje się tak w następujących przypadkach:

- Obciążenie napędza silnik (przy stałej częstotliwości wyjściowej z przetwornicy).
- Jeśli podczas zmniejszania prędkości moment bezwładności będzie wysoki, w takim przypadku współczynnik tarcia będzie niski, a czas zwalniania będzie zbyt krótki, aby umożliwić rozproszenie energii jako strat w przetwornicy, silniku i w instalacji.
- Nieprawidłowe ustawienie kompensacji poślizgu może spowodować wyższe napięcie obwodu pośredniego DC.

Jeśli będzie to możliwe, jednostka sterująca może próbować skorygować hamowanie (*parametr P2.3.1 Aktywacja regulatora przepięć*). Wraz z osiągnięciem określonego poziomu napięcia, przetwornica wyłączy się, aby ochronić tranzystory i kondensatory obwodu pośredniego DC.

W celu dokonania wyboru metody sterowania poziomem napięcia obwodu pośredniego DC, patrz *parametr P2.3.1 Aktywacja regulatora przepięć*, *parametr P3.2.1 Aktywacja czoppera hamulca* i *parametr P4.4.2.1 Aktywacja hamulca AC*.

Zanik napięcia zasilania

Podczas zaniku napięcia zasilania przetwornica częstotliwości nadal będzie działać, aż do momentu, w którym napięcie obwodu pośredniego DC spadnie poniżej minimalnego poziomu zatrzymania, wynoszącego:

- 314 V dla 3 × 380-480 V.
- 180 V dla 1 × 200-240 V.

Napięcie zasilania przed zwolnieniem i obciążeniem silnika określa, ile potrwa wybieg silnika dla inwertera.

Przeciążenie statyczne w trybie VVC+

Gdy podczas przeciążenia przetwornicy osiągnięty zostanie limit momentu obrotowego określony w parametrze *P5.10.1 Limit momentu obrotowego silnika*/parametr *P5.10.2 Limit momentu obrotowego regeneracji*, jednostka sterująca ograniczy częstotliwość wyjściową w celu zmniejszenia obciążenia.

Jeśli przeciążenie będzie zbyt duże, może wystąpić przetężenie powodujące wyłączenie przetwornicy częstotliwości po około 5-10 s.

Praca w zakresie ograniczenia momentu została ograniczona czasowo (0-60 s) w parametrze *P5.10.6 Opóźnienie wyłączenia przy ograniczeniu momentu*.

Ograniczenie momentu

Niezależnie od prędkości, ograniczenie momentu chroni silnik przed przeciążeniem. Ograniczenie momentu dostosowywane jest w parametrze *P5.10.1 Limit momentu obrotowego silnika* i w parametrze *P5.10.2 Limit momentu obrotowego regeneracji*. Parametr *P5.10.6 Opóźnienie wyłączenia przy ograniczeniu momentu* pozwala dostosować czas przed aktywacją ostrzeżenia dotyczącego ograniczenia momentu.

Ograniczenie prądu

Zalecenia projektowe

Parametr P2.7.1 % ograniczenie prądu wyjściowego steruje ograniczeniem prądu, natomiast parametr P2.7.5 Opóźnienie wyłączenia awaryjnego przy ograniczeniu prądu kontroluje czas przed wyłączeniem awaryjnym spowodowanym ostrzeżeniem o ograniczeniu prądu.

Ograniczenie prędkości minimalnej

Parametr P5.8.3 Dolna granica prędkości silnika [Hz] określa minimalną prędkość wyjściową, jaką przetwornica częstotliwości może zapewnić.

Ograniczenie prędkości maksymalnej

Parametr P5.8.2 Górna granica prędkości silnika [Hz] lub parametr P2.3.14 Maks. częstotliwość wyjściowa pozwala ustawić maksymalną prędkość wyjściową, jaką przetwornica częstotliwości może zapewnić.

7.9 Uwagi dotyczące przewodów silnoprądowych

Podczas wyboru kabli zasilających należy wziąć pod uwagę następujące kwestie:

- Całe okablowanie musi być zgodne z międzynarodowymi oraz lokalnymi przepisami dotyczącymi przekrojów poprzecznych kabli oraz temperatury otoczenia.
- Przetwornice przeznaczone są do użytku wraz z kablami miedzianymi o temperaturze znamionowej wynoszącej 70°C (158°F). O ile nie określono inaczej, temperatura otoczenia przetwornicy częstotliwości będzie odpowiadała wartościom znamionowym kabli.
- Nie zaleca się stosowania przewodów aluminiowych. W przypadku stosowania przewodów aluminiowych, przed podłączeniem przewodu należy upewnić się, czy jego powierzchnia jest czysta, a oznaki utleniania zostały usunięte i uszczelnione za pomocą neutralnego i bezkwasowego smaru. Z uwagi na miękkość aluminium, po upływie 2 dni konieczne będzie ponowne dokręcenie śruby zacisku. Bardzo ważne jest, aby zapewnić połączenie gazoszczelne, ponieważ w przeciwnym razie dojdzie do ponownego utleniania powierzchni aluminium.
- Przewód PE wymaga stosowania końcówki kablowej.
 - W przypadku MA01c-MA02c zalecaną końcówką kablową dla przewodu PE jest JST 8-4 (nielutowana pierścieniowa końcówka zaciskowa).

W celu uzyskania szczegółowych informacji na temat rozmiarów złączy zasilania, patrz [4.4 Złącza zasilania](#). Wymiary dotyczą zarówno drutów, jak i linek.

7.9.1 Wymogi w zakresie momentu obrotowego

Połączenia muszą zostać dokręcone z zastosowaniem odpowiedniego momentu obrotowego, patrz poniższa tabela.

Tabela 50: Wymogi w zakresie momentu obrotowego

Rozmiar obudowy	Zasilanie i silnik [Nm (in-lb)]	Złącze DC [Nm (in-lb)]	Hamulec [Nm (in-lb)]	Przełącznik klienta [Nm (in-lb)]	Połączenie uziemienia [Nm (in-lb)]
MA01c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA01a	0,7 (6,2)	Gniazda proste	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02a	0,7 (6,2)	Gniazda proste	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA03a	0,7 (6,2)	Gniazda proste	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA04a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)
MA05a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)

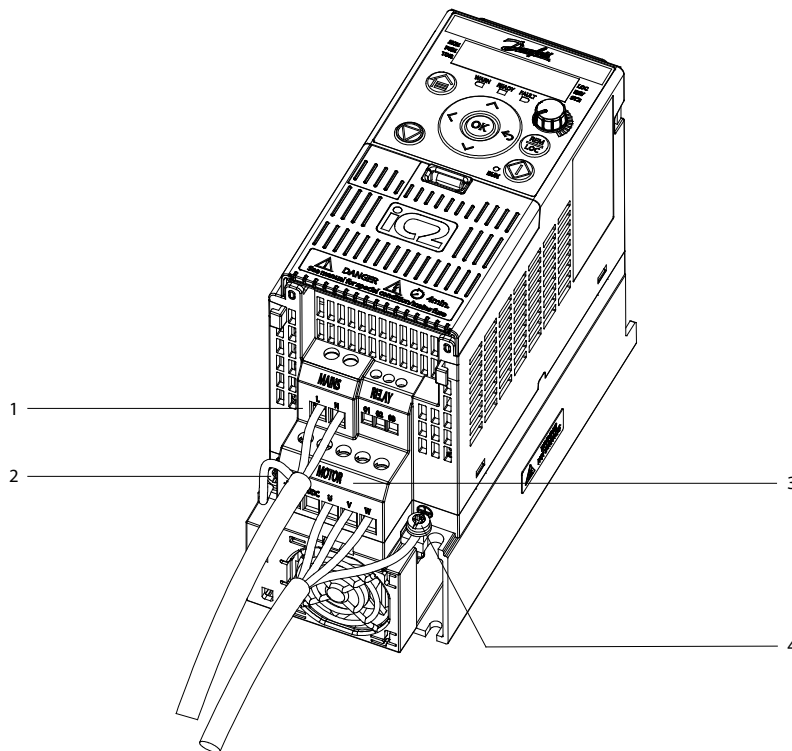
7.10 Instalacja elektryczna

7.10.1 Złącze zasilania, silnika i uziemienia

Podłączenie zasilania, silnika i uziemienia dla przetwornic jedno- i trójfazowych zostało przedstawione na poniższych ilustracjach. Rzeczywista konfiguracja zależy od typu jednostki i wyposażenia opcjonalnego.

U W A G A

W przypadku silników nieposiadających wzmocnionej izolacji fazowej (papierowej ani innego wzmocnienia izolacyjnego) odpowiedniej do pracy z zasilaniem napięciowym, na wyjściu przetwornicy częstotliwości należy zainstalować filtr sinusoidalny.



e30bv106.10

Ilustracja 37: Podłączenie zasilania, silnika i uziemienia w urządzeniach jednofazowych (przykład: MA02c)

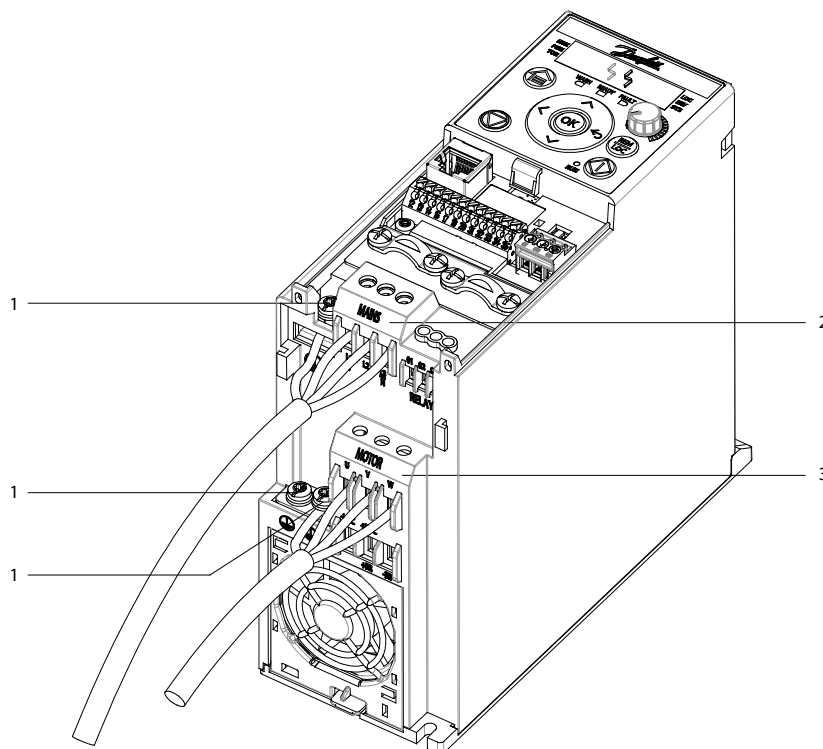
1	Zasilanie	3	Silnik
2	Punkt uziemienia A	4	Punkt uziemienia B

U W A G A

W przypadku przetwornic MA01c i MA02c punkt uziemienia A obsługuje przewód o przekroju 10 mm² (7 AWG) z wykorzystaniem zacisku przewodu, zalecany typ zacisku przewodu to *miedziana końcówka oczkowa JST TUB-4*.

U W A G A

W przypadku przetwornic MA01c i MA02c, w których stosowane są 3 zaciski uziemienia, wymagane jest korzystanie z płytek odsprężających.



Ilustracja 38: Podłączenie zasilania, silnika i uziemienia dla urządzeń 3-fazowych (np. MA02a)

1	Uziemienie	3	Silnik
2	Zasilanie		

7.10.2 Podłączenie silnika

⚠ OSTRZEŻENIE ⚠

NAPIĘCIE INDUKOWANE

Napięcie indukowane z wyjściowych kabli silnika prowadzonych razem może spowodować naładowanie kondensatorów w sprzęcie nawet wtedy, gdy jest on wyłączony i zabezpieczony przed włączeniem. Niepoprowadzenie wyjściowych kabli silnika osobno lub nieużycie kabli ekranowanych może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

- Wyjściowe kable silnika należy poprowadzić osobno lub użyć kabli ekranowanych.
- Zablokować/zabezpieczyć wszystkie przetwornice częstotliwości równocześnie.

- Należy przestrzegać krajowych i lokalnych przepisów elektrycznych dotyczących rozmiarów kabli. W celu zapoznania się z maksymalnymi rozmiarami kabli, patrz [4.4 Złącza zasilania](#).
- Należy przestrzegać wymagań producenta silnika dotyczących okablowania.
- Otwory na okablowanie silnika i panele dostępu znajdują się u podstawy jednostek o stopniu ochrony IP21/Typ 1.
- Nie należy podłączać urządzenia rozruchowego lub przełącznika biegunowości (na przykład silnika Dahlander lub silnika indukcyjnego pierścienia ślizgowego) pomiędzy przetwornicą częstotliwości a silnikiem.

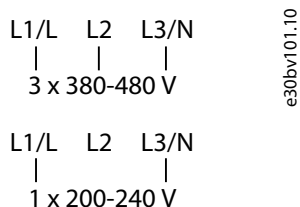
Zalecenia projektowe

7.10.3 Podłączanie zasilania AC

- Należy dobrać okablowanie na podstawie prądu wejściowego napędu. Informacje o maksymalnych rozmiarach przewodów zawiera [4.4 Złącza zasilania](#).
- Należy przestrzegać krajowych i lokalnych przepisów elektrycznych dotyczących rozmiarów kabli.

Procedura

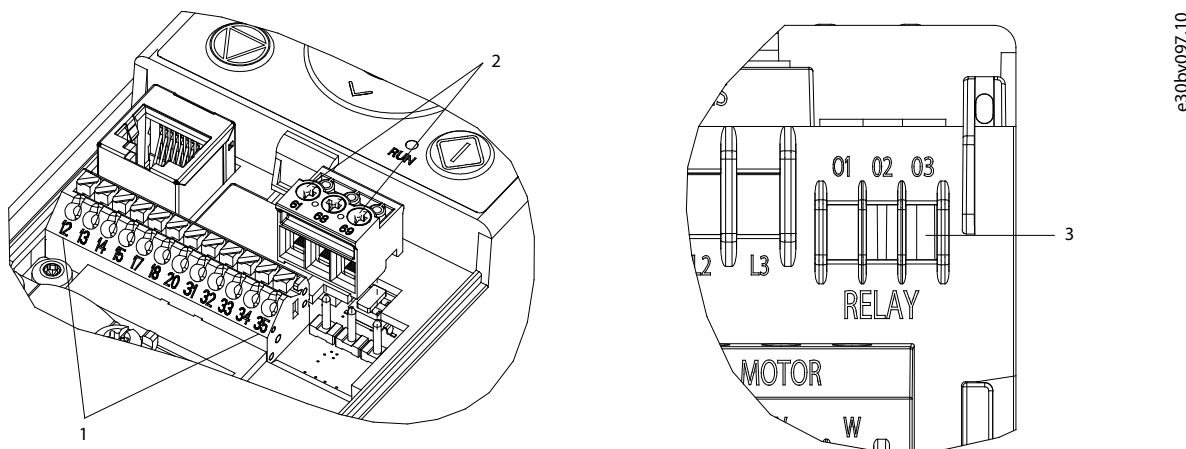
- Podłączyć przewody silnoprądowe zasilania AC do zacisków N i L w przypadku urządzeń jednofazowych lub do zacisków L1, L2 i L3 w przypadku urządzeń 3-fazowych (aby dowiedzieć się więcej, patrz [7.10.1 Złącze zasilania, silnika i uziemienia](#)).



Ilustracja 39: Podłączenia przewodów jedno- i trójfazowych

- W zależności od konfiguracji sprzętu, zasilanie należy podłączyć do zacisków wejściowych zasilania lub rozłącznika wejściowego.
- Wykonaj uziemienie kabla zgodnie z instrukcjami uziemiania opisanymi w rozdziale [7.4.1 Przewody silnoprądowe i uziemienie](#).

7.10.4 Typy zacisków sterowania



Ilustracja 40: Numery i umiejscowienie zacisków sterowania

1	Zaciski sterowania we/wy	3	Przełącznik
2	Komunikacja szeregową		

Tabela 51: Opis zacisków

Zacisk	Parametr	Nastawy domyślne	Opis
We/wy cyfrowe, we/wy impulsowe			
12	-	+24 V DC	Napięcie zasilania 24 V DC. Maksymalny prąd wyjściowy wynosi 100 mA.
13	Parametr P9.4.1.2 Zacisk 13, wejście cyfrowe	[8] Start	Wejście cyfrowe.

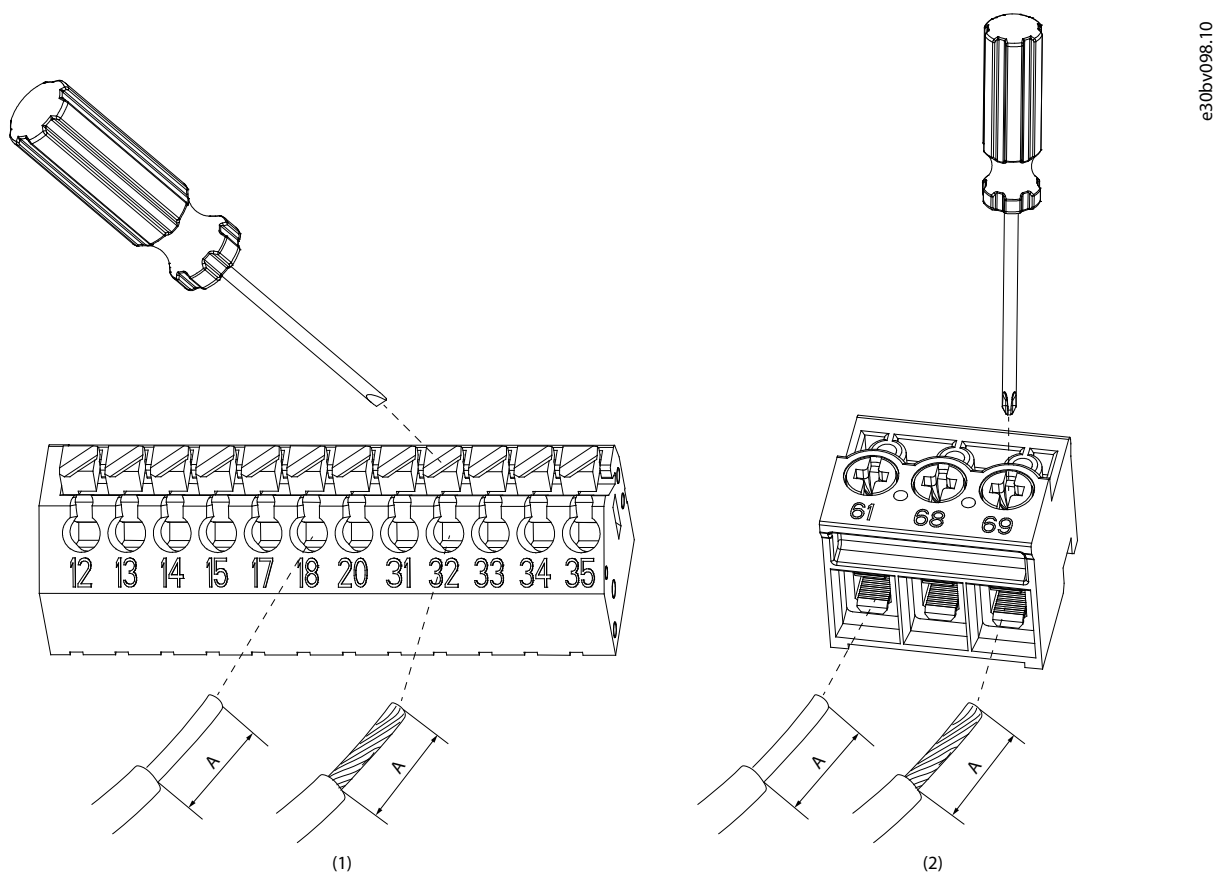
Zalecenia projektowe

Zacisk	Parametr	Nastawy domyślne	Opis
14	Parametr P9.4.1.3 Zacisk 14, wejście cyfrowe	[10] Zmiana kierunku obr.	Wejście cyfrowe.
15	Parametr P9.4.1.4 Zacisk 15, wejście cyfrowe	[1] Reset	Ustawia zacisk jako wejście cyfrowe, wyjście cyfrowe lub wyjście impulsowe. Nastawa domyślna to wejście cyfrowe.
	Parametr P9.4.2.2 Zacisk 15, wyjście cyfrowe	[0] Brak działania	
	Parametr P9.4.5.1 Zacisk 15, wyjście impulsowe	[0] Brak działania	
17	Parametr P9.4.1.5 Zacisk 17, wejście cyfrowe	[14] Jog — praca manewrowa	Wejście cyfrowe.
18	Parametr P9.4.1.6 Zacisk 18, wejście cyfrowe	[0] Brak działania	Wejście cyfrowe, może być również wykorzystywane jako wejście impulsowe.
20	–	–	Masa dla wejść cyfrowych i analogowych.
Wejścia/wyjścia analogowe			
31	Parametr P9.5.1.1 Zacisk 31, tryb	[0] 0-20 mA	Programowalne wyjście analogowe. Sygnał analogowy wynosi 0-20 mA lub 4-20 mA przy maks. 500 Ω.
32	–	+10 VDC	Zasilanie sygnałów analogowych 10 V DC. Dla potencjometrów lub termistorów powszechnie przyjęte obciążenie maksymalne wynosi 25 mA.
33	Parametr P9.5.2.1 Zacisk 33, tryb	[1] Tryb napięcia	Wejście analogowe. Możliwość wyboru między trybem napięciowym a trybem prądowym.
34	Parametr P9.5.3.1 Zacisk 34, tryb	[1] Tryb napięcia	Wejście analogowe. Możliwość wyboru między trybem napięciowym a trybem prądowym.
35	–	–	Masa dla wejść cyfrowych i analogowych.
Komunikacja szeregową			
61	–	–	Wbudowany filtr RC dla ekranu kabla. WYŁĄCZNIE do podłączenia ekranu w razie problemów z kompatybilnością elektromagnetyczną (EMC).
68 (+)	Grupa parametrów G10.1 Ustawienia portu FC	–	Interfejs RS485. Zapewniono również przełącznik dla rezystancji terminującej.
69 (-)	Grupa parametrów G10.1 Ustawienia portu FC	–	
Przełączniki			
01, 02, 03	Parametr P9.4.3.1 Funkcja przełącznika	[9] Błąd	Wyjście przełącznikowe typu C. Przełączniki te znajdują się w różnych miejscach, w zależności od konfiguracji i rozmiaru przetwornicy częstotliwości. Do podłączenia napięcia AC lub DC oraz obciążenia rezystancyjnego lub indukcyjnego.

7.10.5 Przekroje przewodów sterowania i długości ściągniętej izolacji

Połączenia wykonuje się poprzez umieszczenie drutu w złączu. W przypadku stosowania kabla giętkiego (wielożyłowego) zaleca się stosowanie tulejek. W przypadku stosowania kabla giętkiego bez tulejek, w takim przypadku złącze wciskane jest przy użyciu małego śrubokręta, jak pokazano w rozdziale [ilustracja 41](#). Maksymalny rozmiar śrubokręta wynosi 3 mm.

Zalecenia projektowe



Ilustracja 41: Umieszczanie przewodów w złączach

- | | |
|---|--------------|
| 1 | Zacisk we/wy |
| 2 | Zacisk RS485 |

Tabela 52: Rozmiary kabli dla zacisków we/wy

Typ kabla	Przekrój poprzeczny [mm ² (AWG)]	Długość ściągniętej izolacji A [mm (cale)]
Drut	0,2-1,5 (24-16)	8,5-9,5 (0,33-0,37)
Elastyczny z tuleją	0,2-1,5 (24-16)	8,5-9,5 (0,33-0,37)

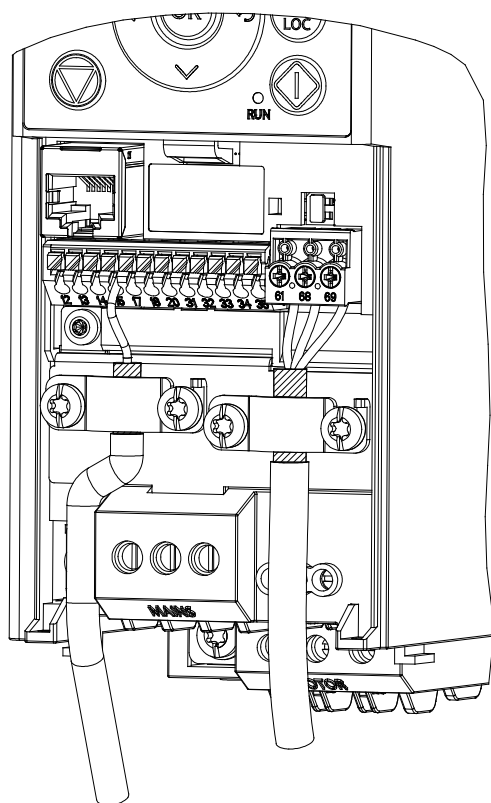
Tabela 53: Rozmiary kabli dla zacisku RS485

Typ kabla	Przekrój poprzeczny [mm ² (AWG)]	Długość ściągniętej izolacji A [mm (cale)]
Drut	0,25-1,5 (24-16)	5-6 (0,20-0,24)
Elastyczny z tuleją	0,25-1,5 (24-16)	5-6 (0,20-0,24)

7.10.6 Podłączanie ekranu kabla

Ekran kabla musi całkowicie stykać się z zaciskiem EMC na płycie EMC. Należy usunąć izolację kabla i odsłonić ekran kabla na całej powierzchni. Unikać skręcania odcinków ekranu kabla.

Zalecenia projektowe



Ilustracja 42: Prawidłowe podłączenie ekranu kabla

7.10.7 Podział obciążenia/hamulec

Tabela 54: Podłączanie zacisków

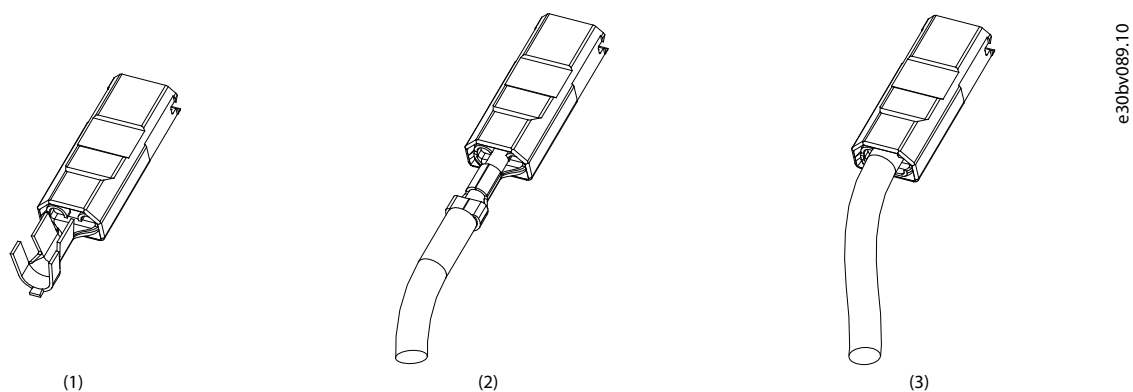
Podział obciążenia	-UDC i +UDC/+BR
Hamulec	-BR i +UDC/+BR

- W przypadku przetwornic MA01a, MA02a i MA03a okablowanie należy wykonywać przy użyciu zalecanego złącza (w pełni izolowanych gniazd i uchwytych Ultra-Pod Fully-Insulated FASTON, 521366-2, połączenie TE).
- W przypadku innych rozmiarów obudowy, przewody należy podłączyć do odpowiedniego zacisku, a następnie dokręcić. Wymagany maksymalny moment obrotowy dokręcania podano z tyłu osłony zacisków.

U W A G A

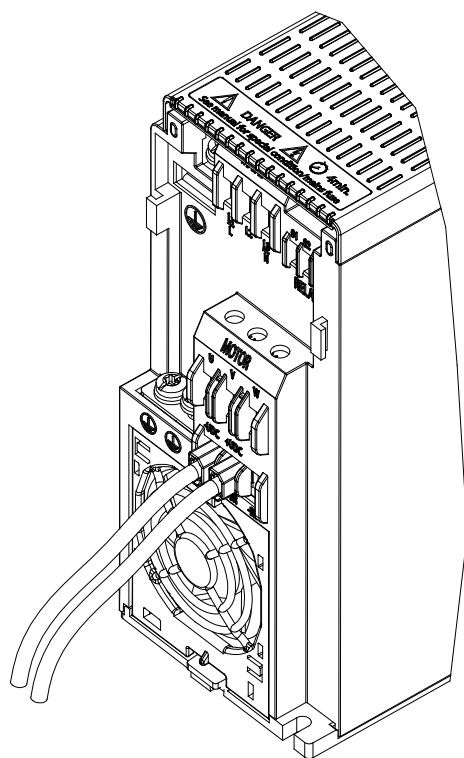
Miedzy zaciskami +UDC/+BR i -UDC mogą wystąpić poziomy napięcia sięgające 850 V DC. Brak zabezpieczenia przeciwzwarcio-
wego.

Zalecenia projektowe



Ilustracja 43: Okablowanie złącza podziału obciążenia i hamulca

1	Złącze	3	Okablowanie ukończone
2	Okablowanie złącza		



e30bv090.10

Ilustracja 44: Podłączenie do sekcji podziału obciążenia i hamulca

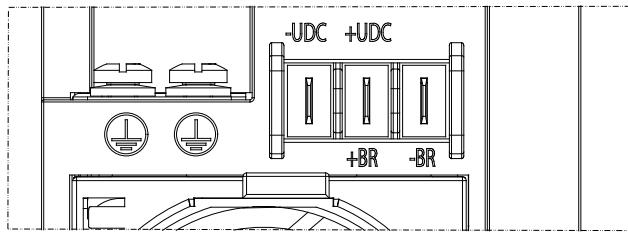
U W A G A

FUNKCJA HAMOWANIA MA02A

W przypadku MA02a jedynie przetwornice 3 × 380-480 V zostały wyposażone w funkcję hamowania.

- Zabrania się podłączania kabla hamulca do przetwornic MA02a 1 × 200-240 V.

Zalecenia projektowe



e30bv102.10

Ilustracja 45: Funkcja hamowania MA02a (3 × 380-480 V)

8 Sposób składania zamówień

8.1 Kod modelu

Kod modelu odzwierciedla konfigurację danej przetwornicy. Kod modelu może posłużyć do identyfikacji konkretnej konfiguracji przetwornicy oraz jej wbudowanych funkcji.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
i	C	2	-	3	0	F	A	3	N	0	4	-	0	1	A	2	E	2	0	F	0	+	A	C	B	C
								1	N	0	2									F	2		A	C	X	X
																				F	4					

e30bv086.10

Ilustracja 46: Kod modelu

Tabela 55: Przykład końcowego kodu modelu

Opis	Pozycja	Funkcja
Grupa produktów	1-6	iC2-30
Kategoria produktów	7-8	FA: Przetwornica częstotliwości, chłodzona powietrzem
Typ produktu	9-10	<ul style="list-style-type: none"> 3N: Zasilanie 3-fazowe 1N: Zasilanie 1-fazowe
Napięcie zasilania	11-12	<ul style="list-style-type: none"> 04: 380-480 V AC 02: 200-240 V AC
Wartość znamionowa prądu	14-17	01A2-43A0
Klasa ochrony	18-20	E20: IP20/Open Type
Kompatybilność elektrom. (EMC)	21-22	<ul style="list-style-type: none"> F0: Kategoria C1 (z wbudowanym filtrem EMC) F2: Kategoria C2 (z wbudowanym filtrem EMC) F4: Kategoria C4 (bez wbudowanego filtra EMC)
Zintegrowany czopper hamulca	Plus kod	<ul style="list-style-type: none"> +ACBC: Z wbudowanym czopperem hamulca +ACXX: Bez wbudowanego czoppera hamulca

8.2 Zamawianie akcesoriów i części zamiennych

Tabela 56: Numery kodów do zamawiania akcesoriów

Kategoria	Nazwa części	Numer kodu
Zestawy do konwersji IP21/Typ 1	Zestaw do konwersji IP21/Typ 1, MA01c	132G0188
	Zestaw do konwersji IP21/Typ 1, MA02c	132G0189
	Zestaw do konwersji IP21/Typ 1, MA01a	132G0190
	Zestaw do konwersji IP21/Typ 1, MA02a	132G0191
	Zestaw do konwersji IP21/Typ 1, MA03a ⁽¹⁾	132G0192
	Zestaw do konwersji IP21/Typ 1, MA04a ⁽¹⁾	132G0193
	Zestaw do konwersji IP21/Typ 1, MA05a ⁽¹⁾	132G0194

Kategoria	Nazwa części	Numer kodu
Zestawy do konwersji NEMA 1	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA01c	132G0195
	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA02c	132G0196
	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA01a	132G0197
	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA02a	132G0198
	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA03a ⁽¹⁾	132G0199
	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA04a ⁽¹⁾	132G0200
	Zestaw do konwersji NEMA 1, MA05a ⁽¹⁾	132G0201
Zestawy montażu płyty odsprzegającej	Zestaw montażu płyty odsprzegającej, MA01c	132G0202
	Zestaw montażu płyty odsprzeg., MA02c	132G0203
	Zestaw montażu płyty odsprzeg., MA01a	132G0204
	Zestaw montażu płyty odsprzeg., MA02/03a	132G0205
	Zestaw montażu płyty odsprzeg., MA04/05a ⁽¹⁾	132G0206
Złącza	Złącze szyny DC/rezystora hamowania	132G0207
HMI i powiązane z nim akcesoria	Panel sterujący 2.0 OP2 ⁽¹⁾	132G0234
	Zestaw montażu natynkowego OA2 ⁽¹⁾	132G0235
	Zestaw montażu podtynkowego OA2 ⁽¹⁾	132G0236
	Kabel panelu sterującego 1,5 m OA2 ⁽¹⁾	132G0237
	Kabel panelu sterującego 3 m OA2 ⁽¹⁾	132G0238

¹ Aktualnie niedostępny.

Tabela 57: Numery kodów do zamawiania części zamiennych

Kategoria	Nazwa części	Numer kodu
Wentylatory chłodzenia	Wentylator chłodzący, MA02c	132G0215
	Wentylator chłodzący, MA01a	132G0216
	Wentylator chłodzący, MA02a	132G0217
	Wentylator chłodzący, MA03a ⁽¹⁾	132G0218
	Wentylator chłodzący, MA04a ⁽¹⁾	132G0219
	Wentylator chłodzący, MA05a ⁽¹⁾	132G0220
Zestawy części zamiennych	Zestaw części zamiennych, MA01c	132G0221
	Zestaw części zamiennych, MA02c	132G0222
	Zestaw części zamiennych, MA01a	132G0223
	Zestaw części zamiennych, MA02a	132G0224

Kategoria	Nazwa części	Numer kodu
	Zestaw części zamiennych, MA03a ⁽¹⁾	132G0225
	Zestaw części zamiennych, MA04a ⁽¹⁾	132G0226
	Zestaw części zamiennych, MA05a ⁽¹⁾	132G0227

¹ Aktualnie niedostępny.

8.3 Zamówienie rezystorów hamowania

8.3.1 Wprowadzenie

Firma Danfoss oferuje szeroki wybór rezystorów, które zostały zaprojektowane specjalnie dla naszych przetwornic. W tej części przedstawiono numery zamówieniowe rezystorów hamowania. Rezystancja rezystora hamowania podana na podstawie numeru zamówieniowego może przekraczać R_{rec} . W takim przypadku rzeczywisty moment hamowania może być mniejszy od najwyższego momentu hamowania, jaki może zapewnić przetwornica.

8.3.2 Zamawianie 10% rezystorów hamowania

Tabela 58: iC2-Micro Frequency Converters — Zasilanie: 3 × 380-480 V AC, 10% cykl pracy

Moc znamionowa	P_m (HO)	R_{min}	$R_{ham. nom}$	R_{rec}	$P_{sr. ham.}$	Numer zamówieniowy	Przedział czasowy	Przekrój poprzeczny kabla ⁽¹⁾	Przebieżnik termiczny	Maksymalny moment hamowania z rezystorem
3-fazowa 380-480 V	[kW (KM)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (KM)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,190 (0,255)	3008	120	1,5 (16)	0,9	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	0,262 (0,351)	3300	120	1,5 (16)	1,3	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	0,354 (0,475)	3335	120	1,5 (16)	1,9	128

¹ Wszystkie kable muszą zapewniać zgodność z międzynarodowymi i lokalnymi przepisami dotyczącymi przekrojów poprzecznych kabli oraz temperatury otoczenia.

8.3.3 Zamawianie 40% rezystorów hamowania

Tabela 59: iC2-Micro Frequency Converters — Zasilanie: 3 × 380-480 V AC, 40% cykl pracy

Moc znamionowa	P_m (HO)	R_{min}	$R_{ham. nom}$	R_{rec}	$P_{sr. ham.}$	Numer zamówieniowy	Przedział czasowy	Przekrój poprzeczny kabla ⁽¹⁾	Przebieżnik termiczny	Maksymalny moment hamowania z rezystorem
3-fazowa 380-480 V (T4)	[kW (KM)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (KM)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,807 (1,082)	3312	120	1,5 (16)	2,1	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	1,113 (1,491)	3313	120	1,5 (16)	2,7	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	1,504 (2,016)	3314	120	1,5 (16)	3,7	128

¹ Wszystkie kable muszą zapewniać zgodność z międzynarodowymi i lokalnymi przepisami dotyczącymi przekrojów poprzecznych kabli oraz temperatury otoczenia.

Indeks

A		Etykiety.....	49
AC		Etykiety na przetwornicy częstotliwości.....	49
	Zasilanie.....	Etykiety opakowania.....	50
	Wejście.....	Etykiety produktu.....	49, 49
	Kształt fali.....	Europejski kod towarowy.....	51
	Hamulec.....		
	Akcesoria.....		
B		F	
Bateria kondensatorów.....	15	Filtr RFI.....	14
Bezpieczniki.....	38	Funkcja hamowania.....	29
C		H	
Certyfikacja koreańska.....	11	Hamowanie dynamiczne.....	27
Certyfikat UL.....	11	Hamowanie rezystorem.....	27
Certyfikaty.....	11	Hamulec.....	81
Czas narastania.....	43	Hałas akustyczny.....	40
Czopper hamulca.....	15	Historia wersji.....	7
Czujniki zewnętrzne.....	74		
Części zamienne.....	85	I	
D		Informacje dotyczące konserwacji.....	54
Dane techniczne		Informacje o produkcji.....	7
Sieć zasilająca.....	32	Instrukcje bezpieczeństwa.....	8
Wyjście silnikowe z przetwornicy.....	33	Inwerter.....	15
Charakterystyka momentu.....	33	IP20/Open Type.....	17, 46, 53
Wejście cyfrowe.....	34	IP21/UL typ 1.....	17, 47, 53
Wejście impulsowe.....	34	K	
Wyjście cyfrowe.....	34	Kabel ekranowany.....	77
Wyjście impulsowe.....	34	Kod modelu.....	84
Wyjście analogowe.....	35	Konfigurator.....	7
Wyjście analogowe.....	35	L	
Wyjście przekaźnikowe.....	35	Lampki sygnalizacyjne.....	21
Napięcia pomocnicze.....	36	M	
DC		Magazynowania.....	52
Prąd.....	14	Materiały pomocnicze.....	7
Magistrala.....	14	Mechaniczny hamulec przytrzymujący.....	27
Dławik.....	14	Minimalna przestrzeń wymagana do skutecznego chłodzenia.....	58
Hamulec.....	27	Moc wejściowa.....	15, 78
Dodatkowa dokumentacja.....	7	Moment bezwładności.....	74
Dostęp serwisowy.....	55, 59	Monitorowanie termiczne.....	73
dU/dt.....	43	MyDrive® Insight.....	27
Dyrektywa ErP.....	12	N	
Dyrektywa niskonapięciowa.....	12	Napięcie	
Dyrektywa RoHS.....	12	Ostrzeżenie dotyczące bezpieczeństwa.....	9
Dyrektywy.....	11	Naturalne chłodzenie powietrzem.....	59
Dziennik zmian.....	7	NEMA 1.....	48
E		O	
EAN.....	51	Obniżanie wartości znamionowych.....	17, 44, 44, 45
Ecodesign.....	15	Obwód sterowania.....	15
Elektroniczny przekaźnik termiczny.....	73	Ochrona przed przeciążeniem.....	32
EMC		Ograniczenie momentu.....	74
Dyrektywa.....	12	Ograniczenie prądu.....	74
Kompatybilności elektromagnetycznej (EMC).....	40	Ograniczenie prędkości maksymalnej.....	75
Wymagania dotyczące emisji.....	41	Ograniczenie prędkości minimalnej.....	75
Wymagania dotyczące odporności.....	41	Ośłona zacisków.....	17
(EMC).....	42		
ETR.....	73		

Otwór.....	77	Typy sieci zasilających.....	63, 63
Oznaczenie CE.....	11		
Oznaczenie KC.....	11		
P			
Panel sterujący.....	19		
Panel sterujący 2.0 OP2.....	19		
PELV.....	69		
Podział obciążenia.....	81		
Podłączanie ekranu kabla.....	80		
Podłączenie uziemienia.....	75		
Podłączenie zasilania.....	75		
Polecenia zdalne.....	14		
Ponowne formowanie kondensatora.....	51		
Potencjometr.....	20		
Prostownik.....	14		
Przeciążenie statyczne w trybie VVC+.....	74		
Przegrzanie.....	73		
Przekrój poprzeczny kabla.....	77		
Przepisy dotyczące kontroli eksportu.....	13		
Przebiegi generowane przez silnik.....	74		
Przewidywalne niewłaściwe użycie.....	14		
Przeznaczenie niniejszego podręcznika.....	7		
Przełączanie na wyjściu.....	74		
Prąd skuteczny.....	14		
Prądu upływowego.....	65, 65, 68, 70		
R			
Radiator.....	55		
Recykling.....	51		
Rezystor hamowania.....	28, 86		
RMS.....	14		
Rozmiary przewodów sterowania.....	79		
RS485.....	18, 36, 80		
Rysunki.....	7		
S			
Schemat blokowy.....	14		
Schemat montażowy połączeń.....	7, 62		
Schematy otworów.....	57		
Silnik			
Monitorowanie statusu.....	14		
Ochrona przed przeciążeniem.....	14		
Prąd.....	15		
silnika.....	17, 72, 72		
Długość kabla.....	42		
Napięcie.....	43		
silników.....	72		
Faza.....	74		
Podłączenie.....	75		
Skrajne warunki pracy.....	74		
Sposoby			
montażu.....	55, 56, 56		
Sprawność energetyczna.....	15		
Sprawność systemu.....	15		
Sprężenie zwrotne z systemu.....	14		
Straty mocy.....	15		
Symbole.....	8		
T			
Transportu.....	52		
U			
UKCA.....	11		
Układ napędowy mocy.....	15		
Utylizacja.....	51, 51		
Uwagi dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)			
Przewody silnoprądowe.....	68		
Uziemienie.....	68		
Przewody sterownicze.....	69		
Uwagi dotyczące przewodów silnoprądowych.....	75		
Uwagi ogólne dotyczące bezpieczeństwa.....	8		
Uziemienie.....	78		
Użytkowanie zgodnie z przeznaczeniem.....	14		
W			
Warunki instalacji.....	53		
Warunki otoczenia			
Magazynowania.....	36		
Transport.....	37		
Praca.....	37		
Wbudowany filtr.....	17		
Wbudowany filtr EMC.....	17, 43		
We/wy sterowania.....	33		
Wejście analogowe.....	35		
Wejście zasilania.....	14		
Wentylator chłodzący.....	55, 85		
Wkręty.....	57		
Wskazówki dotyczące bezpiecznej obsługi.....	8		
Współczynnik mocy.....	14		
Wykonanie sprzętowe.....	16		
Wykwalifikowany personel.....	7, 10		
Wymiary			
IP20/Open Type.....	46		
IP21/UL typ 1.....	47		
NEMA 1.....	48		
Wymogi w zakresie momentu obrotowego.....	75		
Wymuszone chłodzenie powietrzem.....	59		
Wyroby medyczne.....	8		
Wyłączniki.....	38		
Z			
Zaciski sterowania.....	17, 78		
Zakres dostawy.....	49		
Zakłócenia elektromagnetyczne.....	8		
Zanik napięcia zasilania.....	74		
Zasilanie.....	31, 31, 32		
Zatwierdzenia.....	11		
Zatwierdzenia typu.....	11		
Zatwierdzenie CSA/cUL.....	11		
Zaślepka przesuwna			
Demontaż.....	21		
Ponowny montaż.....	22		
Zestaw części zamiennych.....	85		
Zestaw do konwersji IP21/Typ 1.....	84		
Zestaw do konwersji NEMA 1.....	85		
Zestaw montażu płyty odsprężającej.....	85		
Zewnętrzny sterownik.....	14		
Zgodność z dyrektywą maszynową.....	12		
Zgodność ze znakiem RCM.....	11		
Zwarcie.....	74		
Złącza zasilania.....	39		

Zalecenia projektowe

Indeks

Złącze RJ45.....	18	Środowisko mieszkalne.....	41
Ś		Środowisko pracy.....	53
Środowisko komercyjne.....	41	Śruby.....	57

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

.....
Danfoss nie ponosi odpowiedzialności za możliwe błędy drukarskie w katalogach, broszurach i innych materiałach drukowanych. Dane techniczne zawarte w broszurze mogą ulec zmianie bez wcześniejszego uprzedzenia, jako efekt stałych ulepszeń i modyfikacji naszych urządzeń. Wszelkie znaki towarowe w tym materiale są własnością odpowiednich spółek. Danfoss, logotyp Danfoss są znakami towarowymi Danfoss A/S. Wszelkie prawa zastrzeżone.
.....

